



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

WAGENINGEN **UR**

Beproeving op praktijkniveau van een geïntegreerd temperatuursysteem bij Bromelia

Nieves García, Mary Warmenhoven

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business Unit Glastuinbouw
Mei 2005
PPO nr. 41717088

Productschap  Tuinbouw

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Louis Pasteurlaan 6
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer



Projectnummer: 41717088
PT-nummer 11986

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business Unit Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk

: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk

Tel. : 0174 - 63 67 00

Fax : 0174 - 63 68 35

E-mail : infoglastuinbouw.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	VOORWOORD	5
2	SAMENVATTING.....	6
3	INLEIDING	7
4	BEDRIJF EN PROEF BESCHRIJVING	8
4.1	Algemeen bedrijf.....	8
4.2	Testafdeling	8
4.3	Referentie afdeling.....	8
4.4	Gewaskeuze.....	9
4.5	Watergiften en bemesting.....	9
4.6	Proefopzet.....	9
4.6.1	Proefplattegrond.....	9
4.6.2	Klimaataansturing en registratie.....	10
4.6.3	Bloeibehandeling.....	11
4.6.4	Waarnemingen.....	11
5	RESULTATEN EN DISCUSSIE	12
5.1	Gerealiseerd klimaat	12
5.1.1	Kastemperatuur	12
5.1.2	Substraattemperatuur	13
5.1.3	Relatieve luchtvochtigheid.....	14
5.1.4	PAR – licht.....	14
5.2	Effecten op het gewas	15
5.2.1	Guzmania Empire.....	16
5.2.2	Guzmania Tempo.....	17
5.2.3	Vriesea	21
5.3	Effecten op het energieverbruik	22
5.3.1	Doormeting gehele verwarmingssysteem.....	22
5.3.2	Schatting energieverbruik.....	23
6	CONCLUSIES	24
7	LITERATUUR.....	25

1 Voorwoord

“Er word heel veel kennis verkregen via onderzoek, maar in de praktijk wordt maar mondjesmaat van deze kennis gebruikgemaakt. De stap van KENNIS naar ADVIES wordt nog maar zelden gemaakt”. Met deze openingszin luidde Aad Scheffers, Bromeliateler en ex-voorzitter van de Landelijke Gewascommissie Bromelia van LTO groeiservice, een discussie in juni 2004 in wat resulteerde, enkele maanden later, in een plan om op een praktijkbedrijf de resultaten van het temperatuuronderzoek uit de drie voorgaande jaren te beproeven en te demonstreren.

Half augustus 2004 was de proef door het Productschap Tuinbouw gehonoreerd op voorwaarde dat er een geschikt bedrijf gevonden werd. Toen in dezelfde week Arie Klijn contact met Aad Scheffers opnam om zijn bedrijf voor deze proef aan te bieden, werd de proef een feit. Met zijn instemming haalde Klijn veel moeite, verantwoordelijkheid en een zeker risico naar zich toe.

Zonder zijn inspanningen, en die van Aad Scheffers die elke vrijdag trouw van zijn woonplaats Naaldwijk naar Nibbixwoud heeft gereisd, was dit onderzoek niet tot stand gekomen. Wij zijn beiden zeer dankbaar voor hun inspanningen.

Ook willen wij een dankwoord richten aan de Begeleidings Commissie Onderzoek, bestaande uit Eline de Vos, Cor Bak, Peter van Winden en René Zeestraten voor hun waardevolle adviezen en betrokkenheid.

Tot slot willen wij onze PPO collega's bedanken voor hun bijdrage: Marleen Esmeijer voor het in kaart brengen van het verwarmingsnet op het bedrijf; Marcel Raaphoorst, voor de energieberekeningen en Jaco Klap voor de statistiek.

Nieves García en Mary Warmenhoven

2 Samenvatting

In de afgelopen jaren is veel onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om via een aangepaste temperatuurstrategie energie te besparen bij de teelt van Bromelia. Maar de resultaten van onderzoek worden niet altijd direct door de praktijk opgepakt. Als de resultaten van onderzoek eerst op een praktijkbedrijf met twee afdelingen gedemonstreerd werden, zouden veel meer telers energiezuinig telen. Op initiatief van Aad Scheffers en de Landelijke Bromelia Commissie is daarom een plan opgevat voor een praktijkproef.

Met PT financiering is deze proef bij Arie Klijn in Nibbixwoud op 14 oktober 2004 gestart in twee afdelingen. Een afdeling diende als referentie, waar twee soorten *Guzmania* en twee soorten *Vriesea* geteeld werden zoals Klijn gewend is. De andere afdeling, van +/- 1000 m² diende als proefruimte. Daar is getracht energie te besparen zonder teeltvertraging en zonder kwaliteitsverlies. Hiertoe is sinds week 42 het bovennet in de proefafdeling uitgezet en is vanaf dat moment uitsluitend via het ondernet (onder de tafels) verwarmd. Met behulp van temperatuurintegratiesoftware (Econaut van Hoogendoorn) is de temperatuur aangestuurd, zodat in de testafdeling gelijke weekgemiddeldes werden gehaald als in de referentieafdeling. In de testafdeling mocht de temperatuur variëren tussen de 14 en 24°C. In beide afdelingen is er intensief gemeten aan substraat, buis en ruimtetemperatuur. Wekelijks is vanaf week 44 een halve tafel uit de standaardafdeling en een half bed uit de referentieafdeling voor bloei behandeld.

Er is bij *Guzmania Empire* geen significant verschil in teeltduur of kwaliteit opgetreden tussen de afdelingen. Dit geldt ook voor beide *Vriesea* soorten (*Christiane* en *Isabel*). **Zowel *Guzmania Empire* als *Vriesea Christiane* en *Vriesea Isabel* zijn goed te telen met temperatuurintegratie.**

Met de proef is een kleine partij (3000 stuks) *Guzmania Tempo* gekweekt. De planten zijn allemaal in week 48 voor bloei behandeld. De bloeiwijze van planten uit beide afdelingen kwam niet goed op kleur. Het percentage planten wat niet op kleur kwam was veel hoger in de proefafdeling. Een nauwkeurige analyse van de geregistreerde klimaatgegevens liet zien dat deze verschillen mogelijk door de verschillen in ontvangen PAR-lichtsom zouden zijn veroorzaakt. Aan de hand van deze resultaten zou de conclusie ten aanzien van het gebruik van temperatuurintegratie bij *Guzmania Tempo* zijn dat het absoluut kan, mits de planten voldoende licht ontvangen. Het minimale lichtniveau voor een succesvolle bloei bij deze soort zal proefondervindelijk moeten worden uitgezocht.

Het energieverbruik kon, in verband met verschillen in verwarmingssysteem in de kas, niet berekend worden. Er is een grove schatting gemaakt *op basis van het buitenklimaat* en *de kastemperatuur* in de proefwinter ten opzichte van het winter ervoor. Er is in de proefperiode 1,2% energiebesparing gerealiseerd ten opzichte van het jaar ervoor. Als deze besparing over de hele kas kan worden toegerekend naar de proefkas betekent dit een gerealiseerde besparing van **6,9%**. Op grond van de gerealiseerde bandbreedte zou een theoretisch hogere besparing mogelijk moeten zijn geweest.

3 Inleiding

In de winters van 2001 tot 2004 is door PPO Glastuinbouw uitgebreid onderzoek verricht naar de mogelijkheden andere temperatuurstrategieën toe te passen bij Bromelia, ten einde **energiebesparing** te realiseren **zonder kwaliteitsverlies**. Het onderzoek heeft bruikbare resultaten opgeleverd. Nog maar weinig bedrijven echter passen de resultaten van onderzoek toe. Om de stap van kleinschalige proeven naar een massale toepassing in de praktijk te bevorderen, is in de periode 14 oktober 2004 tot en met 8 april 2005 een praktijkproef op grotere schaal uitgevoerd bij wijze van proef (andere soorten dan de eerder geteste en andere instellingen) en van demonstratie.

Deze proef is gedaan op een afdeling van 1114 m² op een Bromelia kwekerij in Nibbixwoud. Een aangrenzende afdeling diende als referentie. In beide afdelingen zijn twee soorten Guzmania en twee soorten Vriesea geteeld.

Voor het vaststellen van de klimaatinstellingen in de proefafdeling is gebruik gemaakt van het geleerde in het onderzoek van de afgelopen jaren:

- In de fase voor de bloei-inductie kunnen Bromelia planten een lagere ruimtetemperatuur verdragen mits de wortels “warm” blijven (onderzoek 2001-2002 en 2002-2003). Dit maakt mogelijk om het **bovennet uit te zetten**. Uit eerder onderzoek is bekend dat het uitzetten van het bovennet en doorgaan op alleen ondernet een energiebesparing van 10% realiseert.
- In de fase na bloei-inductie, wordt de kwaliteit en de teeltduur van Bromelia met name bepaald door de gemiddelde temperatuur (onderzoek 2003-2004). Dit maakt het mogelijk om gebruik te maken van de natuurlijke stralingswarmte overdag en dit temperatuuroverschot met een lagere nachttemperatuur te compenseren, met andere woorden, om **gebruik te maken van Temperatuurintegratie (TI)**. Met TI is het uit diverse onderzoeken bekend dat de hoeveelheid energie die maximaal te besparen valt afhankelijk is van de bandbreedte. Bij een bandbreedte van 2 graden is al een besparing van 4% mogelijk.
- Guzmania Empire kan tijdelijk zonder problemen een temperatuur van 12 graden verdragen (onderzoek 2001-2002), mits deze in de weken erna gecompenseerd wordt; Vriesea ‘Christiane’ kan lange periodes van 16 en 24 graden heel goed aan (onderzoek 2003-2004). Dit maakt het mogelijk om **een zeer ruime bandbreedte van 8 á 10 graden** te accepteren. Bij een bandbreedte van 8-10 graden kan de energiebesparing oplopen tot 18% (onderzoek bij Anthurium andreanum, 2002-2004).
- Tijdens de bloei-inductie heeft een te lage temperatuur (16 graden en lager) voor veel soorten, waaronder een aantal Vriesea’s, een negatief effect op het percentage bloei. Dit kan een limiterend aspect worden waar rekening mee gehouden moet worden bij het kiezen van de momenten waarop de temperatuur laag mag worden.

In overleg met de BCO en de teler is gekozen voor het toepassen van temperatuurintegratie in de proefafdeling met een bandbreedte van 14 tot 24 °C. Het klimaat is door middel van dataloggers in beide afdelingen nauwkeurig geregistreerd. Op het moment van veilen van de planten zijn de planten door de teler beoordeeld. De effecten van de klimaatinstellingen op de teeltduur en gewaskwaliteit worden in dit verslag beschreven.

4 Bedrijf en proefbeschrijving

4.1 Algemeen bedrijf

De proef is uitgevoerd op Bromeliakwekerij Arie Klijn VOF, Ganker 106, 1688 CW Nibbixwoud.

De totale bedrijfsoppervlakte bedraagt 6.393 m².

Het bedrijf is verdeeld in drie teeltafdelingen.

Poothoogte bedrijf 3,5 m; doek hangt op 2,50 m. 2 energiedoeken boven elkaar (LS 16 en een plastic scherm); te regelen op vocht, licht en temperatuur.

Er wordt geen CO₂ gedoseerd .

Watergift met voedingsoplossing bovendoor. Er zit al wat voorraad meststof door de potgrond (Tref Ego).

Er worden geen monsters genomen, behalve als er problemen zijn.

Er wordt niet met assimilatiebelichting bijbelicht.

Het teeltgedeelte van de proef is op 11 oktober 2004 gestart en op 8 april 2005 afgerond.

4.2 Testafdeling

Het oppervlak van de testafdeling is 1114 m².

De testafdeling heeft alléén aan één zijde (lange zijde) een buitengevel. De overige drie gevels grenzen aan de referentieafdeling, schuur en ketelruimte, en aan een derde afdeling waar niet geregistreerd wordt (zie figuur 1). Een verspeenruimte, waar medewerkers de hele dag zittend werk verrichten, maakt fysiek deel uit van deze afdeling. Deze ruimte wordt door een plastic gordijn gescheiden van de ruimte waar de planten groeien, omdat hier temperaturen moeten heersen die aangenaam zijn voor de medewerkers. Dit beïnvloedt mogelijk de temperatuur op de tafels die direct aan deze ruimte grenzen.

De afdelingen zijn wat klimaat betreft apart aan te sturen.

Er hangt een Hoogendoorn meetbox, gekoppeld aan een nieuwe Hoogendoorn computer. Econaut software is aanwezig (nodig voor het toepassen van meerdaagse temperatuurintegratie).

De planten staan in de testafdeling op tafels. De tafels zijn 1,80 m breed met een metatol open rek waarop tempex trays geplaatst kunnen worden.

Het ondernet en bovennet zijn niet onafhankelijk van elkaar te regelen; het is wel mogelijk om het bovennet (om de ruimtetemperatuur laag te houden) handmatig uit te zetten (kraan dichtdraaien).

Zowel onder als boven de tafels wordt voor de verwarming een 51 mm buis gebruikt.

Deze afdeling is altijd vochtiger dan de andere twee.

4.3 Referentie afdeling

In de referentieafdeling staan de planten op de grond. De oppervlakte van deze afdeling is 6393 m². De afdeling grenst aan de testafdeling, de verspeenruimte en is aan twee gevels vrij (buitengevels). De pijpen voor ondernetverwarming zitten in de grond. In deze afdeling wordt de temperatuurregeling met een smalle bandbreedte ingesteld van 19,5°C 's nachts en 20°C overdag. Dit zijn instellingen die normaal ook gebruikt worden op dit bedrijf.

4.4 Gewaskeuze

De hoofdteelten van het bedrijf zijn Vriesea Splenriet en **Guzmania Empire**. De planten stonden er al enkele maanden voor de start van de proef. Omdat veel van het onderzoek wat hier beproefd gaat worden met Guzmania Empire is uitgevoerd, is dit een prima keuze. Daarnaast kreeg de teler van zijn plantenleverancier een partijtje van een nieuwe soort, **Guzmania Tempo**. Deze cultivar zal op termijn Empire gaan vervangen.

De BCO hechtte tevens ook belang aan het vervangen van Splenriet door een andere groenbladige Vriesea, omdat deze erom bekend staat om veel gevoeliger te reageren op klimaatschommelingen en met name lage temperaturen. Hiervoor is een partij van 900 Vriesea planten aangekocht met de cultivars 'Christiane' en 'Isabel'.

4.5 Watergiften en bemesting

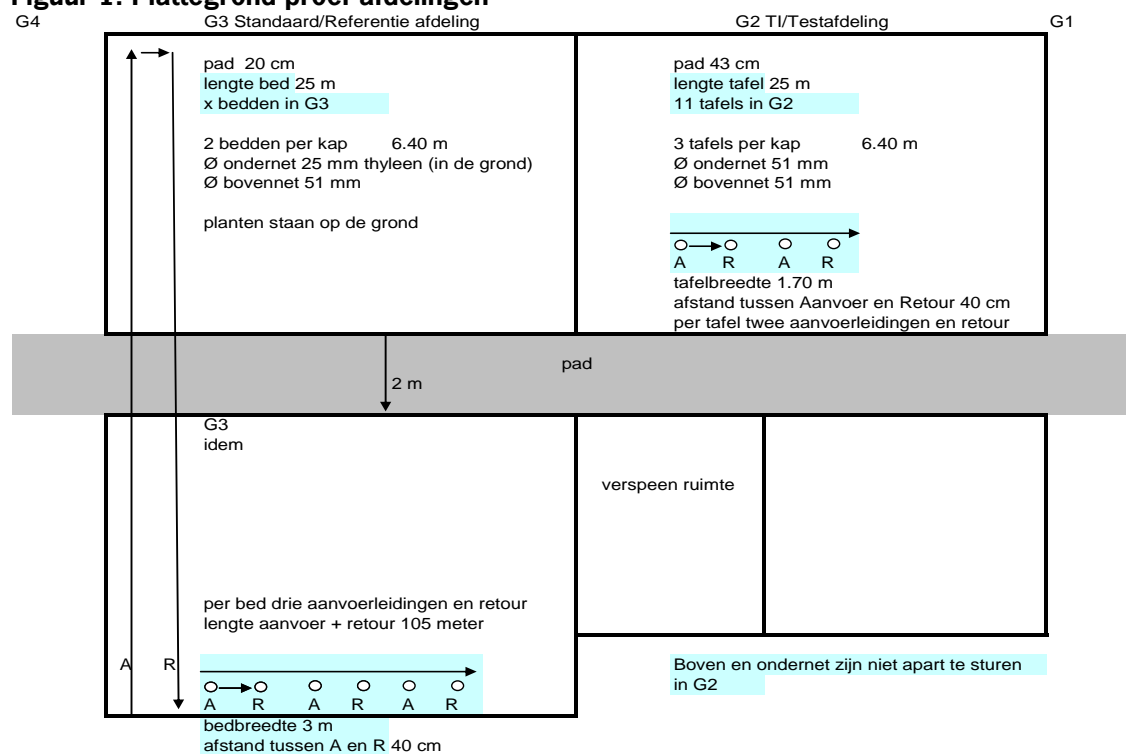
De watergift gebeurt op inzicht van de kweker naar behoefte. De planten zijn opgepot in Tref Ego potgrond, samengesteld uit lers veen, waardoor als meststoffen kalk (2 kg/m^3) en $0,5 \text{ kg/m}^3$ P.G. mix (12-14-24) waren gemengd. Bovendoor krijgen de planten water met een voedingsoplossing met een EC van 0,4 gedurende de winter, oplopend naar 0.9 in de zomer. De voedingsoplossing bestaat uit Superex (N 9,6; P_2O_5 10; K_2O 35; MgO 4, Fe 1,8) waarbij om de week Kaliumnitraat en Calciumnitraat werden afgewisseld.

4.6 Proefopzet

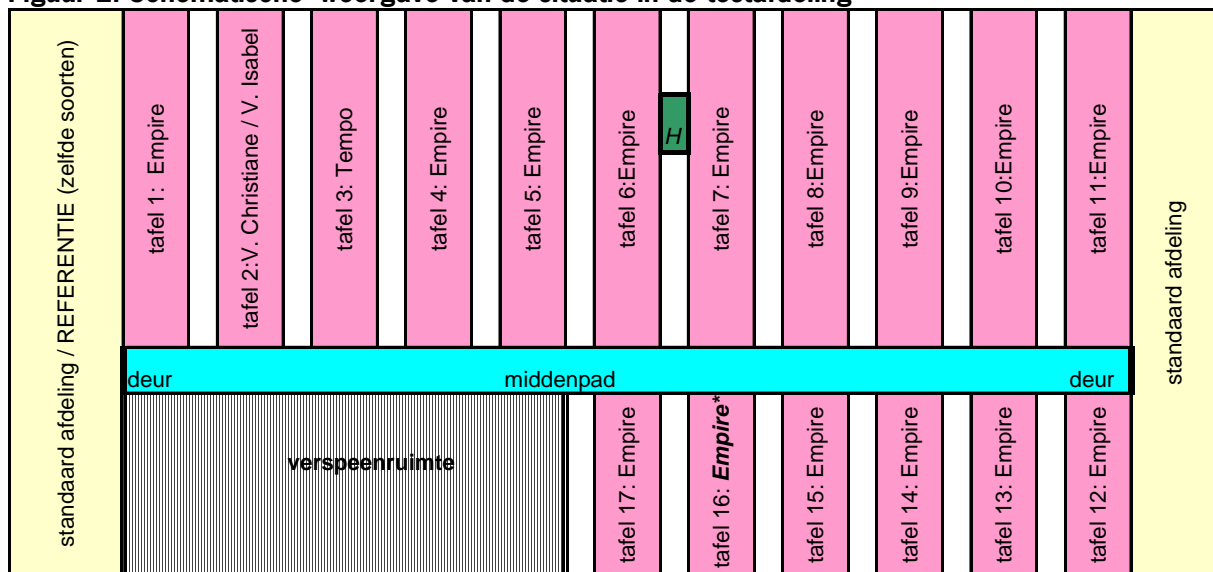
4.6.1 Proefplattegrond

Figuur 1 geeft de situatie van beide afdelingen in het bedrijf weer. Figuur 2 de situatie van de planten in de testafdeling.

Figuur 1: Plattegrond proef afdelingen



Figuur 2: Schematische weergave van de situatie in de testafdeling



**Tafel 16: Empire opgepot (20 planten in één tray)
 Tafel 2: Vriesea's uitgezet (9 planten in één tray)
 Tafel 3: Tempore uitgezet (9 planten in één tray)
 Resterende tafels: Empire uitgezet (9 planten in één tray)
 H geeft de plaats aan waar de Hoogendoorn sensor t.b.v. klimaatregeling hangt.

4.6.2 Klimaatansturing en registratie

Vanaf week 42 zijn in zowel de test- als de referentieafdelingen twee 4-kanaaldataloggers geïnstalleerd. Een datalogger meet elke minuut en registreert een getal per 10 minuten van:

- ruimtetemperatuur
- substraattemperatuur
- relatieve luchtvochtigheid
- PAR licht

Met deze gegevens kan het klimaat in beide afdelingen worden geregistreerd en met elkaar vergeleken.

De andere tweede datalogger verzamelt 10 minuten gegevens van de buistemperaturen:

- Aanvoertemperatuur
- Retourtemperatuur

Met deze gegevens was het in eerste instantie de bedoeling om het energieverbruik in beide afdelingen betrouwbaar te kunnen registreren. Echter, door beperkingen en onvolkomenheden in het verwarmingssysteem, is deze doelstelling onhaalbaar gebleken. Dit is verder toegelicht in paragraaf 5.3.

Vanaf het moment dat de dataloggers zijn geïnstalleerd, wordt in de testafdeling de temperatuur via het ECONAUT-systeem van Hoogendoorn aangestuurd. Over een integratieperiode van zeven dagen wordt een gemiddelde etmaaltemperatuur gerealiseerd, door de kasttemperatuur te laten fluctueren binnen een van te voren bepaalde bandbreedte (in dit geval tussen 14 en 24 °C). Om dit tot stand te brengen zijn weersvoorspellingen gebruikt over steeds een periode van zeven dagen. Het programma berekent, mede afhankelijk van het moment dat stoken voordelig is, de energiezuinige stooklijn. Viermaal per dag worden de recentste voorspellingen opgehaald (via een directe link met Meteoconsult) en wordt de stooklijn opnieuw berekend.

4.6.3 Bloeibehandeling

Vanaf week 44 wordt elke week een halve tafel uit de testafdeling en een half bed uit de referentieafdeling (ca. 1500 planten per afdeling per week) met acetyleen behandeld om de bloei te induceren. Dit gebeurt door de planten bovendoor te begieten met een acetyleenoplossing. De behandeling wordt op maandagochtend uitgevoerd met een herhaling op woensdagochtend.

Één week vóór de bloeibehandeling wordt de voeding van deze planten stop gezet. Vanaf dat moment krijgen ze alléén schoonwater. Naar verwachting zullen, afhankelijk van de tijd van het jaar en van de soort, de planten 10 tot 17 weken na deze bloeibehandeling klaar zijn voor de verkoop.

Één week na de bloeibehandeling wordt de voeding van de behandelde planten hervat.

4.6.4 Waarnemingen

Op het moment dat de planten de juiste commerciële rijpheid hebben bereikt, worden ze ingepakt en geveild. Omdat niet alle planten uit een partij (uit dezelfde bloeibehandeldingsdatum) exact op hetzelfde tijdstip klaar zijn, worden de veijklare planten uit een bed of tafel “opgezocht”.

Van de opgezochte planten worden door een medewerker van het bedrijf de volgende gegevens genoteerd:

- aantal planten
- tijd tot bloei (in weken)
- kwaliteit (aangegeven in vier kwaliteitsklassen: *zwaar*, *middel*, *A2* (slechte kwaliteit, maar nog niet zo slecht om weg te gooien) en *weggooi* (te slechte kwaliteit; de reden wordt aangegeven).

Daarnaast is de lengte van de bloeiwijze van de Vriesea's (steekproef van 20 planten per soort en per afdeling) gemeten.

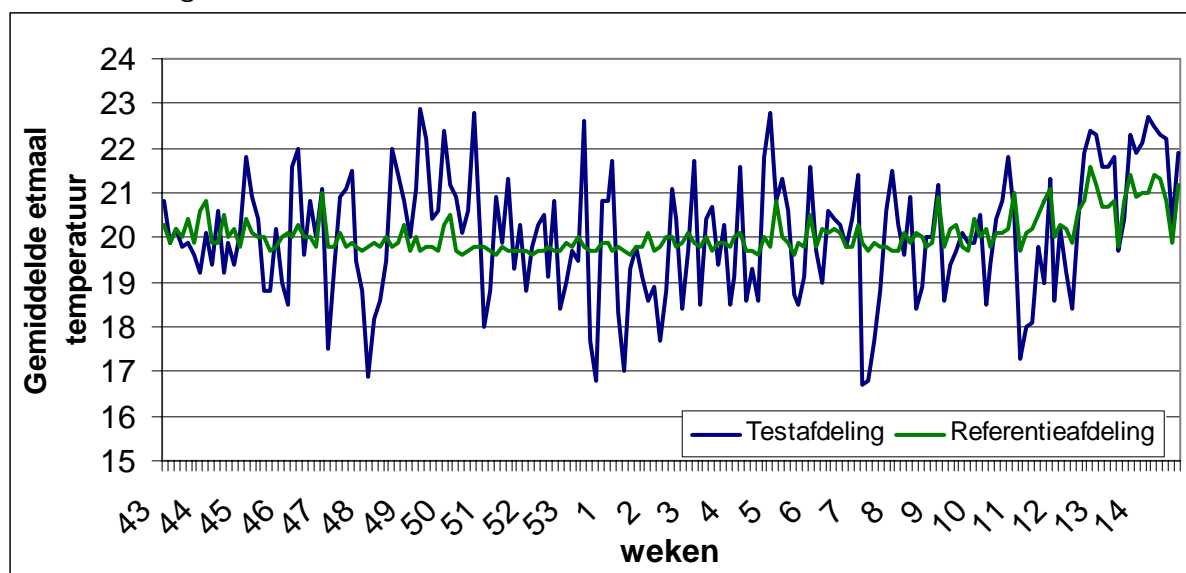
5 Resultaten en discussie

5.1 Gerealiseerd klimaat

5.1.1 Kastemperatuur

Figuur 3 geeft de gerealiseerde etmaalgemiddelde temperaturen in beide afdelingen (testafdeling en referentieafdeling) weer.

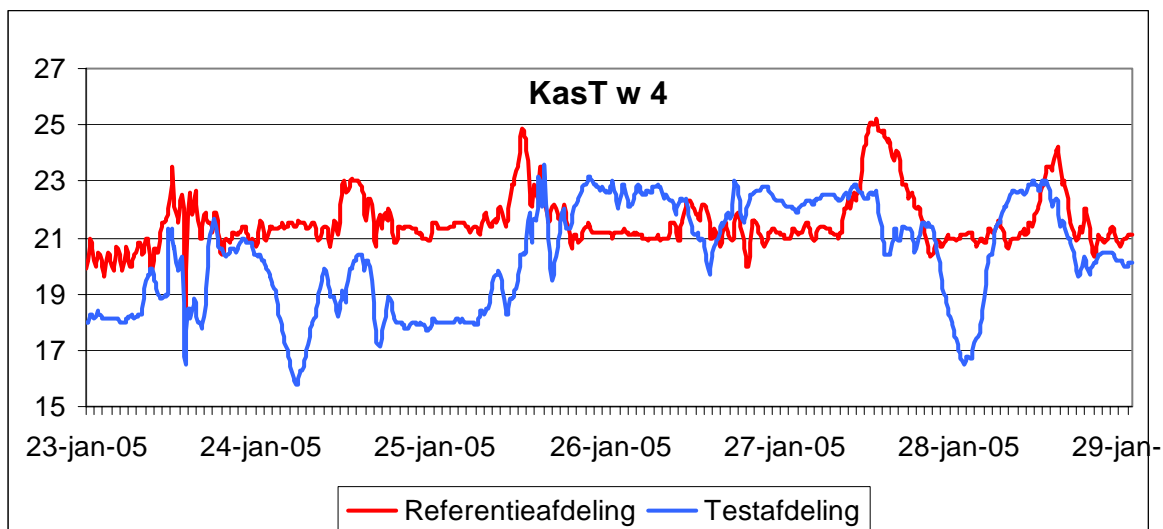
De gemiddelde etmaalt temperatuur over de gehele proefperiode was in de testafdeling 20.05 °C en in de referentieafdeling 20.06 °C.



Figuur 3: Verloop in de tijd van de gerealiseerde etmaalgemiddelden.

De manier waarop deze gemiddelden zijn gerealiseerd is zichtbaar anders. In de referentieafdeling is deze gerealiseerd met een afwijking van maximaal 1 graad en meestal beneden 0,5 graad. In de testafdeling zijn schommelingen in etmaalgemiddelden gemeten van tussen 16.5 en 23 graden; een afwijking van ruim 6 graden.

De 10 minuten gemiddelden uit de dataloggers laten ook momenten zien waarop de kastemperatuur in de testafdeling gezakt is tot 15 graden (zie voorbeeldweek op figuur 4). Temperatuurschommelingen in de referentieafdeling zijn bijna uitsluitend naar boven en zijn veroorzaakt door stralingswarmte.

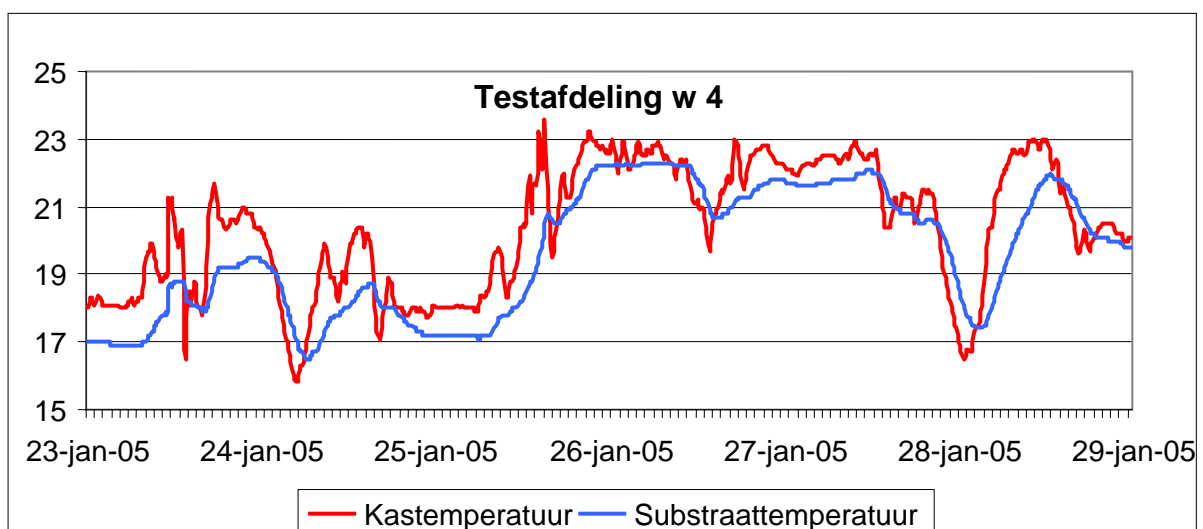


Figuur 4: Verloop in de tijd van de gerealiseerde kasttemperaturen, week 4 (2005)

Het goede verloop van de temperatuur in de testafdeling is in de koudste weken en in de warmste weken verstoord door de verspeenafdeling. Doordat het personeel hier in een voor mensen aangenaam klimaat moeten werken, werd de klimaatregeling aangepast. Als voorbeeld kan week 11 dienen (niet weergegeven): de extreem warme dagen maakten het klimaat in de verspeenafdeling onaangenaam voor de medewerksters, waardoor de ventilatietemperatuur door Klijn op 21 °C moest worden ingesteld. Als gevolg hiervan, kon de temperatuur in de kas niet oplopen tot de gewenste 25°C, waardoor deze afdeling in één week 10 graden achterstand opliep ten opzichte van de referentieafdeling.

5.1.2 Substraattemperatuur

De substraattemperatuur volgt vrij goed de kasttemperatuur met een vertraging van twee uur. Gemiddeld over de gehele periode was het voor de referentieafdeling 20.15 °C en voor de testafdeling 19.37 °C. In de testafdeling hebben zich temperaturen van 15,5 en 16°C in het substraat voorgedaan. Als voorbeeld wordt hieronder in figuur 5 het verloop van de substraattemperatuur in de testafdeling in week 4 weergegeven naast de kasttemperatuur.



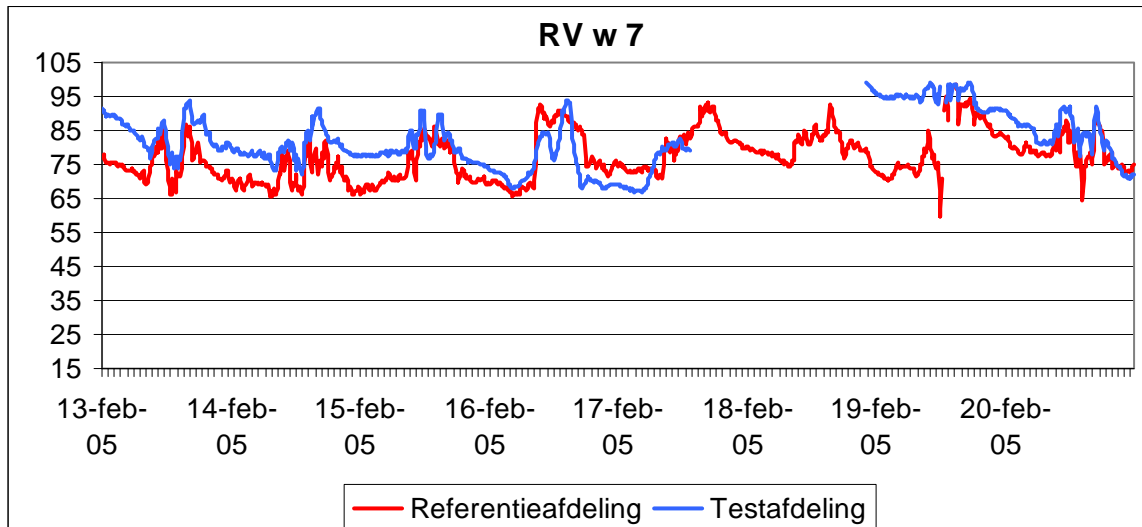
Figuur 5: Verloop in de tijd van de gerealiseerde substraat- en kasttemperatuur, week 4 (2005)

5.1.3 Relatieve luchtvochtigheid

De relatieve luchtvochtigheid was gedurende de hele proefperiode hoger in de testafdeling dan in de referentieafdeling. Het verschil varieerde tussen 0 en 30%. Doordat de dataloggers geplaatst zijn één week voordat er met temperatuurintegratie gewerkt werd, konden wij al een basisverschil constateren. De verschillen vielen niet altijd samen met grote temperatuurverschillen.

Figuur 6 laat het verloop van de RV in beide kassen in week 7 zien.

Daarnaast vertoonde de RV-meting in beide afdelingen enorm veel verstoringen, mogelijk veroorzaakt door water in het apparaat als gevolg van de watergiften.

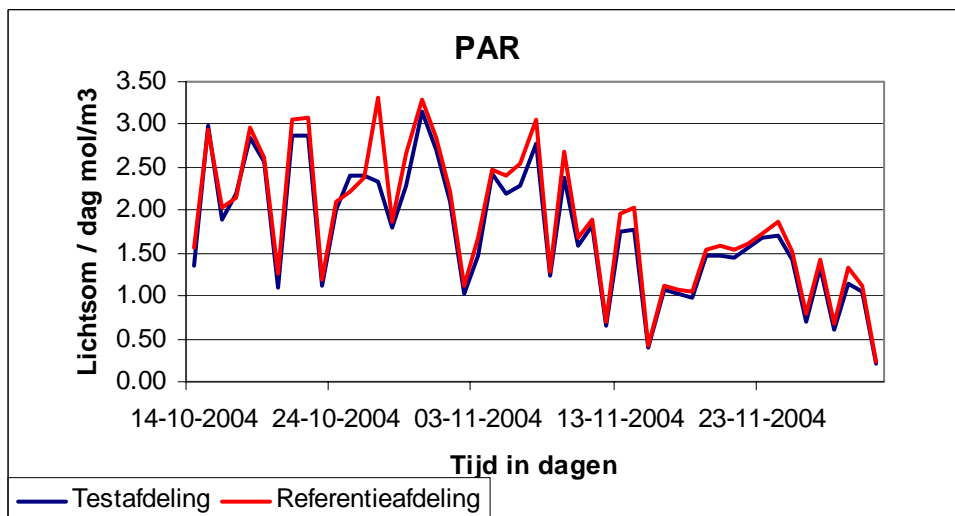


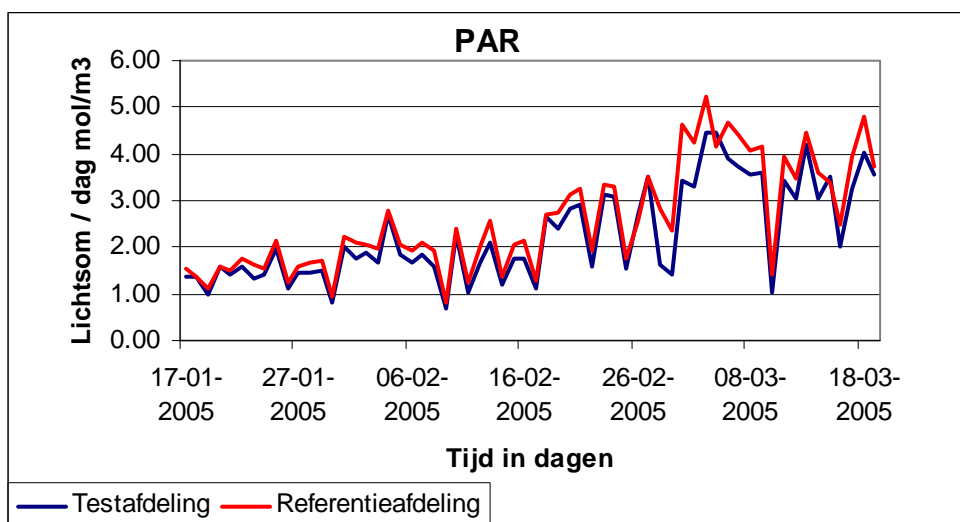
Figuur 6: Verloop RV in beide afdelingen in week 7

5.1.4 PAR – licht

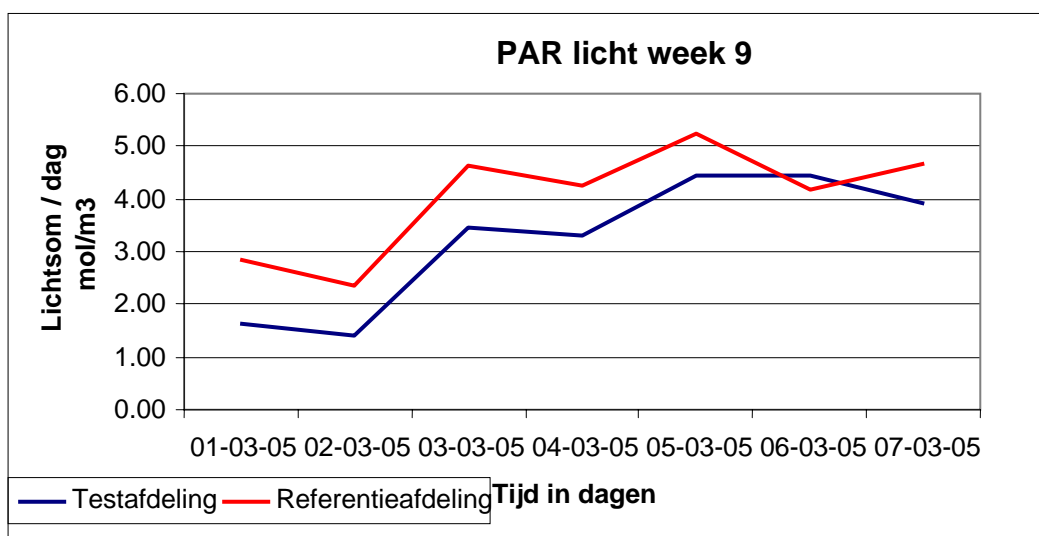
De gegevens van de 10 minuten gemiddelden van het PAR-licht per afdeling hebben een onverwacht verschil in lichtsommen in beide afdelingen aangetoond.

In de periode oktober tot december ontvingen de planten in de testafdeling in totaal 6,7% minder licht dan de planten in de referentieafdeling.





Figuur 7: Verloop PAR-licht in beide afdelingen



Figuur 8: Uitvergroting PAR-lichtsomverloop in beide afdelingen in week 9

In de periode januari tot maart was het verschil 12.3%. Figuur 7 laat het verloop zien van de lichtsommen in beide afdelingen. Er zijn dagen (voorbeeld 1 en 2 maart, week 9, uitvergroet in figuur 8) waar de lichtsom in de testafdeling 40% lager licht dan in de referentieafdeling. Het lichtverschil tijdens de bloeibehandeling in week 48 (één van de weken met de laagste buitenstraling) heeft mogelijk consequenties gehad voor de plantkwaliteit, zie verder in paragraaf 5.2.2

5.2 Effecten op het gewas

Vanaf week 44 zijn planten behandeld om de bloei te induceren. De eerste planten uit die partij (Guzmania Empire) waren in week 3 klaar. De oogstperiode liep door tot in week 4. Op het moment van oogsten zijn de planten op kwaliteit beoordeeld, zoals de teler dat altijd doet. Per oogstdatum werd het totale aantal opgezochte planten geteld; het aantal planten in de zware en lichte kwaliteit (figuur 9), in de A2 kwaliteit en eventuele onverkoopbare planten (aangeduid als "weggooi") zijn ook geteld.

Per partij is de gemiddelde teeltduur en de gemiddelde eindkwaliteit berekend (bijlage 1 en 2). Het gemiddelde over de hele proefperiode voor de testafdeling en de referentieafdeling is in de volgende hoofdstukken, gesplitst per soort en in de vorm van tabellen weergegeven.

5.2.1 Guzmania Empire

Het grootste gedeelte van de proef (totaal 39.357 planten) betrof Guzmania Empire. De planten worden als “zwaar” of “middel” op basis van een visuele beoordeling ingedeeld (figuur 9). Omdat er geen verschil in opbrengst is tussen beide kwaliteiten, kan het voorkomen dat planten met een tussenmaat soms als “zwaar” en soms als “middel” worden beoordeeld.

De gewasresultaten voor Guzmania Empire zijn in tabel 1 weergegeven.

Figuur 9: Foto's voorbeeld van “zware” en “middel” plant van Guzmania Empire



Bovenaanzicht “middel” (links) en “zwaar”(rechts)



Voorraanzicht “middel” (links) en “zwaar”(rechts)

Tabel 1: gewasresultaten Guzmania Empire

	Referentieafdeling	Testafdeling
Totaal aantal planten	21323	18034
Gemiddelde teeltduur (weken)	11.93	12.45
Percentage zwaar	35.6	31.3
Percentage middel	48.6	50.8
Percentage A2	13.4	15.1
Meest voorkomende reden A2	Hoge steel / niet op kleur	Hoge steel / niet op kleur
Percentage weggooi	2.3	2.9

De planten die weggegooid zijn hadden altijd als reden “overrijp”. In feite zijn dit planten die veilrijp werden tussen twee veildata (er wordt éénmaal per week geveild), waardoor ze voor de eerste week net te vroeg en voor de laatste week net te laat rijp zijn.

Een analyse van de gegevens uit de bovenstaande tabel laat kleine verschillen zien in teeltduur en teeltkwaliteit tussen de planten uit beide afdelingen. Deze verschillen zijn statistisch niet significant.

Uit eerder onderzoek met Guzmania Ostara is gebleken dat verschillen in de gemiddelde teelttemperatuur over drie maanden na de bloei-inductie een belangrijk effect hadden op de teeltduur van de planten. Op basis van de gemiddelde teelttemperatuur in beide kassen (20,06 en 20,05°C) is het ontstane

teeltduurverschil (gemiddeld 3,6 dagen) niet te verklaren. Aannemelijker is het dat dit geringe verschil ontstaan is door de opgetreden PAR-lichtverschillen tussen beide kassen (zie 5.1.4). Zowel uit literatuurgegevens als uit praktijkervaring is bekend dat de teeltduur, naast de temperatuur, ook afhankelijk is van het lichtniveau.

Daarnaast, zou de oogstlogistiek in het bedrijf (eerst in de referentieafdeling, daarna pas in de testafdeling) ook een rol kunnen spelen in het ontstaan van de geringe verschillen.

5.2.2 Guzmania Tempo

Van deze soort is slechts een kleine partij (ruim 3000 Planten) geteeld. De planten stonden in beide afdelingen bij elkaar, waardoor ze allemaal voor bloei begasd zijn in dezelfde week (week 48). Er zijn dus geen herhalingen in de tijd geweest voor deze planten. De gewasresultaten staan in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2: gewasresultaten Guzmania Tempo

	Referentieafdeling	Testafdeling
Totaal aantal planten	1395	1680
Gemiddelde teeltduur (weken)	12.29	12.97
Percentage zwaar	67.24	19.29
Percentage middel	27.24	14.29
Percentage A2	0.72	54.05
Meest voorkomende reden A2	Niet op kleur	Niet op kleur
Percentage weggooi	4.8	12.38

Hoewel uit de referentieafdeling een hoger percentage weggooi is geregistreerd dan van Guzmania Empire, is het percentage A2 en weggooi uit de testafdeling onacceptabel hoog. De meest voorkomende reden van weggooi was het niet op kleur zijn gekomen van de bloeiwijze (figuur 10).

Doordat de teler onbekend was met deze soort, en van Empire tot dat moment nog geen planten zijn weggegooid met dezelfde keuropmerking, was de oorzaak van dit probleem niet bekend. Het lijkt erop dat de bloei wel degelijk is geïnduceerd door de acetyleenbehandeling, dat wil zeggen, de planten hebben wel de overgang gemaakt van vegetatief naar generatief groeipunt, maar de verdere ontwikkeling van de bloeiwijze staat vervolgens stil, waardoor de plant vegetatief doorgroeit.

Tijdens een discussie met de Begeleidingscommissie Onderzoek (ook telers) zijn aan de hand van de telerservaringen en literatuurgegevens 4 mogelijke oorzaken aangestipt. Hieronder worden deze genoemd en besproken:

1 De planten waren te jong.

Uit literatuurgegevens (o.a. Zimmer 1986) is bekend dat de bloei-induceerbaarheid van Bromelia's kan afhangen van grootte, leeftijd, bladaantal en versgewicht.

Het is waar dat deze planten iets te jong (te klein) waren voor bloei-inductie; dit zou verklaren waarom er planten waren die niet goed bloeiden. Echter, doordat alle planten dezelfde leeftijd hadden, kan dit niet het verschil A2 en het percentage weggooi verklaren.

Figuur 10: Voorbeelden Guzmania Tempo niet goed op kleur.



Boven: Planten afkomstig uit de referentieafdeling. Groot verschil in kleur van de schutbladeren tussen planten te zien.



De mate waarin varieerde sterk tussen planten als te zien in deze reeks: links (goed op kleur) naar rechts (slecht tot niet op kleur). Planten afkomstig uit de testafdeling.

2- De bemestingstoestand van de planten.

Guzmania Tempo is een snel groeiende soort. Doordat deze planten sneller groeien dan Guzmania Empire bij inductie in dezelfde periode, zou de vraag naar voeding groter zijn bij deze planten. Doordat de luchtvochtigheid in beide kassen verschilde (hoger in de testafdeling) zouden de Tempo uit de testafdeling

een lagere verdamping hebben, waardoor mogelijk minder voeding opgenomen wordt en een voedingstekort in de plant zou ontstaan en / of een voedingsophoping in de potgrond is ontstaan. Het is niet ondersteund uit literatuurgegevens, maar bekend vanuit de praktijk, dat stoppen met bemesten vlak voor de bloei-inductie, de effectiviteit van de bloeibehandeling positief beïnvloedt (zie ook 4.5). Om deze mogelijke oorzaak te bevestigen dan wel ontkrachten zijn er gewas- en potgrondmonsters genomen van planten die goed en slecht op kleur waren. Uit de analyseresultaten (bijlage 3) zijn geen verschillen naar voren gekomen.

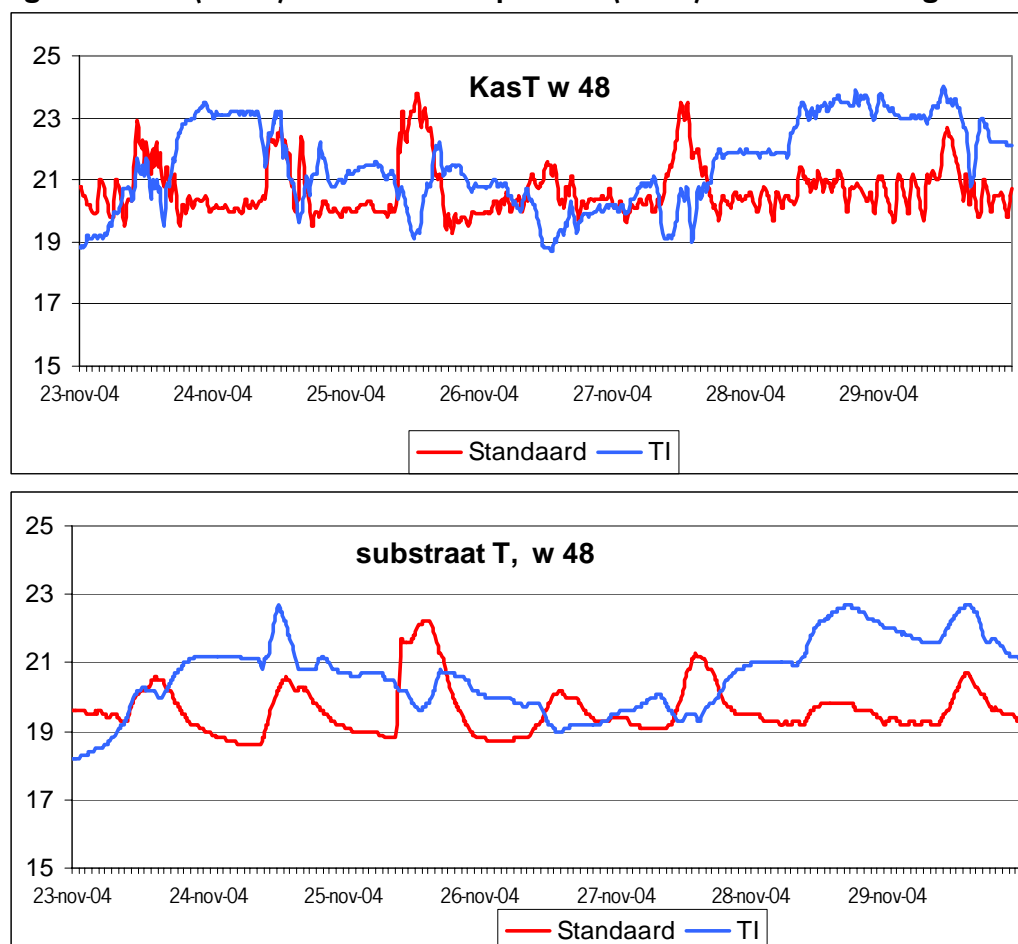
3 (Te) lage temperatuur van behandelwater en kasttemperatuur tijdens bloeibehandeling.

De plantenveredelaar en leverancier van de planten heeft met deze soort de ervaring dat een lage kasttemperatuur in combinatie met een lage temperatuur van het water tijdens de bloeibehandeling ($< 15^{\circ}\text{C}$) een negatieve invloed uitoefent op de bloeibehandeling. Dit negatieve effect is te verklaren doordat de oplosbaarheid van acetyleen, waarmee de bloei geïnduceerd is, afneemt met de watertemperatuur. Hierdoor komt bij gelijke dosering een lagere hoeveelheid ethyleen vrij, waardoor de bloei-inductie onvolledig kan zijn.

De temperatuur van het water tijdens de behandeling is niet meer te achterhalen, maar was in ieder geval in beide kassen gelijk tijdens de behandeling.

Uit de kasttemperatuurgegevens, verzameld met behulp van de datalogger (figuur 11), blijkt dat de kasttemperatuur in beide kassen in de week van de bloeibehandeling (wk 48) niet lager is geweest dan 19°C en de substraattemperatuur niet lager dan $18,5^{\circ}\text{C}$. Hierdoor is deze verklaring ook niet echt aannemelijk.

Figuur 11: Kas (boven) en substraattemperatuur (onder) van beide afdelingen in week 48



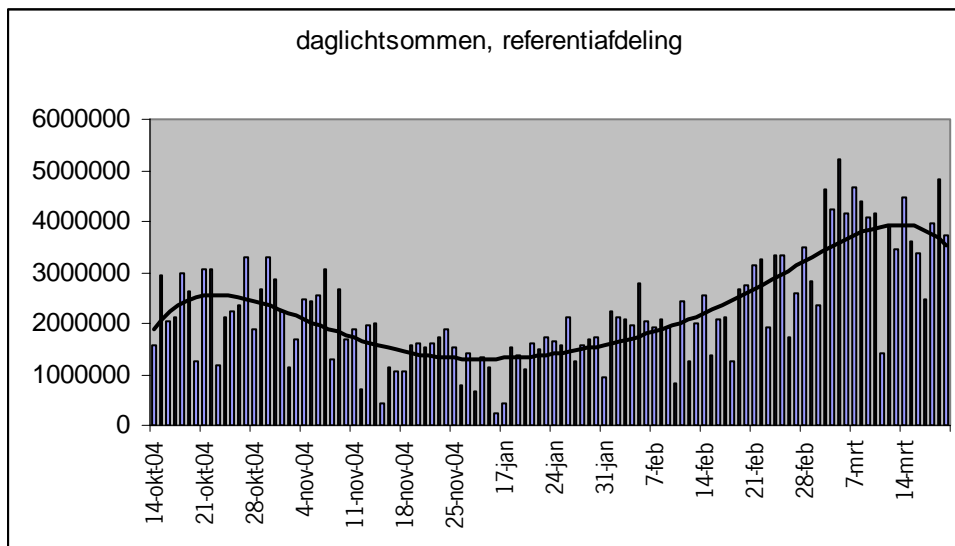
4- De behandelde planten hebben te weinig licht ontvangen

Uit een discussie met telers blijkt dit “niet op kleur komen” vaker voor te komen. M. Koolhaas had met in week 48 behandelde Guzmania ‘Empire’ ook veel niet op kleur gekomen planten; hij weet dit aan de lage lichtsommen die in de donkerste weken van het jaar door de planten worden ontvangen. Een andere teler, C. Bak, had hetzelfde gezien met G. ‘Tempo’ behandeld onder lage lichtsommen. Beide telers maakten geen gebruik van temperatuurintegratie.

Literatuurgegevens en praktijkervaring ondersteunen deze hypothese: bloei-inductie is veel effectiever in het voorjaar en zomer dan in herfst en winter. Tijdens het inductieproces is licht essentieel: voor de faseovergang zijn op korte termijn veel assimilaten nodig en bij te weinig licht worden die niet gevormd. Ook in de dagen na de inductie blijkt licht in de generatieve fase een aanzienlijke invloed op de kwaliteit van de zich ontwikkelende bloeiwijze te hebben (Zimmer 1986). Onder lichtarme omstandigheden zijn de kleuren van de planten en/of van de bloeiwijze vaak minder intens.

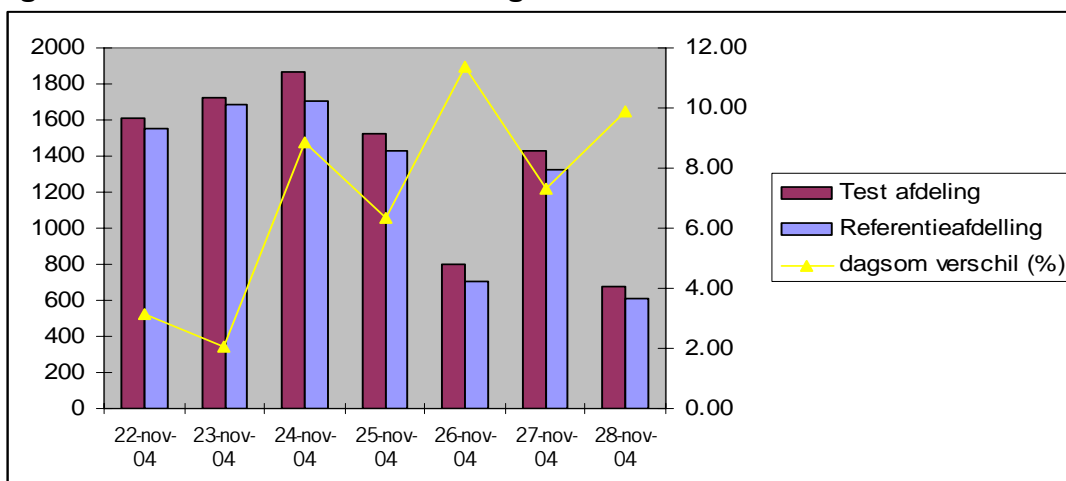
Uit de PAR-licht metingen van de dataloggers blijkt dat week 48 tot de donkerste weken van het jaar behoort (fig. 12); het is aannemelijk dat de ontvangen lichtsommen te laag waren voor een goede bloeiontwikkeling, waardoor veel planten niet op kleur zijn gekomen.

Figuur 12: dag PAR-lichtsommen tijdens de proefperiode in de referentieafdeling



Daarnaast, als vermeld onder 5.1.4., blijkt de testafdeling een lagere lichtsom te hebben ontvangen dan de referentieafdeling, ook in week 48 (figuur 13). Dit verschil zou kunnen verklaren waarom in de testafdeling het probleem veel erger was dan in de referentieafdeling.

Figuur 13: PAR-licht som in beide afdelingen in week 48



Gebrek aan licht is hierdoor de meest aannemelijke reden van het niet op kleur komen van de bloeiwijze, mogelijk in combinatie met de leeftijd van de planten (mogelijke oorzaak 1). Echter, door het ontbreken van resultaten uit andere behandelweken in dezelfde kas, kan dit niet met 100% zekerheid worden vastgesteld.

5.2.3 Vriesea

Van twee soorten Vriesea zijn 450 planten geteeld, waarvan 225 in elke afdeling. Ook deze planten zijn allemaal op dezelfde dag voor bloei behandeld (week 48). Ook hiervan zijn dus geen herhalingen in de tijd geweest. Uit eerder onderzoek met Vriesea Christiana is gebleken dat verschillen in de gemiddelde teeltemperatuur na de bloei-inductie, naast een sterk effect op de teeltduur, een belangrijk effect hadden op de lengte van de bloeiwijze en op het aantal vertakkingen van de bloeiwijze. Met name het aantal vertakkingen is ook een belangrijke kwaliteitsindicator en van belang voor de prijsvorming. Daarom zijn deze laatste kwaliteitsindicatoren van een steekproef van 20 planten per afdeling en soort geregistreerd. Deze gewasresultaten staan in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3: gewasresultaten Vriesea

Soort	Referentieafdeling		Testafdeling	
	<i>Christiane</i>	<i>Isabel</i>	<i>Christiane</i>	<i>Isabel</i>
Totaal aantal planten	225	225	225	225
Gemiddelde teeltduur (weken)	17	17	17	17
Percentage A1	100	97.8	100	96.5
Percentage weggooi	0	2.2	0	3.5
Gem. lengte bloeiwijze cm (sd)	27.4 (1.9)	25.4 (1.3)	28.8 (1.6)	27.0 (1.9)
Gem. aantal vertakkingen	1.9 (0.6)	1.7 (0.8)	1.7 (0.6)	1.9 (0.7)

Een analyse van de gegevens uit de bovenstaande tabel laat zien dat er geen verschillen zijn opgetreden in teeltduur en teeltkwaliteit tussen de planten uit beide afdelingen. Het percentage bloei is in beide afdelingen niet negatief beïnvloed door de lichtarme omstandigheden.

Tijdens de teelt ontwikkelde de bloeiwijze van beide soorten aanzienlijk sneller in de testafdeling dan in de referentieafdeling (zie figuur 14). De planten in de testafdeling bereikten anderhalve tot twee weken eerder het veilrijpe stadium en hadden eerder geveild kunnen worden. Door de beperkte grootte van de partij, is dit echter niet gebeurd.

Uit het onderzoek van 2003/2004 is gebleken dat de ontwikkelingssnelheid van Vriesea's heel sterk correleert met de gemiddelde temperatuur: per elke graad temperatuurverschil 7 dagen in ontwikkelingssnelheid. Een verklaring voor dit verschil in ontwikkelingssnelheid is niet aan de hand van de gemeten gemiddelde kasttemperatuur of lichtverschillen voorhanden.

Echter, dit verschil zou goed te verklaren zijn aan de hand van horizontale temperatuurverschillen in de referentieafdeling. Deze hypothese wordt niet door metingen ondersteund (er is slechts één datalogger per afdeling voor de gemiddelde ruimtetemperatuur én voor de substraattemperatuur geplaatst), maar wel door de bevindingen van de doormeting met infraroodthermometers van het verwarmingssysteem (zie 5.3). Uit eerder onderzoek is bekend dat onvolkomenheden in het verwarmingssysteem tot grote plaatselijke temperatuurverschillen kunnen leiden. Bovendien stonden de Vrieseas in deze afdeling voor een groot gedeelte (met name Isabel, waar de ontwikkeling het traagst verliep) binnen een afstand van minder dan de geadviseerde 5 meter van de gevels. Gevels hebben een sterke invloed op de temperatuur.

Figuur 14: Bloeiwijze Vriesea. Situatie op 22 februari, drie maanden na bloei-inductie.



Vriesea Christiane, links referentieafdeling, rechts testafdeling.



Vriesea Isabel, links referentieafdeling, rechts testafdeling.

5.3 Effecten op het energieverbruik

Uit onderzoek met uiteenlopende gewassen en uit praktijkervaring blijkt dat het mogelijk is om energie te besparen met het gebruik van temperatuurintegratie. De hoeveelheid energie die maximaal te besparen valt is afhankelijk van de bandbreedte. Bij een bandbreedte van 2 graden is deze 4%. Bij een bandbreedte van 8-10 graden, zoals in dit onderzoek, zou de theoretische energiebesparing kunnen oplopen tot 18%.

Daarnaast is uit eerder onderzoek bekend dat het uitzetten van het bovennet en doorgaan op alleen ondernet tot een energiebesparing van 10% kan leiden.

Om het energiegebruik in beide afdelingen (referentieafdeling en testafdeling) in deze proef te berekenen, zijn dataloggers geplaatst om metingen van aanvoer- en retourtemperaturen te gebruiken t.b.v. de berekeningen van het energieverbruik.

5.3.1 Doormeting gehele verwarmingssysteem

Om een betrouwbare berekening van het energieverbruik te kunnen berekenen volgens de gangbare methode (warmteafgifteprogramma van IMAG, 1998), is het gehele verwarmingssysteem van het bedrijf in kaart gebracht. Met een infraroodthermometer is de temperatuur gemeten van elke verwarmingsbuis (hoofdleidingen, buisrail en groeinet spiralen). De bevindingen zijn uitgebreid beschreven in bijlage 4. Uit de metingen zijn onvolkomenheden in het verwarmingssysteem zichtbaar geworden. Om deze onvolkomenheden zoveel mogelijk op te lossen, zijn adviezen opgesteld ten aanzien van het verplaatsen van de meetpunten en ter verbetering van het systeem. Echter, doordat de huidige kas nog dit jaar vervangen gaat worden door nieuwbouw, zijn deze verbeteringen niet doorgevoerd.

Dit heeft daarnaast consequenties voor de berekening van het energieverbruik (zie 5.3.1.1).

5.3.1.1 Verwarmingssysteem: gevolgen berekening energieverbruik

Uit deze metingen is gebleken dat de verwarming ingewikkeld in elkaar zit. De verwarmingssystemen in de beide afdelingen verschillen te sterk in grootte, ligging, specificatie en reactiesnelheid als mede het aantal netten. Daardoor is het vrijwel onmogelijk om het basisverschil in energieverbruik tussen beide afdelingen te

berekenen.

Hierdoor zijn metingen van aanvoer en retour, die een beeld geven van de gemiddelde buistemperatuur die nodig was om het kasklimaat te realiseren, niet bruikbaar.

Dit experiment levert dus een uitspraak op over het gerealiseerde kasklimaat als mede de gewaskundige kant van het toepassen van temperatuurintegratie. Over de te bereiken energiebesparing kan geen enkele uitspraak worden gedaan ook geen indicatieve.

5.3.1.2 Verwarmingssysteem: gevolgen voor de gewasgroei

In de referentieafdeling blijkt het bovennet heel ongelijk. Het duurt meer dan een half uur voor de veranderde aanvoertemperatuur ook de achterste spiraal heeft bereikt. Na een uur zijn de achterste spiralen nog steeds niet geheel op temperatuur. Dit betekent dat achteraan het net de doorstromingsnelheid van het systeem minimaal is **Gevolg**: Een ongelijke temperatuurverdeling waardoor het gewas achter in de kas achter in ontwikkeling zal blijven in vergelijking met voor in de kas.

5.3.1.3 Verwarmingssysteem: gevolgen voor de gewaswaarnemingen

Om randeffecten te vermijden zou zowel in de testafdeling als de referentieafdeling alleen waargenomen mogen worden binnen een hiertoe aangewezen proefvlak, dat minimaal 5 meter uit de kopgevel en 5 meter vanaf het pad ligt en waarbij de afstand tot de zijgevels minimaal 3 meter bedraagt. Dit is nodig om geveleffecten uit te sluiten. Gevels veroorzaken namelijk verschillen in klimaat.

Uit bedrijfslogistieke overwegingen blijkt het aanwijzen van dit proefvlak niet haalbaar, waardoor er uiteindelijk voor gekozen is om het hele bedrijf als proefvak te gebruiken.

5.3.2 Schatting energieverbruik

Omdat uit zijn gasverbruikregistraties de teler de indruk had dat hij energie bespaarde ten opzichte van andere winters, is er gekozen voor de volgende benadering: bepalen op basis van buiten- en binnenklimaatgegevens en energieverbruik welk deel van de besparing toegeschreven kan worden aan de mildheid van het klimaat en welk deel aan de toepassing van temperatuurintegratie.

Alleen op basis van het buitenklimaat in de winter van 2003/2004 en 2004/2005 zou in de proefwinter 0,3% minder zijn verstoekt. Het werkelijke verbruik lag 3,3% lager. In dat geval zou je kunnen zeggen dat de besparing is geweest: $(3,3\% - 0,3\%) = 3,0\%$. Als deze energiebesparing over de hele kas kan worden toegerekend naar de proefkas betekent dit $6393 / 1114 * 3,0\% = 17,2\%$.

Wanneer rekening wordt gehouden met de gerealiseerde kastemperatuur in beide winters, (in de winter 2004/2005 werd een 0,4°C lagere kastemperatuur aangehouden), blijkt een berekend verbruik dat 2,1 % lager ligt dan in 2003/2004.

Als $3,3\% - 2,1\% = 1,2\%$ energiebesparing over de hele kas kan worden toegerekend naar de proefafdeling betekent dit $6393 / 1114 * 1,2\% = 6,9\%$ besparing.

Deze besparing is veel lager dan het theoretisch haalbare maximum van 18%. Het verschil tussen de theorie en de praktijk kan in dit geval deels verklaard worden door de gekozen benadering voor de berekening (schatting) en deels door verstoringen in het klimaat van de testafdeling als gevolg van de verspeenafdeling en de hierop aangepaste instellingen.

6 Conclusies

Door deze praktijkproef is aangetoond dat **het telen van het hoofdgewas, Guzmania 'Empire' met gebruik van temperatuurintegratie met een ruime bandbreedte (10 graden) absoluut mogelijk is zonder gevolgen voor de teeltduur of de kwaliteit.**

Tevens is de teelt van twee kleine partijen **Vriesea ('Christiane' en 'Isabel') net zo goed verlopen met temperatuurintegratie als met de conventionele temperatuurregeling.**

De bloei van een kleine partij Guzmania 'Tempo' is negatief beïnvloed door een lager lichtniveau in de testafdeling. Omdat de gehele partij in week 48 is behandeld en in die week geen partij 'Empire' als vergelijking kan dienen, is dit resultaat niet representatief voor de effecten van temperatuurintegratie op de teelt van deze soort. Op basis van deze proef kan dus geen uitspraak gedaan worden over de geschiktheid van de soort 'Tempo'. Het is aannemelijk dat **onder gunstigere lichtcondities dan de heersende tijdens de bloeibehandeling, ook Guzmania 'Tempo' goed te telen zou zijn geweest met gebruik van temperatuurintegratie.**

Ten opzichte van de winter ervoor is op het bedrijf energie bespaard. **De energiebesparing kon door de aard van het verwarmingssysteem niet worden berekend.**

Vooropgesteld dat deze besparing (gecorrigeerd voor de verschillen in buiten- en binnentemperaturen) toegeschreven kan worden aan de proef, dan zou het, heel grof geschat, tegen de 7% energie zijn gespaard op het bedrijf als de gehele teeltoppervlakte gebruik had gemaakt van temperatuurintegratie.

7 Literatuur

García, N. en Straver, N. (2004). Vervolgonderzoek temperatuur bij Guzmania (PPO rapport nr. 41704634).

Houter, B.; Straver, N.; García, N.; Baas, R. (2004). Faseafhankelijk kasverwarmen Bromelia (PPO rapport nr. 41616022).

Van der Hulst (2002). Temperatuuronderzoek in relatie tot energiebesparing en bloei bij Guzmania (PPO rapport nr. 41704329).

Nijs, L. (1997) Handleiding voor het opsporen en oplossen van horizontale klimaatverschillen. (PBG rapport 112).

Nijs, L. en van den Berg, G.A. (1998). Ontwikkeling en introduceren van een methodiek ter oplossing van klimaatverschillen in kassen. (PBG rapport 147).

Slootweg, C. (2001). Temperatuur en bloei bij Bromelia. Literatuurstudie. (PPO rapport).

Van Telgen, H.J. (2003). Bloei-inductie bij Bromeliaceae. Literatuurstudie naar effectiviteit van bloei-inductie en bloeiresultaat in relatie tot inductierijpheid. (PPO rapport nr. 41616022).

Bijlage 1 Oogstgegevens afdeling 2 (testafdeling, Temperatuurintegratie)

oogstwk	gaswk	soort	Totaal ber.	totgaswk	zwaar	middel	A2	weggooi	reden	% zwaar	% Midden	% A2	weggooi	tijdtotbloei	gem.t.t.b
13	2	Guzmania Empire	294		120	132	42			40.8	44.9	14.3		11	
14	2	Guzmania Empire	1864		562	1008	294			30.2	54.1	15.8		12	
				2158											11.86
14	3	Guzmania Empire	445		90	306	42	7		20.2	68.8	9.4	1.57	11	
14	3	Guzmania Empire	265		78	150	37			29.4	56.6	14.0		11	
				710											11.00
3	44	Guzmania Empire	272		164	105	3		hoge steel	60.3	38.6	1.1		12	
3	44	Guzmania Empire	218		118	90	10		hoge steel	54.1	41.3	4.6		12	
4	44	Guzmania Empire	714		208	459	47		hoge steel	29.1	64.3	6.6		13	
4	44	Guzmania Empire	720		216	444	60		hoge steel	30.0	61.7	8.3		13	
5	44	Guzmania Empire	291		17	72	190	12	hoge steel	5.8	24.7	65.3	4.12	14	
5	44	Guzmania Empire	283		77	72	132	2	hoge steel	27.2	25.4	46.6	0.71	14	
				2498											13.03
4	45	Guzmania Empire	242		168	72	2		hoge steel	69.4	29.8	0.8		12	
5	45	Guzmania Empire	1260		506	672	82		hoge steel	40.2	53.3	6.5		13	
6	45	Guzmania Empire	610		144	309	140	17	hoge steel	23.6	50.7	23.0	2.79	14	
				2112											13.17
4	46	Guzmania Empire	72		41	30	1		hoge steel	56.9	41.7	1.4		11	
5	46	Guzmania Empire	462		195	256	11		hoge steel	42.2	55.4	2.4		12	
6	46	Guzmania Empire	1298		458	756	84		hoge steel	35.3	58.2	6.5		13	
7	46	Guzmania Empire	541		118	325	92	6	hoge steel	21.8	60.1	17.0	1.11	14	
8	46	Guzmania Empire	30				30		hoge steel	0.0	0.0	100.0		15	
9	46	Guzmania Empire	139			24	98	17	hoge steel	0.0	17.3	70.5	12.23	16	
				2542											13.16
5	47	Guzmania Empire	174		96	60	18		hoge steel	55.2	34.5	10.3		11	
6	47	Guzmania Empire	414		192	180	42		hoge steel	46.4	43.5	10.1		12	
8	47	Guzmania Empire	758		228	276	240	14	hoge steel	30.1	36.4	31.7	1.85	14	
				1346											13.00
7	49	Guzmania Empire	48		10	33	5		hoge steel	20.8	68.8	10.4		11	
8	49	Guzmania Empire	380		148	228	4		hoge steel	38.9	60.0	1.1		12	
9	49	Guzmania Empire	802		168	396	238		hoge steel	20.9	49.4	29.7		13	
10	49	Guzmania Empire	547		126	234	146	41		23.0	42.8	26.7	7.50	14	
				1777											13.04

Vervolg oogstgegevens afdeling 2 (testafdeling, Temperatuurintegratie)

oogstwk	gaswk	soort	Totaal ber.	totgaswk	zwaar	middel	A2	weggooi	reden	% zwaar	% Midden	% A2	weggooi	tijdtotbloei	gem.t.t.b.
7	50	Guzmania Empire	36		0	36	0		hoge steel	0.0	100.0	0.0			10
8	50	Guzmania Empire	155		120	34	1		hoge steel	77.4	21.9	0.6			11
9	50	Guzmania Empire	1032		468	492	72		hoge steel	45.3	47.7	7.0			12
10	50	Guzmania Empire	1132		270	567	256	39		23.9	50.1	22.6	3.4		13
11	50	Guzmania Empire	98				98			0.0	0.0	100.0			14
				2453											12.45
9	51	Guzmania Empire	134		72	48	14		hoge steel	53.7	35.8	10.4			11
10	51	Guzmania Empire	1170		398	471	84	217		34.0	40.3	7.2	18.5		12
11	51	Guzmania Empire	970		216	552	84	118	niet op kleur	22.3	56.9	8.7	12.2		13
12	51	Guzmania Empire	133			33	100			0.0	24.8	75.2			14
				2407											12.46
10	52	Guzmania Empire	202		112	75	15			55.4	37.1	7.4			11
11	52	Guzmania Empire	835		228	468	56	83	niet op kleur	27.3	56.0	6.7	9.9		12
12	52	Guzmania Empire	116			60	56			0.0	51.7	48.3			13
				1153											11.93
11	53	Guzmania Empire	366		84	240	42			23.0	65.6	11.5			11
12	53	Guzmania Empire	1652		422	1068	112	50	niet op kleur	25.5	64.6	6.8	3.0		12
13	53	Guzmania Empire	149				149			0.0	0.0	100.0			13
				2167											11.90
Totaal			21323		6638	10833	3229	623		31.1	50.8	15.1	2.9		12.45

oogstwk	gaswk	soort	Totaal ber.	zwaar	middel	A2	weggooi	reden	% zwaar	% Midden	% A2	weggooi	tijdtotbloei	gem.t.t.b.
7	48	Guzmania Tempo	462	216	240	6		hoge steel	46.8	51.9	1.3			12
8	48	Guzmania Tempo	808	108		700		nietopkleur	13.4	0.0	86.6			13
9	48	Guzmania Tempo	410			202	208	nietopkleur	0.0	0.0	49.3	50.7		14
				1680										12.97
Totaal			1680	324	240	908	208		19.3	14.3	54.0	12.4		100

oogstwk	gaswk	soort	Totaal ber.	zwaar	middel	A2	weggooi	reden	% zwaar	% Midden	% A2	weggooi	tijdtotbloei	gem.t.t.b.
12	48	Vriesea Christiane	225		225				0.0	100.0	0.0			17
12	48	Vriesea 'Isabel'	225		217		8		0.0	96.4	0.0	3.6		17
Totaal			450	0	442	0	8		0.0	98.2	0.0	1.8		100.00

Bijlage 2 Oogstgegevens afdeling 3 Standaard

oogstwk	gaswk	soort	Totaal ber.	tot.gasweek	zwaar	middel	A2	weggooi	reden	% zwaar	% Midden	% A2	weggooi	tijdtotbloei	gem.t.t.b
13	2	Guzmania Empire	1619		672	840	105	2		41.5	51.9	6.5	0.12	11	
14	2	Guzmania Empire	92		11	70	11			12.0	76.1	12.0		12	
				1711											11.05
13	3	Guzmania Empire	1226		338	804	84			27.6	65.6	6.9		10	
14	3	Guzmania Empire	238		58	156	19	5		24.4	65.5	8.0	2.10	11	
				1464											10.16
3	44	Guzmania Empire	646		368	231	47		hoge steel	57.0	35.8	7.3		12	
4	44	Guzmania Empire	706		84	180	392	50	hoge steel	11.9	25.5	55.5	7.08	13	
				1352											12.52
4	45	Guzmania Empire	386		254	118	14		hoge steel	65.8	30.6	3.6		12	
5	45	Guzmania Empire	1167		540	528	70	29	hoge steel	46.3	45.2	6.0	2.49	13	
6	45	Guzmania Empire	218		22	125	71		hoge steel	10.1	57.3	32.6		14	
				1771											12.91
5	46	Guzmania Empire	299		219	75	4	1	hoge steel	73.2	25.1	1.3	0.33	12	
6	46	Guzmania Empire	1021		444	468	79	30	hoge steel	43.5	45.8	7.7	2.94	13	
7	46	Guzmania Empire	324		26	96	192	10	hoge steel	8.0	29.6	59.3	3.09	14	
				1644											13.02
7	47	Guzmania Empire	190		162	24	4		hoge steel	85.3	12.6	2.1		13	
8	47	Guzmania Empire	278		188	75	15		hoge steel	67.6	27.0	5.4		14	
9	47	Guzmania Empire	458		180	180	98			39.3	39.3	21.4		15	
10	47	Guzmania Empire	262		80	84	98		nietop kleur	30.5	32.1	37.4		16	
11	47	Guzmania Empire	194		24	72	98			12.4	37.1	50.5		17	
12	47	Guzmania Empire	134		17	5	112			12.7	3.7	83.6		18	
13	47	Guzmania Empire	108		17	7	84			15.7	6.5	77.8		19	
14	47	Guzmania Empire	54				54			0.0	0.0	100.0		20	
				1678											15.65
8	49	Guzmania Empire	1997		653	1152	168	24	hoge steel	32.7	57.7	8.4	44.4	12	
9	49	Guzmania Empire	323		18	132	140	33		5.6	40.9	43.3	10.2	13	
				2320											12.14
8	50	Guzmania Empire	2343		995	1152	196		hoge steel	42.5	49.2	8.4		11	11
				2343											

Vervolg oogstgegevens afdeling 3 standaard

oogstwk	gaswk	soort	Totaal ber.	totgaswk	zwaar	middel	A2	weggooi	reden	% zwaar	% Midden	% A2	weggooi	tijdtotbloei	gem.t.t.b
9	51	Guzmania Empire	246		74	168	4			30.1	68.3	1.6		11	
10	51	Guzmania Empire	612		108	408	72	24	nietop kleur	17.6	66.7	11.8	3.92	12	
11	51	Guzmania Empire	23		4	9	10			17.4	39.1	43.5		13	
				881											11.75
10	52	Guzmania Empire	1577		492	888	70	127	nietop kleur	31.2	56.3	4.4	8.053266	11	
11	52	Guzmania Empire	143		16	78	38	11	nietop kleur	11.2	54.5	26.6	7.69	12	
				1720											11.08
10	53	Guzmania Empire	1150		356	648	70	76	nietopkleur	31.0	56.3	6.1	6.61	10	
				1150											10.00
Totaal			18034		6420	8773	2419	422		35.6	48.6	13.4	2.34		11.93

oogstwee	gaswee	soort	Totaal ber.	zwaar	middel	A2	weggooi	reden	% zwaar	% Midden	% A2	weggooi	tijdtotbloei
7	48	Guzmania Tempo	1052	746	296	10		hoge steel	70.91	28.14	0.95		12
8	48	Guzmania Tempo	276	192	84			hoge steel	69.57	30.43	0.00		13
9	48	Guzmania Tempo	67				67					100.00	14
				1395									12.29
Totaal			1395	938	380	10	67		67.24	27.24	0.72	4.80	

oogstwee	gaswee	soort	Totaal ber.	zwaar	middel	A2	weggooi	reden	% zwaar	% Midden	% A2	weggooi	tijdtotbloei
12	48	Vriesea 'Christina'	225		225					100.00			17
12	48	Vriesea 'Isabel'	225		220		5			97.78		2.22	17
				450									17.00
Totaal			450	0	445	0	5		0.00	98.89	0.00	1.11	

Bijlage 3

Chemisch analyse Guzmania Tempo

Ontvangstdatum: 1 maart 2005

monster	monster aanduiding	pH	EC [mS/cm]	Hoofdelementen [mmol/l]											Spoorelementen [μ mol/l]					
				NH4	K	Na	Ca	Mg	Si	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
potgrond	slechte bloemkleur	5.6	0.2	<0.1	0.5	0.3	0.1	0.1	0.01	0.5	0.1	0.3	<0.1	0.1	3.4	<0.1	0.3	4	0.13	0.2
potgrond	goede bloemkleur	5.8	0.2	<0.1	0.7	0.4	0.1	0.1	0.01	0.5	0.2	0.3	<0.1	0.11	2.8	0.1	0.6	3	0.13	0.2

monster	monster aanduiding	ds %	Hoofdelementen [mmol/kg ds]									Spoorelementen [μ mol/kg ds]								
			K	Na	Ca	Mg	P tot	N tot	Cl	SO4	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo			
gewas	slechte bloemkleur	15.2	630	30	99.9	99.9	70	979							1.5	0.6	0.5	1.3	92	30
gewas	goede bloemkleur	14.1	640	40	90	90	70	865							0.8	0.5	1	0.9	75	20

Bijlage 4: Verslag energiemetingen proefbedrijf

Bedrijfsbeschrijving

Referentieafdeling

De standaardafdeling is bestaat uit 6 kappen. Drie kappen zijn 46 m, drie 52 m. De kopgevels zijn buiten gevels, de zijgevels tussengevels. Geteeld wordt op betonvloer.

Het ondernet bestaat uit thyleen slangen die deels op het beton, deels in het beton liggen. Het bovennet bestaat uit 51 –ers. Het bovennet deelt aanvoer en retour met de gevelverwarming. Per kap liggen 4 * 10 en twee * 8 buizen bovenin. In de kashoek linksonder, gerekend vanuit het ketelhuis, sluit de aanvoer aan op het gevelnet.

Eén kopgevel heeft vijf buizen van 51 mm; langs de andere liggen ook vijf buizen maar dit zijn tevens aanvoer en retour van respectievelijk boven/gevelnet en ondernet. Deze buizen verschillen in diameter van 100 - 64 mm en van 70 tot 51 mm. Langs linkerzijgevel liggen vijf buizen van 51 mm. Langs de zijgevel met de testafdeling drie buizen van 51 mm. Mogelijk zijn deze laatst aangesloten op een andere aanvoer, dat was niet meer duidelijk.

Testafdeling

De integratieafdeling bestaat uit 4 kappen met een lengte van 26 m (1 meterpad en 25 bedlengte).

De beide zijgevels zijn tussengevels; de kopgevel is buiten gevel. Aan de andere zijde van het pad liggen twee andere afdelingen, welke anders gestookt worden. Namelijk een standaardafdeling en een aparte opkweekruimte. Geteeld wordt op tafels.

De afdeling bestaat uit twee afzonderlijke netten met een eigen pomp. Beide netten worden tegelijk aangestuurd door de computer en kunnen niet afzonderlijk geregeld worden. De verwarming is zelfs langs de kopgevel in tweeën gesplitst. De aanvoer van pomp 1 komt langs de zijgevel naar de afdeling en loopt eerst door de opkweekruimte.

De aanvoer van pomp 2 loopt eerst door andere teeltruimte en komt halverwege de kas aan. De aanvoer loopt boven pad langs en vertakt zich in bedverwarming en bovenverwarming. De bovenverwarming zou allemaal dichtgedraaid zijn. Tussen hoofdaanvoer (71 mm) en tafolverwarming (51 mm) zit een 1,73 m buis van 27 mm doorsnee. Behalve bij de kortere tafel op het eind, daar is de buis van 27 mm doorsnee 2,95 m lang. De aanvoer van pomp 2 loopt boven langs de zijgevel met afdeling 1 naar achter en sluit daar aan op de gevelverwarming. De retour van de gevel komt midden boven een bed terug en sluit hier aan op de retour van bed- en bovenverwarming en langs zijgevel terug naar het ketelhuis.

De kopgevel wordt verwarmd door 5 buizen van 51 mm, de gevel met kas 3 door 2 buizen van 51 mm en de gevel naar afdeling 1 heeft geen extra buizen.

Advies voor aanpassingen:

Gewaswaarnemingen:

Zowel in de testafdeling als de referentieafdeling wordt een proef vlak uitgezet. Dit vlak ligt minimaal 5 meter uit de kopgevel en 5 meter vanaf het pad. De afstand tot de zijgevels bedraagt minimaal 3 meter. Alleen in dit vlak worden product waarnemingen gedaan. Hier is voor gekozen om geveleffecten uit te sluiten. Gevels veroorzaken namelijk verschillen in klimaat.

In de referentieafdeling ligt dit vlak aan de rechterzijde van het middenpad (dus dezelfde kant als de testafdeling). In principe moet het vlak in de referentieafdeling even groot zijn als in de testafdeling.

Door te kiezen voor een groot vlak wordt het mogelijk diverse rassen mee te nemen in het vergelijk. Te overwegen is het vlak in de referentieafdeling groter te maken als daardoor wel dezelfde rassen als in de testafdeling gemeten worden.

Verplaatsen meetpunten

De datalogger klimaatmetingen worden verplaatst naar het midden van dit vlak in de referentieafdeling.

In de testafdeling wordt de meting verplaatst naar het midden van het linkernet. Gezien de problemen bij pomp 2 moet dit in het net van pomp 1.

Met de metingen kan iets gezegd worden over de bereikte kasttemperatuur, luchtvochtigheid en potttemperatuur.

De meting van aanvoer en retour in de referentieafdeling kan blijven liggen.

In de testafdeling moet de aanvoer en de retour verplaatst naar de tafel waarin het kasklimaat gemeten wordt.

Om de meting beter vergelijkbaar te maken met de referentieafdeling moet de aanvoer en retour gemeten worden boven het middenpad bijvoorbeeld bij binnenkomst en verlaten teeltruimte. (in de referentieafdeling wordt immers ook alleen de hoofdaanvoer en -retour gemeten; niet van de afzonderlijke spiralen.)

Meetresultaten de referentieafdeling

Omloopsnelheid:

Pomp aangezet om 12.10. Na 7 minuten loopt de aanvoer op. Acht minuten later begint retour op te lopen – alleen veel trager.

Meting van verwarming

bovennet

Metingen boven middenpad bestaande uit 56 buizen waarvan om en om aanvoer en retour (=1 spiraal).

Tussen 12.30 en 12.40 uur: vanaf ketelhuis zijde tot aan volgende afdeling

Eerste acht spiralen 57/58 – 54 °C – uitgezonderd de derde, deze blijft koud

Volgende vijf spiralen 57/58 – 52/53 °C

Volgende vier 56/57 – 51/52

Eén 56-49

Laatste 10 spiralen zijn nog niet op temperatuur. Temperatuur aanvoer daalt van 54°C naar 24 °C. Temperatuur van retour daalt van 44 ° naar 22 °C.

Meting van 13.02 tot 13.07 Alleen de achterste 14 spiralen.

De laatste zeven spiralen liggen nog steeds achter in temperatuur. De laatste spiraal is extreem traag

Gevelnet.

Vanaf hoek links onder, gerekend vanuit ketelhuis. Alle buizen zijn vrijwel gelijk in temperatuur. Links onder 58 °C, links boven 57 °C rechtsboven 54 °C (3* retour) en 55 °C (2* aanvoer), bijna rechtsonder 53 °C.

Conclusies:

Het bovennet is heel ongelijk. Het duurt meer dan een half uur voor de veranderde aanvoer temperatuur ook de achterste spiraal heeft bereikt. Na een uur zijn de achterste spiralen nog steeds niet geheel op temperatuur. Dit betekent achteraan het net de doorstromingsnelheid van het systeem minimaal is in vergelijking met vooraan.

Gevolg:

Een ongelijke temperatuurverdeling waardoor het gewas achter in de kas achter in ontwikkeling zal blijven.

Oorzaken:

De dimensionering van aanvoer en retour is verkeerd. Er ligt geen tichelmansysteem. De drukverdeling is beroerd.

De pompcapaciteit onvoldoende is om dit gehele net te bedienen.

Oplossing

Direct toepasbaar:

Ten einde de drukverdeling over het bovennet te verbeteren: de kranen van de aanvoerszijde van de spiraal verschillend open zetten. Aan het eind van de aanvoer (dus het verste van het ketelhuis) helemaal open. Richting ketelhuis de kranen steeds een stapje verder dicht en de kranen aan het begin (dus dicht bij het ketelhuis) nagenoeg dicht.

De buis op een vaste temperatuur van bijv 50 °C instellen. (dit betekent op computer maximumbuis = minimumbuis). Dan opnieuw kijken hoelang het duurt voor de spiralen op gelijke temperatuur zijn. Desnoods nog eens kraanopeningen bijstellen. Streven dat dit binnen 20 à 25 minuten is bereikt.

Op termijn, als kranen draaien niet voldoende helpt.

Een grotere pomp plaatsen

Overige problemen

Derde spiraal vanaf ketelhuis loopt niet mee.

Mogelijke oorzaken:

1. kraan staat dicht
2. verstopping van de aanvoer net na kraan.
3. lucht in de leiding.

Oplossing: de kraan en spiraal controleren. Zonodig de spiraal doorspuiten of ontluchten

De achterste spiraal is heel erg traag

Mogelijke oorzaken:

1. verstopping van de aanvoer net na kraan.
2. lucht in de leiding.

Oplossing. De spiraal controleren. Zonodig doorspuiten of ontluchten.

Doorspuiten kan door de spiraal los te koppelen en met grote kracht water er door heen te spuiten. Zorg dat het water opgevangen wordt en wees bedacht op viezigheid.

Meting testafdeling

Omloopsnelheid

Pomp 1 (linkerzijde kas) gezien vanuit het ketelhuis.

Pomp 1 aan 11.15 uur. De aanvoer loopt na 8 minuten op. De retour zeven minuten later

Pomp 2 is handmatig uitgezet. Om 11.35 is de klep geopend. Na drie minuten loopt aanvoer op, na 9 minuten de retour.

(verschil reactie aanvoer mogelijk te verklaren doordat pomp 1 direct na instellen is gemeten en pomp 2 20 minuten later. Verschil retour duidt op verschil omloopsnelheid, pomp 2 is trager.)

Metten bedverwarming

Pomp 1

12 spiralen aanvoer allemaal 56 °C, retour 53-54 °C. heel netjes dus.

Kopgevel, vijf buizen van 46 °C, maar gemeten nadat buisverhoging uitgezet was.

Pomp 2

11 spiralen. Allemaal aanvoer 56 °C. Retouren varieerden van 24 tot 51 °C. hier zit verschil in. Dit kan horizontale klimaatverschillen tot gevolg hebben.

Zeven spiralen hebben een retour onder de 50 °C. Dit zijn – geteld vanuit het midden: de eerste (47), de vijfde en zesde (49), de zevende (34) de negende (24) de tiende (49) en de elfde en tevens laatste (44)

(tussen haakjes staat de gemeten retour; hoe lager hoe trager de spiraal)

Gevel; aanvoer buizen onder twee maal 54 °C, retour 3 * 51 °C.

Langs zijgevel verliest de aanvoer 2 °C.

Bovenverwarming

De bovenverwarming is niet doorgemeten. Deze zijn allemaal handmatig dichtgedraaid zijn. Doordat hierdoor de inhoud van beide netten verkleind is, zal de reactiesnelheid van het net zijn toegenomen.

Het kan zijn dat hier en daar een kraan net niet helemaal dicht zit.

Oorzaak en oplossingen

Pomp 2 is trager dan pomp 1.

Mogelijk is dit als gevolg van lucht of vervuiling in het systeem.

Kijk of het hele net ontluicht moet worden.

Ook slecht afgesloten kraan(en) van het bovennet kunnen een oorzaak zijn. Hierdoor lekt toch warm water naar het bovennet en is het totale net groter dan bij pomp 1.

Loop nogmaals alle kranen van het bovennet na. Controleer desnoods de buistemperaturen.

Een aantal spiralen is nog extra traag, dit duidt op lucht of vervuiling in de spiraal.

Deze spiralen controleren en doorspuiten dan wel ontluichten. De zevende en de negende spiraal moeten het eerste aangepakt, daarna de elfde en de eerste.

Verbeteren van de doorstroom in de bedspiralen zal waarschijnlijk ook een snellere omlooptijd opleveren.