



Grenswaarden voor temperatuurfluctuaties van verschillende duur bij siergewassen

Experimenten Potplanten Horst 2002-2003

F. Buwalda, C. Jilesen, A. de Gelder



© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.



Dit project werd uitgevoerd in opdracht van:
NOVEM
Productschap Tuinbouw
Ministerie van LNV

Projectnummer: 41505074

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5
2771 KT Naaldwijk

Tel. : 0174-6636700

Fax : 0174-636835

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

	pagina
VOORWOORD	4
1 INLEIDING EN DOEL	5
2 TEMPERATUURPROEVEN OP PPO LOCATIE HORST	7
2.1 Proefopzet	7
2.2 Waarnemingen.....	9
2.2.1 Chrysant	9
2.2.2 Kalanchoë	9
2.2.3 Begonia	10
2.2.4 Saintpaulia	10
3 RESULTATEN	13
3.1 Potchrysant.....	13
3.2 Kalanchoë	19
3.3 Saintpaulia	23
3.4 Begonia	28
4 MODELSTUDIES	31
4.1 Probleemstelling en benadering	31
4.1.1 Uitgangspunten	31
4.1.2 Gekozen benadering in het model	32
4.1.3 Effect van verstoring; omkeerbaarheid	32
4.1.4 Stadiumafhankelijke temperatuuroptimalisatie	33
4.1.5 Hypothese.....	33
4.2 Ontwikkeling van een stuurmodel	33
4.2.1 Eisen te stellen aan een stuurmodel	34
4.2.2 Constructie van het model.....	34
4.2.3 Elementen in het gewasmodel.....	35
4.3 Technische uitwerking	36
4.3.1 Interfacemodules	36
4.3.2 Balanscriteria	37
4.3.3 Berekening van de streeftemperatuur per etmaal	37
4.3.4 Verwerking van on-line feedback	37
4.4 Vervolgproef	38
4.4.1 Proefopzet	38
4.4.2 Aflevermoment	38
BIJLAGE 1 TEELTGEGEVENS	39
BIJLAGE 2 SCHEMATISCHE WEERGAVE AFDELINGEN EERSTE TEELT	43
BIJLAGE 3 SCHEMATISCHE WEERGAVE AFDELINGEN TWEEDE TEELT'	44
BIJLAGE 4 RESULTATEN EINDWAARNEMING CHRYSANT	45
BIJLAGE 5 RESULTATEN EINDWAARNEMING KALANCHOË	48
BIJLAGE 6 RESULTATEN EINDWAARNEMING SAINTPAULIA	51
BIJLAGE 7 RESULTATEN EINDWAARNEMING BEGONIA	52

Voorwoord

Voor u ligt het tweede rapport van het project: "**Grenswaarden voor temperatuurfluctuaties bij siergewassen**". Het rapport geeft een overzicht van de een aantal experimenten. Op basis van deze experimenten kan de voorgestelde theorie experimenteel worden getoetst en een model worden ontwikkeld waarop de sturing van de het klimaat in afhankelijkheid van de status van de plant kan plaatsvinden.

Vervolgens kan dit model in een experiment worden toegepast en de effecten daarvan worden getoetst.

De uitwerking van het model wordt beschreven in rapport 3.

Bijzonder dank aan al de personen die uitvoering hebben gegeven aan de experimenten, de talrijke waarnemingen en de verwerking hiervan tot dit verslag. We noemen ze niet allemaal bij name, maar ieder die een bijdrage heeft geleverd zijn we zeer erkentelijk.

Fokke Buwalda

1 Inleiding en doel

In het najaar van 2002 tot april 2003 werden door PPO op de locatie Horst een aantal proeven uitgevoerd met verschillende bloeiende potplanten. De proeven werden uitgevoerd binnen PPO-project 41505074: "Grenswaarden voor temperatuurfluctuaties bij siergewassen".

Doel van deze proeven was het bestuderen van de coördinatie tussen groei- en ontwikkelingsprocessen bij potplanten op basis van eenvoudig te bepalen, wekelijks verzamelde gegevens. De verzamelde gegevens vormen basismateriaal voor RRT en kwaliteit/reactietijd teeltsturingsmodellen, die in latere fasen van het project zullen worden ontwikkeld en getoetst.

Dit verslag geeft een weergave van de resultaten uit de experimenten van najaar 2002 en voorjaar 2003 (hoofdstuk 2 en 3). Daarnaast bevat het de resultaten van een eerste fase van de modelvorming (hoofdstuk 4).

Dit verslag is een tussentijdse rapportage van de werkzaamheden, eerder is een literatuuroverzicht geschreven (Buwalda, 2003: Grenswaarden voor temperatuurintegratie: Een definitiestudie). Het onderzoek is in het najaar van 2003 voortgezet met een groot experiment waarin de groei van kalanchoë en potchrysanth zijn gestuurd op basis van het in de eerste fase ontwikkelde model.

2 Temperatuurproeven op PPO locatie Horst

2.1 Proefopzet

Voor het bouwen van het model om ontwikkeling van het gewas te sturen is informatie nodig over de reactie van planten op teelt bij verschillende temperatuur in combinatie met verschillende lichtniveau's. Er zijn in de tijd 2 experimenten uitgevoerd.

De eerste teelt werd uitgevoerd van week 35, 2002 tot en met week 2, 2003. De tweede teelt werd uitgevoerd van week 3 tot en met week 19, 2003. In drie verschillende afdelingen van 250 m² werden drie verschillende ruimtetemperaturen ingesteld te weten 16, 19 en 22°C. De ingestelde kastemperaturen werden 24 uur per dag aangehouden. In een vierde afdeling (zogenaamde standaard afdeling) werd een temperatuur van 19°C ingesteld. Als door een hoge instraling de temperatuur in de 16°C afdeling opliep, werden de temperaturen in de andere afdelingen gerelateerd aan de gerealiseerde temperatuur in deze afdeling. Het verschil tussen de afdelingen bleef op deze manier bestaan.

Per kas waren twintig tabletten aanwezig met elk een oppervlak van 9,75 m². In de afdelingen was in één helft van de kas assimilatiebelichting aanwezig met een belichtingsniveau van 6 W/m² P.A.R.-licht. Voor een teveel aan zonnestraling was een zonnescherm (schermingspercentage 40%) aanwezig. Om een te lage luchtvochtigheid te voorkomen was een hoge druk nevelinstallatie aanwezig.

In totaal werden vier verschillende soorten bloeiende potplanten onderzocht te weten potchryasant, Kalanchoë, Begonia en Saintpaulia. De teeltgegevens van de verschillende gewassen staan weergegeven in Bijlage 1.

Per kas werden twee verschillende lichtniveau's ingesteld; belicht en onbelicht. In de standaardafdeling werd in de langedag fase niet belicht.

Van Potchrysenten en Kalanchoë werden bij aanvang van de kortedag planten verplaatst vanuit de standaardafdeling (19°C) naar één van de drie andere afdelingen en omgekeerd. De helft van de verplaatste planten werd gedurende het verdere verloop van de teelt naar behoefte geremd. Van Saintpaulia en Begonia werden geen planten gewisseld. Alles werd in 2 of 3 herhalingen uitgevoerd. Gedurende de teelt zijn de planten naar behoefte wijder gezet tot eindafstand. In tabel 1 tot en met 3 staan de behandelingen schematisch weergegeven.

Tabel 1 - Behandelingsfactoren potchrysan "Swingtime" en Kalanchoë "Tenorio" in de eerste en tweede teelt

Proeffactor	Aantal niveaus	Beschrijving
Kasttemperatuur	4	Ingesteld op: - 16°C - 19°C - 19°C (standaard afdeling) - 22°C
Behandeling	3	16, 19 en 22°C afdeling: - LD 19°C , remmen - LD 19°C , niet remmen - blijven staan
	2	Standaard afdeling: - LD 16, 19 of 22°C , remmen - LD 16, 19 of 22°C , niet remmen - blijven staan
Lichtniveau	2	- Belicht - Onbelicht
Herhaling	3	- 16, 19 en 22°C afdeling
	2	- Standaard afdeling

Tabel 2 - Behandelingsfactoren eerste teelt begonia "Baladin" en tweede teelt begonia "Bela"

Proeffactor	Aantal niveaus	Beschrijving
Kasttemperatuur	4	Ingesteld op: - 16°C - 19°C - 19°C (standaard afdeling) - 22°C
Behandeling	2	- remmen - niet remmen
Lichtniveau	2	- Belicht - Onbelicht
Herhaling	1	- 16, 19 en 22°C en standaard afdeling

Tabel 3 - Behandelingsfactoren Saintpaulia "Sonja" in de eerste en tweede teelt

Proeffactor	Aantal niveaus	Beschrijving
Kasttemperatuur	4	Ingesteld op: • 16°C • 19°C • 19°C (standaard afdeling) • 22°C
Lichtniveau	2	- Belicht - Onbelicht
Herhaling	1	- 16, 19 en 22°C en standaard afdeling

2.2 Waarnemingen

Gedurende de eerste teelt werden wekelijks uit alle behandelingen drie planten per herhaling genomen welke werden beoordeeld op verschillende kwantitatieve factoren. Gedurende de tweede teelt werden wekelijks drie planten per herhaling uit de zogenaamde rembehandeling genomen om te worden beoordeeld. Aan het begin van de korte dag en op het moment van het bereiken van het eerste generatieve stadium en aan het einde van de teelt werden planten uit de zogenaamde “niet remmen”- behandeling en “blijven staan”-behandeling genomen en beoordeeld. Aan het einde van elk van de twee teeltrondes werd een extra, kwalitatieve, beoordeling gedaan om de kwaliteit van het eindproduct vast te stellen. Om het einde van de teelt vast te stellen werd bij alle gewassen vanaf de eerste bloei op vaste tijdstippen aan 30 planten bepaald hoeveel van deze planten een vooraf bepaald bloeistadium hadden bereikt. Als 80% of meer dit stadium had bereikt werd een kwalitatieve eindbeoordeling uitgevoerd.

2.2.1 Chrysant

Bij het gewas Chrysant werden de volgende zaken waargenomen:

- Lengte van de hoogste zij scheut (centimeter);
- Aantal nodiën aan de op één na hoogste zij scheut;
- Bloeistadium van de op één na hoogste zij scheut
 - 0= geen zichtbare knop
 - 1= hoofdknop zichtbaar zonder blaadjes weg te buigen
 - 2= hoofdknop heeft een diameter van 1 cm bereikt
 - 3= hoofdknop begint kleur te tonen
 - 4= bloemblaadjes hoofdknop verticaal
 - 5= bloemblaadjes hoofdknop gespreid
- Bloeirijkheid:
 - 0= geen knoppen
 - 1= alleen hoofdknoppen op primaire zij scheuten
 - 2= hoofdknoppen op zowel primaire als secundaire zij scheuten
 - 3= ook knoppen in bovenste bladoksels
- aantal 1^e en 2^e orde zij scheuten;
- Vers- en drooggewicht hoofdscheut+ 1^e orde zij scheuten;
- Vers- en drooggewicht 2^e orde zij scheuten van de hele plant, mits langer dan 1 cm. Inclusief de knoppen die kleiner zijn dan 1 cm;
- Vers- en drooggewicht generatieve delen van de hele plant, vanaf bloeistadium 2 (ca 1 cm).

Aan het einde van de teelt werd een extra kwalitatieve beoordeling uitgevoerd waarbij van 6 planten per behandeling een foto werd genomen (boven- en zijaanzicht) om de plantvorm visueel vast te leggen. Verder werden eventuele blad- en bloemafwijkingen vastgelegd (kleur, verbranding, vorm, grootte) zowel op foto als een telling van het aantal planten met een dergelijke afwijking.

2.2.2 Kalanchoë

Bij het gewas Kalanchoë werden de volgende zaken waargenomen:

- Geprojecteerd bladoppervlak;
- Lengte van de hoofdscheut (centimeter);
- Bloeistadium (bloeistadia Lets Grow);
- Aantal nodia aan de hoofdscheut;
- Aantal zij scheuten op de hoofdscheut;
- Vers- en drooggewicht hoofdscheut;
- Vers- en drooggewicht zij scheuten;
- Vers- en drooggewicht generatieve delen.

Aan het einde van de teelt werd een extra kwalitatieve beoordeling uitgevoerd waarbij van 6 planten per behandeling een foto werd genomen (boven- en zijaanzicht) om de plantvorm visueel vast te leggen. Verder werden eventuele blad- en bloemafwijkingen vastgelegd (kleur, verbranding, vorm, grootte) zowel op foto als een telling van het aantal planten met een dergelijke afwijking. Verder werd in de eindwaarneming het aantal generatieve nodia onder de hoofdknop (gaafrandige blaadjes) vastgelegd.

2.2.3 Begonia

Bij het gewas Begonia werden de volgende zaken waargenomen:

- Planthoogte (centimeter);
- Lengte hoofdscheut (centimeter);
- Aantal nodia hoofdscheut;
- Stadium hoofdscheut (vegetatief of generatief);
- Bloeistadium hoofdscheut
 - 0= geen bloemen
 - 1= bloemknopjes met blote oog zichtbaar
 - 2= bloemblaadjes voor het grootste deel gesloten
 - 3= bloemblaadjes voor ongeveer de helft geopend
 - 4= bloemen volledig uitgegroeid en geopend
- Van iedere primaire zijscheut worden de volgende zaken genoteerd:
 - Nodiumnummer op hoofdscheut;
 - Vegetatief of generatief;
 - Gemiddeld bloeistadium;
 - Aantal vegetatieve 2^e orde zijscheuten;
 - Aantal generatieve 2^e orde zijscheuten;
 - Aantal nodia op primaire zijscheut;
- Vers- en drooggewicht hoofdscheut;
- Vers- en drooggewicht primaire zijscheuten;
- Vers- en drooggewicht secundaire zijscheuten;
- Vers- en drooggewicht generatieve delen.

Aan het einde van de teelt werd een extra kwalitatieve beoordeling uitgevoerd waarbij van 6 planten per behandeling een foto werd genomen (boven- en zijaanzicht) om de plantvorm visueel vast te leggen. Verder werden eventuele blad- en bloemafwijkingen vastgelegd (kleur, verbranding, vorm, grootte) zowel op foto als een telling van het aantal planten met een dergelijke afwijking. Bij 30 planten werd de lengte bepaald volgens bepaalde vooraf vastgestelde schaal (hoog (duidelijk boven de stok), gemiddeld (vergelijkbaar met stok), laag (duidelijk onder de stok)). Van 30 planten werd verder bepaald bij hoeveel planten de bloemstelen de juiste lengte hebben, duidelijk te korte bloemstelen of duidelijk te lange bloemstelen hebben.

2.2.4 Saintpaulia

Bij het gewas Saintpaulia werden de volgende zaken waargenomen:

- Diameter (centimeter);
- Aantal bladeren;
- Aantal bloemtrossen;
- Aantal bloemen per tros aan twee langste trosjes;
- Aantal zijscheuten;
- Lengte van de bloemtrossen van twee langste trosjes (in centimeter);
- Vers- en drooggewicht vegetatieve delen;
- Vers- en drooggewicht zijscheuten;
- Vers- en drooggewicht generatieve delen;

Aan het einde van de teelt werd een extra kwalitatieve beoordeling uitgevoerd waarbij van zes planten per behandeling een foto werd genomen (boven- en zijaanzicht) om de plantvorm visueel vast te leggen. Om de vorm en compactheid te beoordelen werd gebruik gemaakt van drie foto's die bij de productspecificatie van Saintpaulia van VBN worden gehanteerd. Verder werd bij 150 planten het bloeistadium vastgesteld. Ook werd het aantal planten met zogenaamde dubbele harten genoteerd. Blad- en bloemafwijkingen werden, indien aanwezig, vastgelegd (kleur, verbranding, vorm, grootte) zowel op foto als een telling van het aantal planten met een dergelijke afwijking

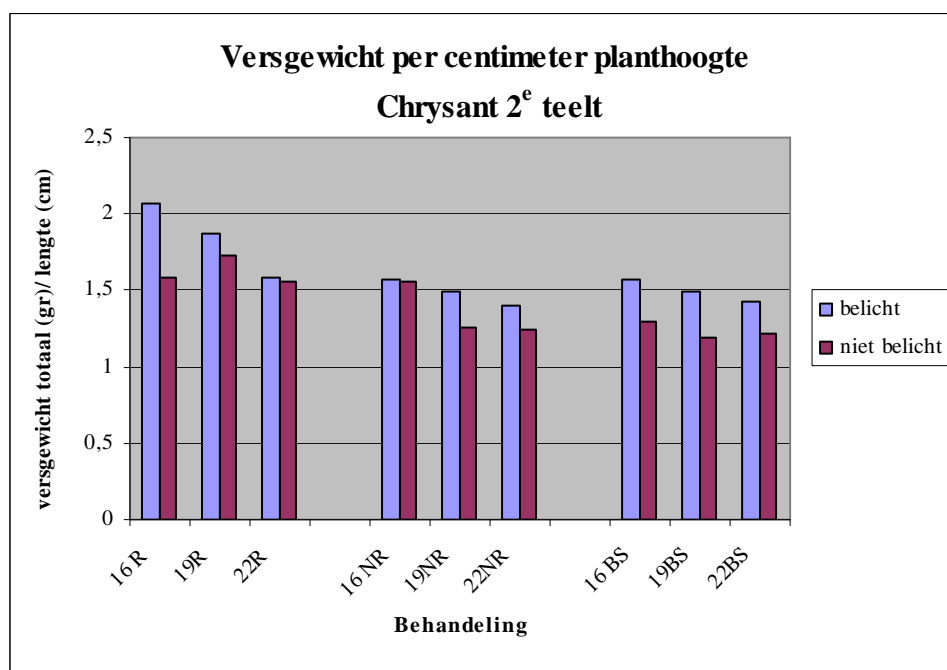
3 Resultaten

De resultaten worden in dit hoofdstuk beknopt in grafische vorm weergegeven. Er is geen statistische analyse gedaan om de betrouwbaarheid aan te geven. Alleen de trends worden besproken.

3.1 Potchryasant

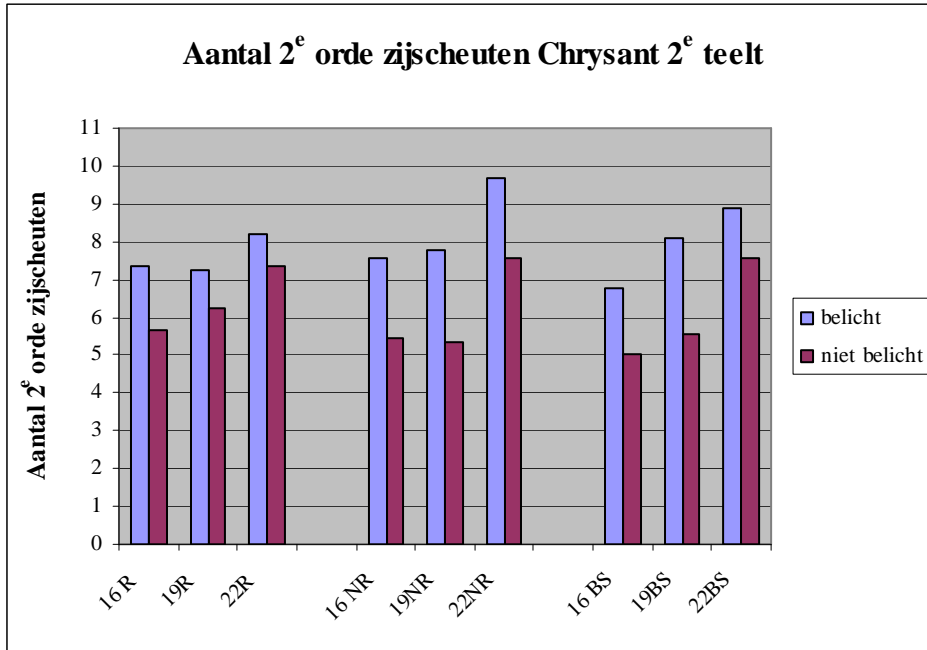
Een aantal opvallende zaken worden in dit hoofdstuk verder besproken. In Figuur 1 staat de verhouding weergegeven tussen het totale versgewicht en de planthoogte in centimeter. Figuur 2 geeft een grafisch overzicht van het aantal 2^e orde zijscheuten tijdens de tweede teelt. Figuur 3 en Figuur 4 geven een grafische weergave van de reactietijd tijdens de eerste en tweede teelt.

In bijlage 4 staan de resultaten van de eindwaarnemingen van de eerste en tweede teelt in tabelvorm weergegeven.



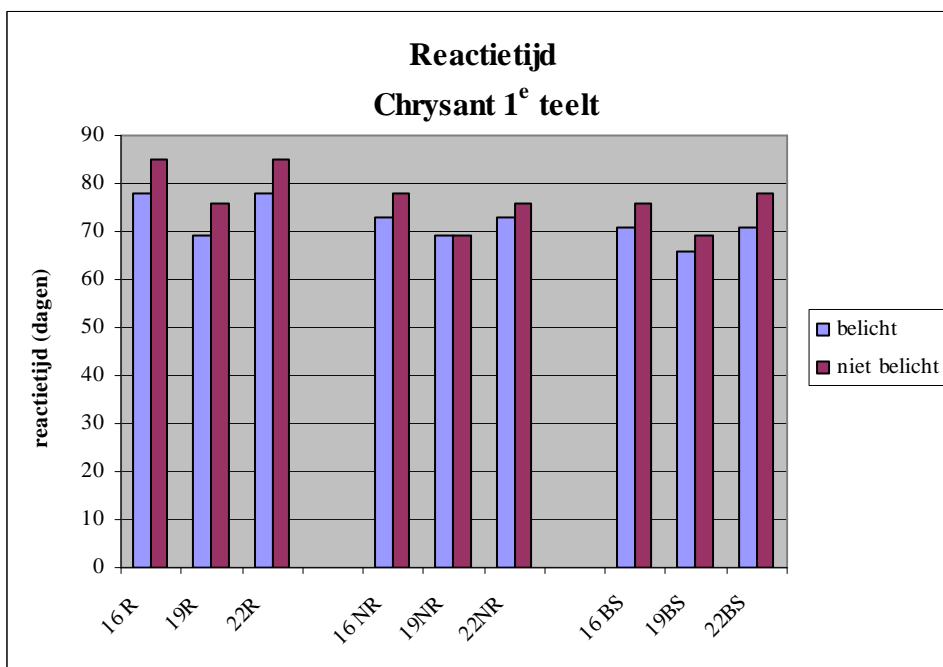
Figuur 1 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op versgewicht per centimeter lengte.

Uit de figuur komt duidelijk naar voren dat meer licht leidt tot een hoger gewicht per centimeter. Dit komt overeen met wat bekend is uit de literatuur. Meer licht leidt tot meer groei of te wel toename van de biomassa. Een hogere temperatuur leidt in bijna alle gevallen tot een lager verhoudingsgetal, dus een lager gewicht per centimeter. Een hoge temperatuur in combinatie met een hoog lichtniveau gaf in alle behandelingen een lager versgewicht per centimeter planthoogte in vergelijking met een lage temperatuur en een hoog lichtniveau.

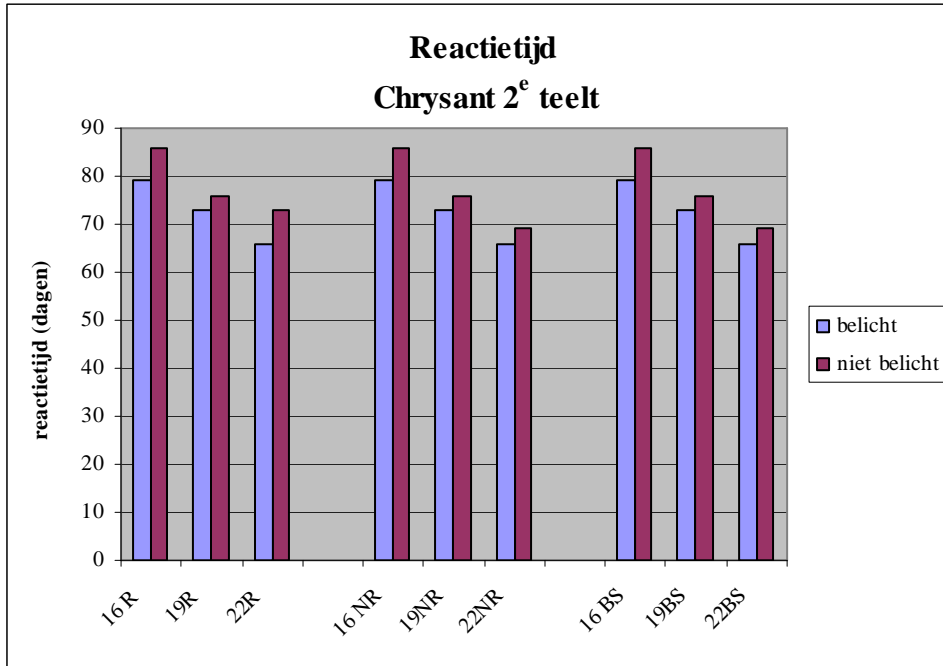


Figuur 2- Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op het aantal 2^e orde zijscheuten tijdens de tweede teelt

Uit Figuur 2 blijkt een hogere temperatuur in alle gevallen te leiden tot een hoger aantal tweede orde zijscheuten. Een hoger lichtniveau leidt ook in alle gevallen tot een hoger aantal tweede orde zijscheuten. Een hoge temperatuur in combinatie met een hoog lichtniveau gaf in alle behandelingen het hoogste aantal tweede orde zijscheuten.



Figuur 3- Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op de reactietijd tijdens de eerste teelt



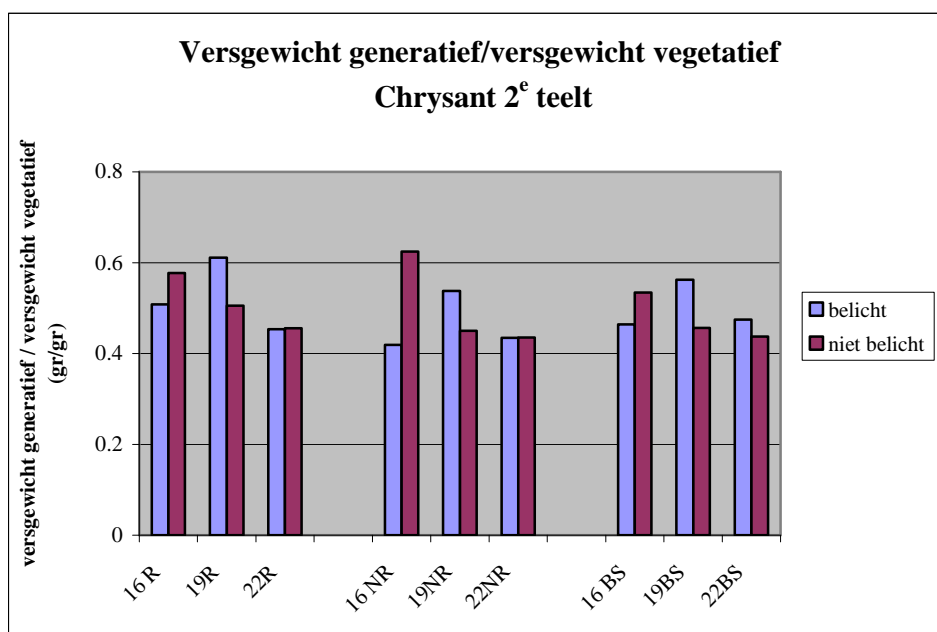
Figuur 4- Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op de reactietijd tijdens de tweede teelt

Uit Figuur 3 blijkt dat belichten in de eerste teelt in bijna alle gevallen leidde tot een kortere reactietijd. Verhogen van de temperatuur leidde tot een afname van de reactietijd. Bij de hoogste temperatuur van 22°C werd de reactietijd echter weer langer. Het remmen leidde in de meeste gevallen tot een langere reactietijd in vergelijking met de andere behandelingen.

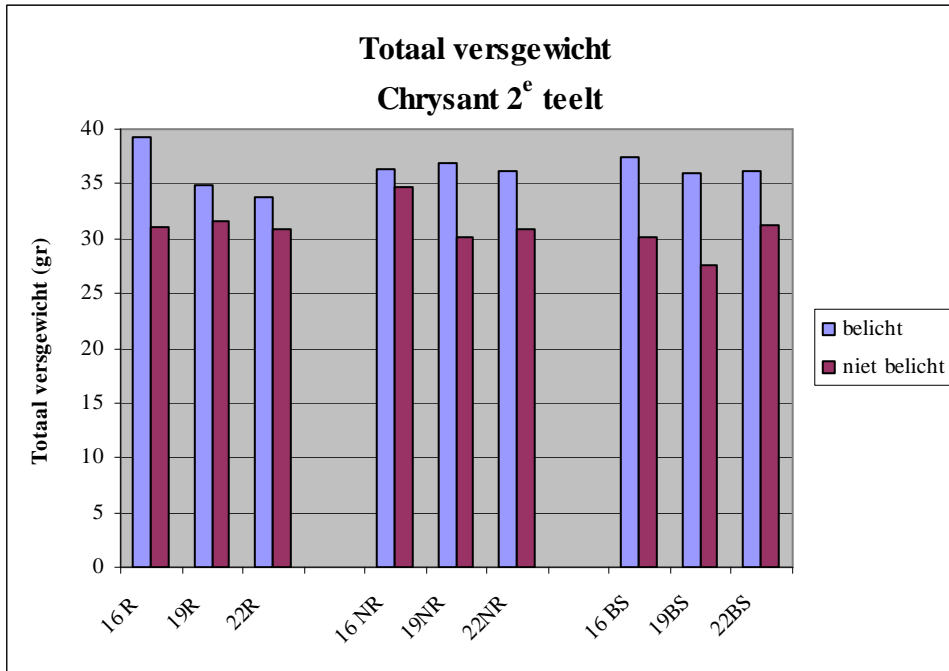
Uit Figuur 4 blijkt dat belichten in de tweede teelt in alle gevallen leidde tot een kortere reactietijd. Verhogen van de temperatuur leidde ook in alle gevallen tot een afname van de reactietijd. De combinatie van belichten en een hogere temperatuur leidde in alle behandelingen tot de kortste reactietijd. Het remmen had in deze teelt geen effect op de reactietijd.

De reactie in beide teelten is niet gelijk.

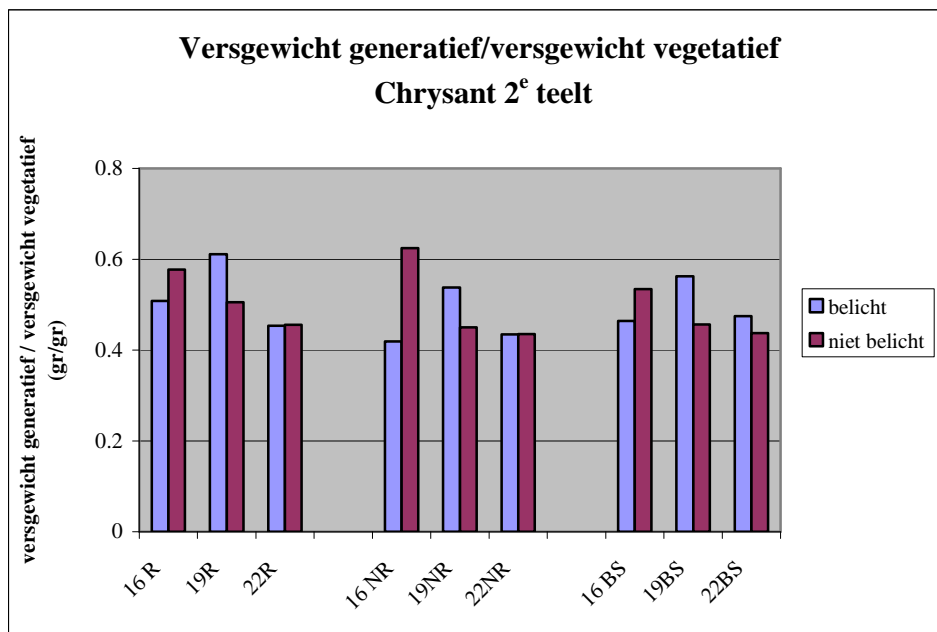
In Figuur 5 staat het totale versgewicht aan het einde van de teelt weergegeven voor de verschillende behandelingen. Een hoog lichtniveau heeft bij alle behandelingen geleid tot een hoger versgewicht. Er werd geen duidelijk effect gevonden van de temperatuur op het totale versgewicht aan het einde van de teelt. Bij de behandeling waar geremd werd, leidde een lage temperatuur wel tot een hoger versgewicht.



Figuur 6 geeft een overzicht van de verhouding tussen het generatieve en vegetatieve versgewicht. Een lage temperatuur in combinatie met een hoog lichtniveau gaf een lager verhoudingsgetal in vergelijking met de combinatie laag lichtniveau en lage temperatuur. Bij een temperatuur van 19 of 22°C gaf een hoog lichtniveau een hoger of vergelijkbaar verhoudingsgetal in vergelijking met een laag lichtniveau. Naarmate de temperatuur hoger was, werd een lager verhoudingsgetal gevonden.



Figuur 5 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op het totale versgewicht aan het einde van de tweede teelt



Figuur 6 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op de verhouding van het generatieve versgewicht t.o.v. het vegetatieve versgewicht aan het einde van de tweede teelt

Aan het einde van de teelt werd het eindproduct beoordeeld op een aantal kwaliteitscriteria. Aan het einde van de eerste en tweede teelt kon worden geconcludeerd dat alle behandelingen die niet werden geremd, dus de "niet remmen" en "blijven staan"-behandeling, bij alle temperaturen een te gerekt eindproduct gaven. Dit eindproduct was van een dusdanige kwaliteit dat veilen niet mogelijk was. Verder was er een duidelijk effect van de verschillende behandelingen zichtbaar op de bloemkleur. De behandeling met de laagste temperatuur in combinatie met een laag lichtniveau gaf een mooie bronskleurige bloem. Hoe hoger de temperatuur en het lichtniveau hoe meer de bloemen verkleurde naar geel (zie Figuur 7).



Figuur 7 - Bloemkleur bij chrysant bij teelttemperatuur van 16°C (linksboven), 19°C (rechtsboven) en 22°C (onder) met belichting

Tijdens de tweede teelt werden zogenaamde splittakken waargenomen (zie Figuur 8). Om vast te stellen of de verschillende behandelingen invloed hadden op de vorming van deze splittakken werd per behandeling het aantal planten geteld met splittakken. De resultaten van deze telling staan weergegeven in Tabel 4.



Figuur 8 - Zogenaamde splittakken in chrysant aan het einde van de tweede teelt

Uit de tellingen blijkt dat het voorkomen van splittakken beïnvloed wordt door de behandeling. Vooral temperatuur lijkt hier een belangrijke factor te zijn. Bij een lage temperatuur (16°C) komen bij gemiddeld zo'n 80% van de beoordeelde planten splittakken voor. Bij een temperatuur van 19°C ligt dit percentage rond de 47% en bij 22°C rond de 5%.

Tabel 4 - Percentage gesplitste takken bij de verschillende behandelingen aan het einde van de teelt

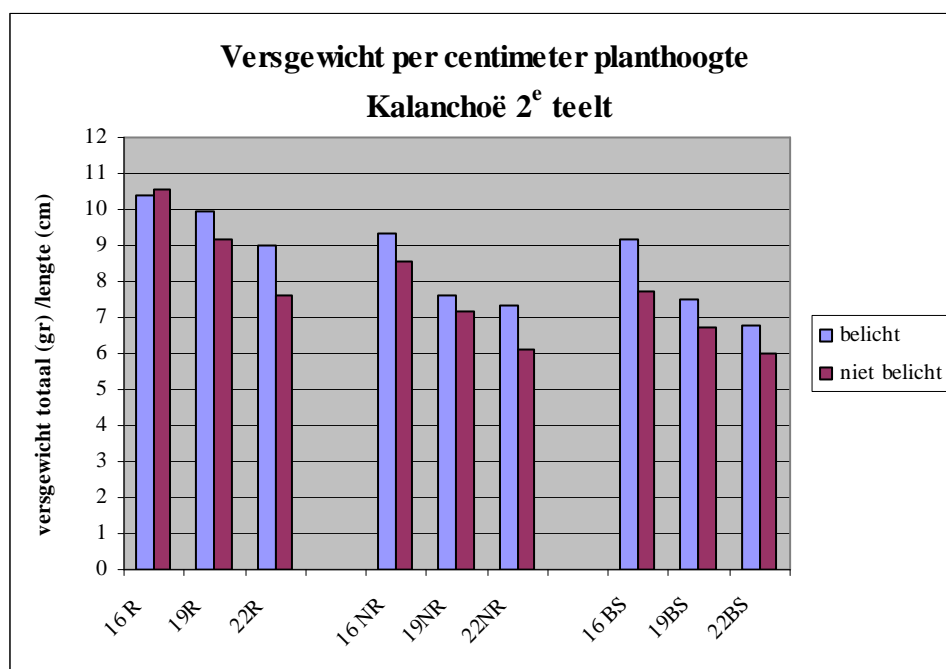
Kasttemperatuur	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
16°C	77,8%	64,4%	71,1%	84,4%	91,1%	82,2%
19°C	44,4%	42,2%	46,7%	66,7%	44,4%	37,8%
22°C	0%	8,9%	2,2%	2,2%	4,4%	17,8%

3.2 Kalanchoë

In Figuur 9 staat de verhouding weergegeven tussen het totale versgewicht en de planthoogte in centimeter.

Figuur 10 geeft een grafisch overzicht van het aantal 1^e orde zijscheuten tijdens de tweede teelt. Figuur 11 en Figuur 12 geven een grafische weergave van de reactietijd tijdens de eerste en tweede teelt.

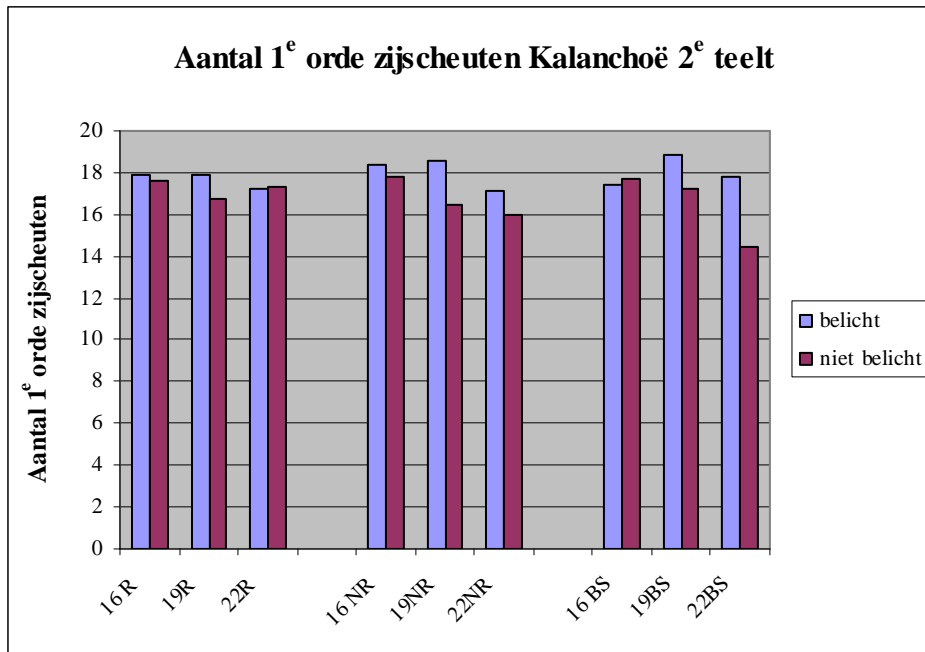
In bijlage 5 staan de resultaten van de eindwaarnemingen van de eerste en tweede teelt in tabelvorm weergegeven. Een aantal opvallende zaken worden in dit hoofdstuk verder besproken.



Figuur 9 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R=remmen, NR=niet remmen en BS=blijven staan) en lichtniveau op versgewicht per centimeter lengte

Uit de figuur blijkt dat meer licht in bijna alle gevallen leidt tot een hoger verhoudingsgetal, dus tot een hoger gewicht per centimeter. Een hogere temperatuur leidt in alle gevallen tot een lager verhoudingsgetal, dus een lager versgewicht per centimeter.

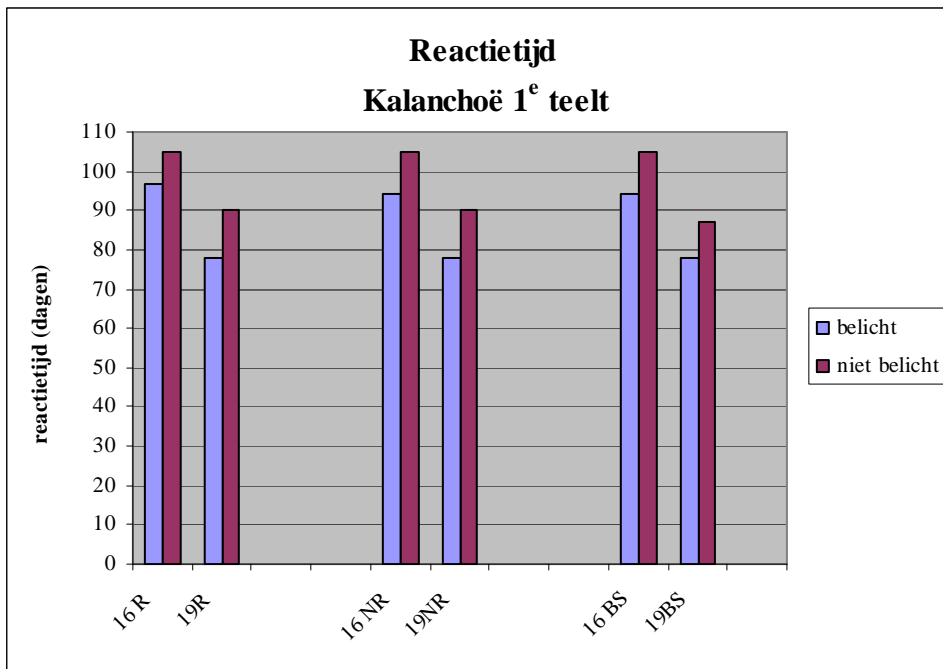
Een hoge temperatuur in combinatie met een hoog lichtniveau gaf in alle behandelingen een lager versgewicht per centimeter planthoogte in vergelijking met een lage temperatuur en een hoog lichtniveau. De geremde behandeling met een laag of hoog lichtniveau in combinatie met een lage temperatuur gaf het hoogste versgewicht per centimeter planthoogte.



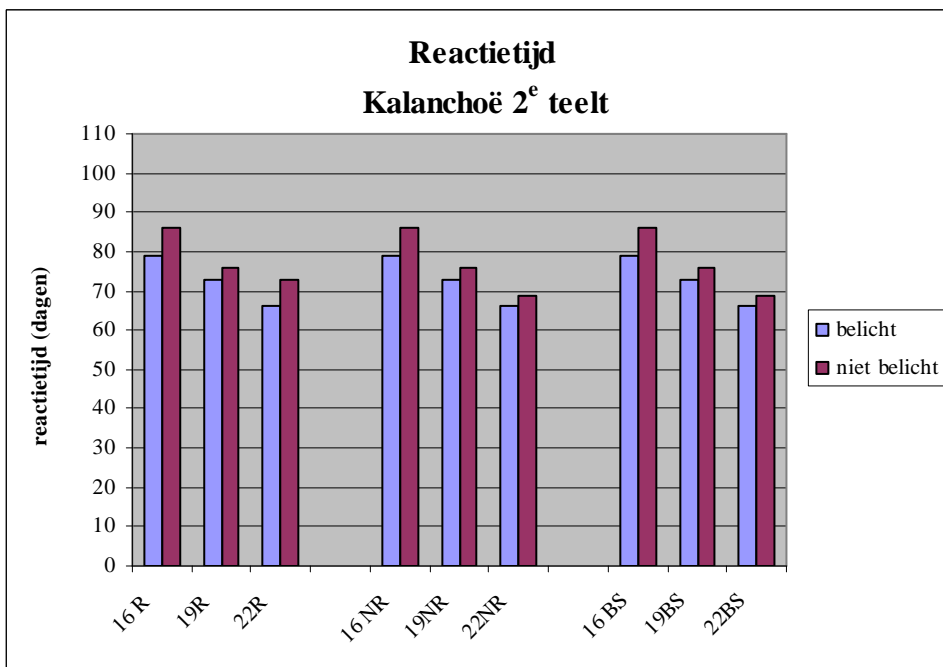
Figuur 10 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R=remmen, NR=niet remmen en BS=blijven staan) en lichtniveau op het aantal 1^e orde zijscheuten tijdens de tweede teelt

Uit Figuur 10 blijkt een temperatuur van 22°C in combinatie met een hoog lichtniveau te leiden tot een afname van het aantal zijscheuten. Een temperatuur van 19°C in combinatie met een hoog lichtniveau leidde daar in tegen tot een lichte toename van het aantal zijscheuten ten opzichte van de 16°C behandeling met een hoog lichtniveau. Bij een laag lichtniveau leidde een hogere temperatuur tot een afname van het aantal zijscheuten. Een hoog lichtniveau leidde in bijna alle gevallen tot een toename van het aantal zijscheuten ten opzicht van een laag lichtniveau.

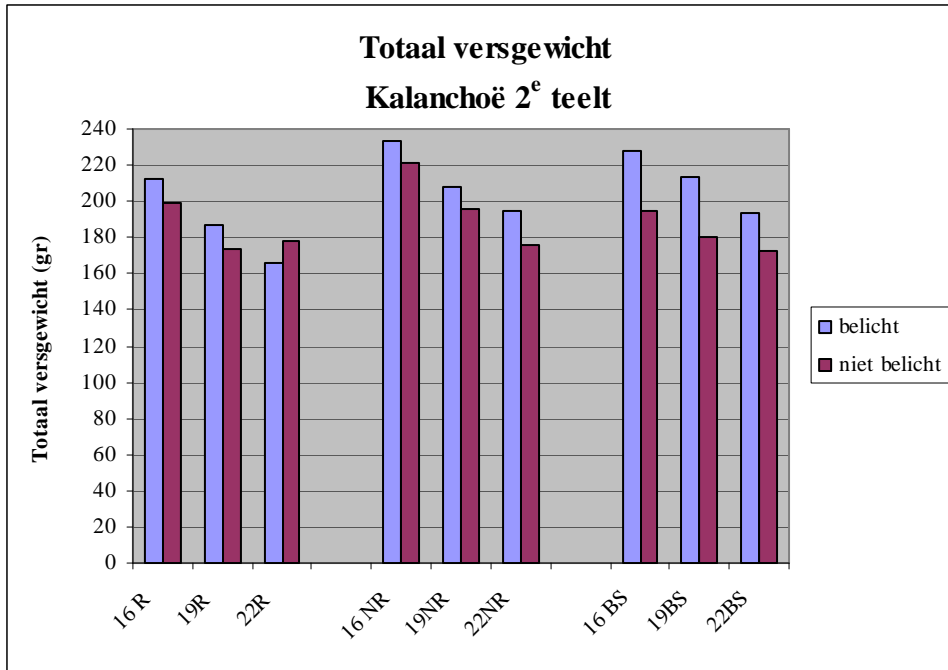
Uit Figuur 11 en Figuur 12 blijkt dat een hoog lichtniveau leidt tot een afname van de reactietijd en dus een versnelling van de teelt. Ook een hogere temperatuur leidde tot een afname van de reactietijd. De belichte behandeling in combinatie met een hoge temperatuur gaf dan ook in alle behandelingen de kortste reactietijd.



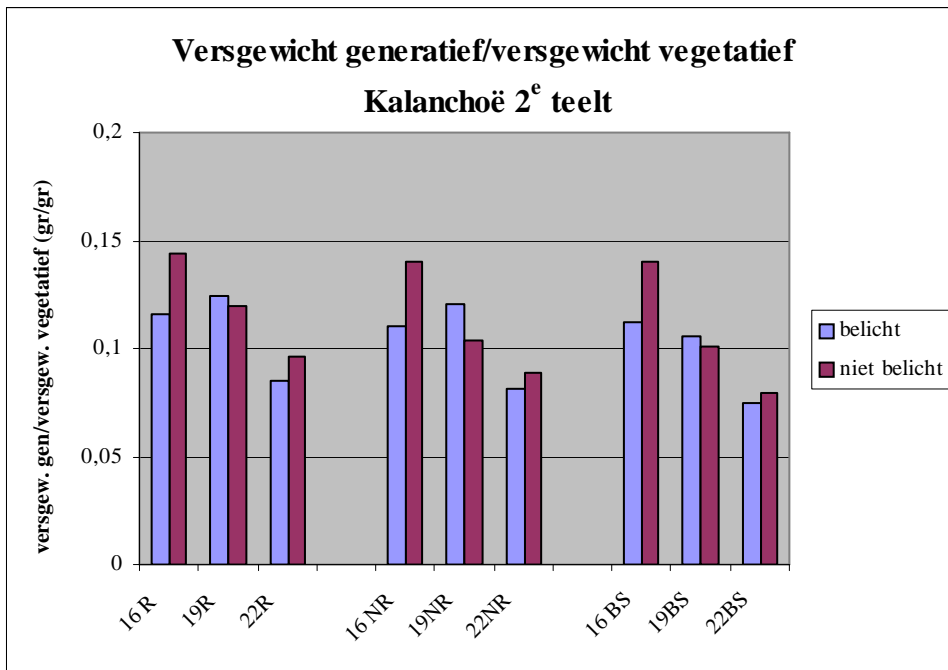
Figuur 11 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op de reactietijd tijdens de eerste teelt



Figuur 12 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op de reactietijd tijdens de tweede teelt



Figuur 13 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op het totale versgewicht aan het einde van de tweede teelt



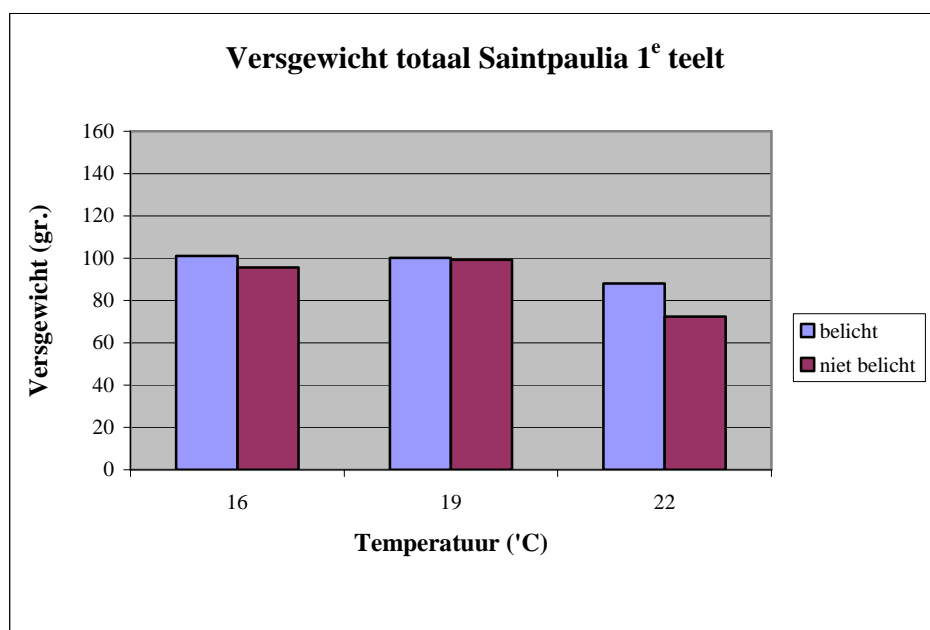
Figuur 14 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R= remmen, NR=niet remmen en BS= blijven staan) en lichtniveau op de verhouding van het generatieve versgewicht t.ov. het vegetatieve versgewicht aan het einde van de tweede teelt

In Figuur 13 staat het totale versgewicht aan het einde van de teelt weergegeven voor de verschillende behandelingen. Een hoog lichtniveau heeft bij alle behandelingen, uitgezonderd de geremde behandeling bij 22°C, geleid tot een hoger versgewicht. Een hogere temperatuur leidde in alle behandelingen tot een lager versgewicht aan het einde van de teelt. De combinatie van een lage teelttemperatuur en een hoog lichtniveau leidde tot de zwaarste planten.

Figuur 14 geeft een overzicht van de verhouding tussen het generatieve en vegetatieve versgewicht. Een lage temperatuur in combinatie met een hoog lichtniveau gaf een lager verhoudingsgetal in vergelijking met de combinatie laag lichtniveau en lage temperatuur (16°C). Een hoge temperatuur (22°C) in combinatie met een hoog lichtniveau gaf hetzelfde effect. Bij een temperatuur van 19°C gaf een hoog lichtniveau een hoger of vergelijkbaar verhoudingsgetal in vergelijking met een laag lichtniveau. Naarmate de temperatuur hoger was, werd een lager verhoudingsgetal gevonden.

Aan het einde van de teelt werd het eindproduct beoordeeld op een aantal kwaliteitscriteria. Aan het einde van de eerste en tweede teelt kon worden geconcludeerd dat alle behandelingen die niet werden geremd, dus de “niet remmen” en “blijven staan”-behandeling, bij alle temperaturen een te gerekt eindproduct gaven. Dit eindproduct was van een dusdanige kwaliteit dat veilen niet mogelijk was. Verder waren de planten die gedurende de korte dag fase bij 22°C gestaan hadden en tijdens de teelt geremd werden te gerekt onderin de plant. Hierdoor ontstond een graterige plant van een slechte kwaliteit. De lage teelttemperatuur van 16°C leidde dan wel tot een verlenging van de teeltduur, kwalitatief was het eindproduct van zowel de belichte als de onbelichte behandeling zeer goed te noemen. De nodiën waren kort en de planten waren goed gevuld.

3.3 Saintpaulia



In

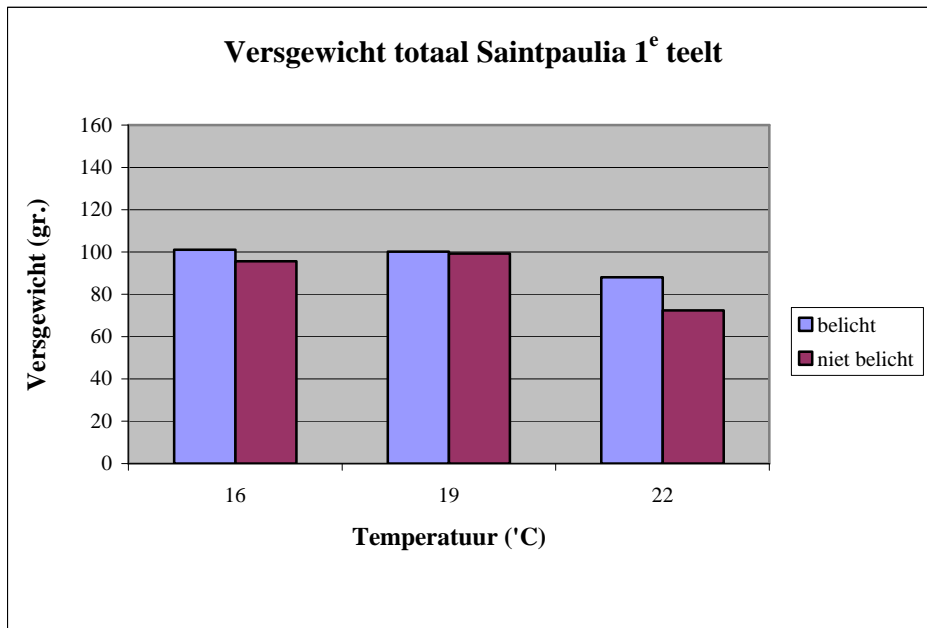
Figuur 15 en

Figuur 16 is een overzicht gegeven van het totale versgewicht aan het einde van de eerste en aan het einde van de tweede teelt. Uit beide figuren blijkt dat belichten in bijna alle gevallen resulteerde in zwaardere planten. Verder gaf een teelttemperatuur van 22°C in beide teelt een lichtere plant aan het einde van de teelt. Uit Figuur 17 blijkt belichten gaf planten met een hoger generatief versgewicht in vergelijking met de onbelichte behandeling. Een hogere temperatuur gaf in bijna alle gevallen planten met een lager generatief

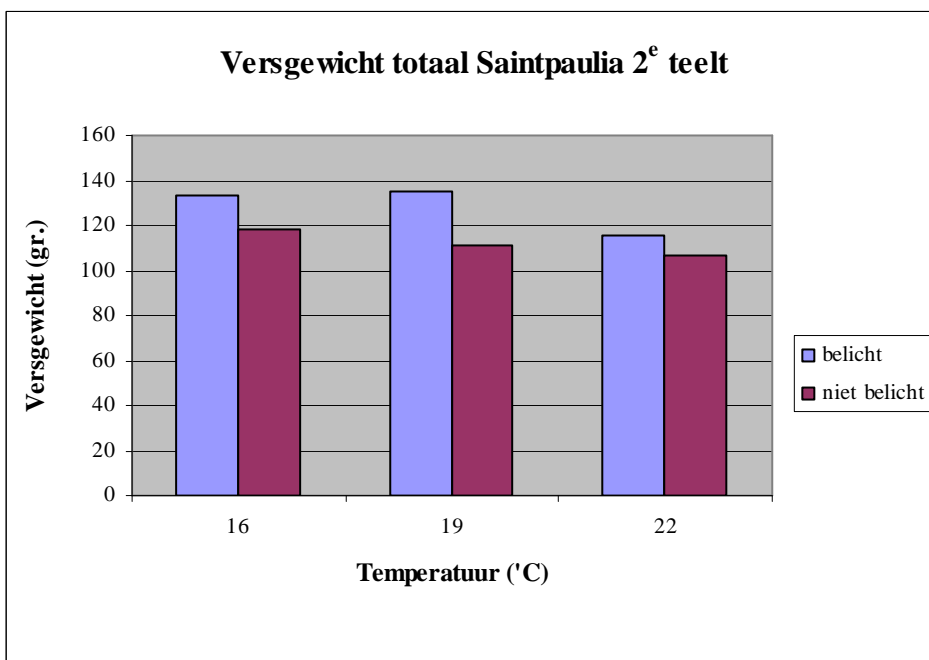
versgewicht. Een teelttemperatuur van 19°C in combinatie met een hoog lichtniveau gaf echter het hoogste generatieve versgewicht.

In Figuur 18 en 19 staat de teeltduur van de twee teelten grafisch weergegeven. Uit de resultaten komt duidelijk naar voren dat belichten een versnelling van de teelt gaf. Ook een verhoging van de temperatuur leidde tot een snellere teelt. De combinatie van belichten en een hoge temperatuur (22°C) gaf in beide teelten de kortste teelt, respectievelijk 57 dagen in de eerste teelt en 69 dagen in de tweede teelt. In bijlage 6 staan de resultaten van de eindwaarnemingen van de eerste en tweede teelt in tabelvorm weergegeven.

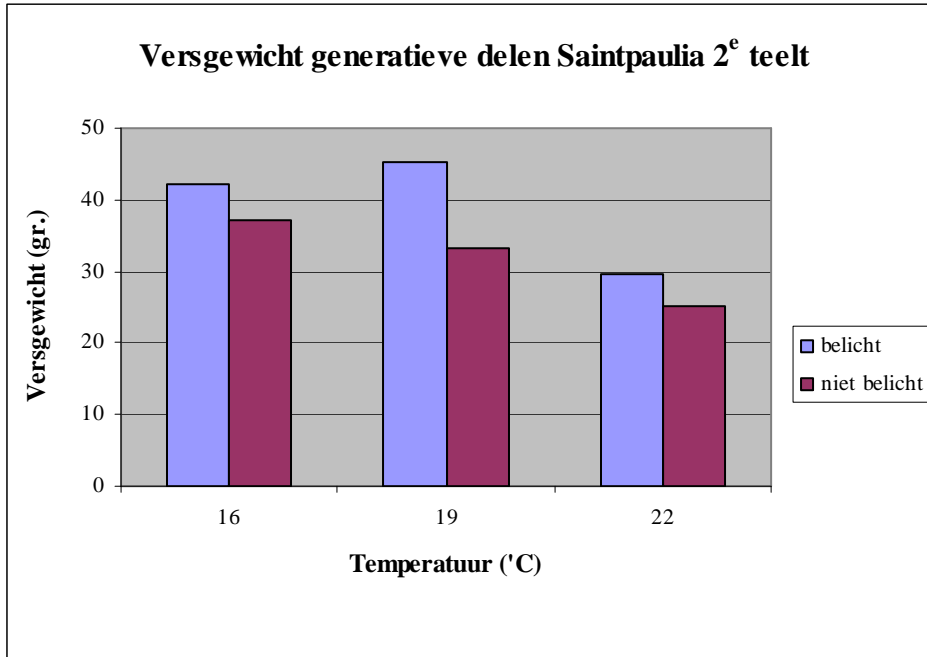
Aan het einde van de teelt werd het eindproduct beoordeeld op een aantal kwaliteitscriteria. Aan het einde van de eerste en tweede teelt kon worden geconcludeerd dat de planten die bij een temperatuur van 16°C geteeld waren, zeer bros blad hadden. De kwaliteit van deze planten was van een dusdanig niveau dat veilen niet mogelijk was. Ook vertoonden planten bij deze temperatuur in de tweede teelt veel zogenaamde dubbele bloemen (zie Figuur 20).



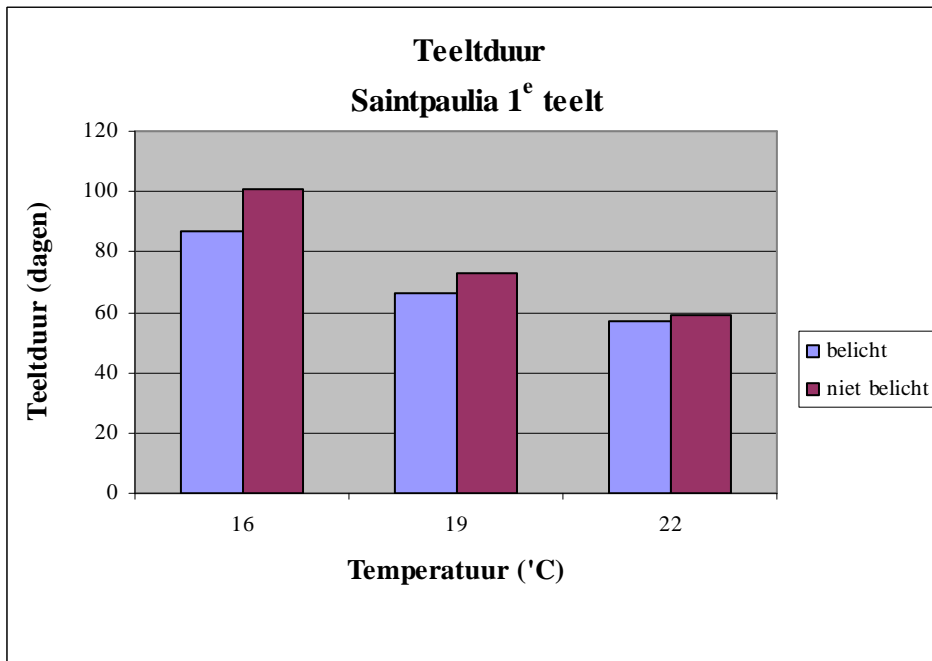
Figuur 15 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C) en lichtniveau op het totale versgewicht aan het einde van de eerste teelt



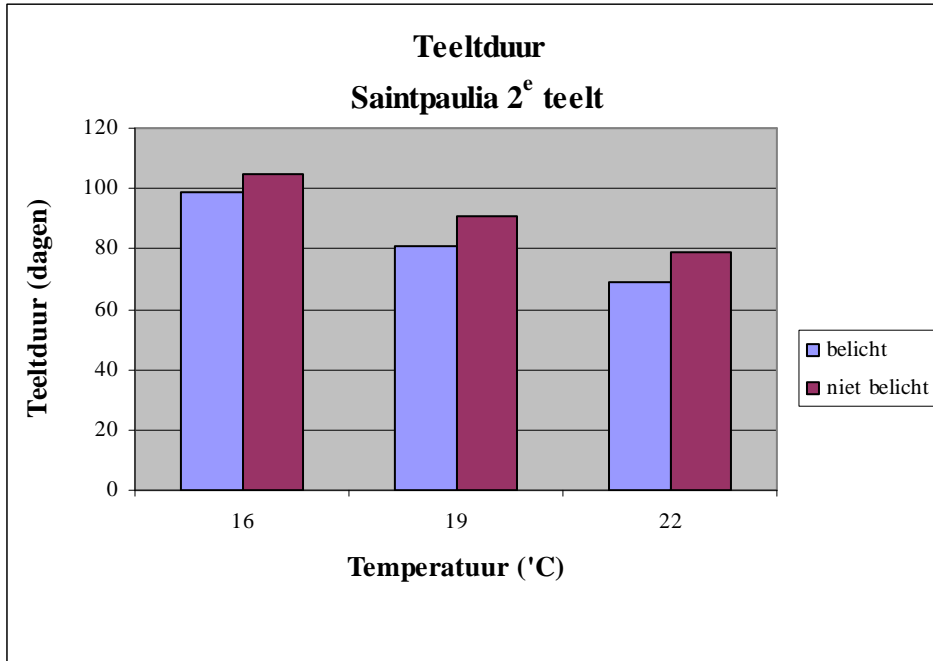
Figuur 16 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C) en lichtniveau op het totale versgewicht aan het einde van de tweede teelt



Figuur 17 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C) en lichtniveau op het versgewicht van de generatieve delen aan het einde van de tweede teelt



Figuur 18 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C) en lichtniveau op de tweededuur van de eerste teelt



Figuur 19 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C) en lichtniveau op de tweededuur van de tweede teelt



Figuur 20 - Afwijkende bloemvorm van Saintpaulia geteeld bij 16°C

3.4 Begonia

In Figuur 22 en Figuur 23 staat een grafische weergave van het versgewicht van de zijscheuten tijdens de eerste en tweede teelt. In beide teelten leidde een hoger lichtniveau tot een hoger versgewicht van de zijscheuten. Een hogere temperatuur leidde in de eerste teelt ook tot een hoger versgewicht van de zijscheuten. Na de tweede teelt was er weinig verschil tussen de versgewichten bij de verschillende temperaturen.

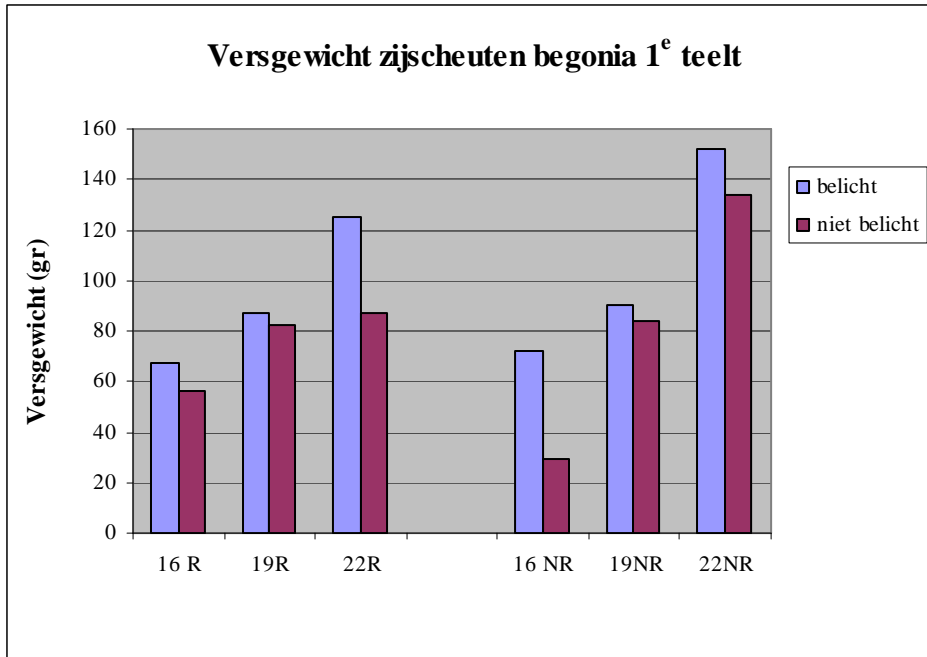
Aangezien er in de tweede teelt slechts één keer geremd hoefde te worden bij één behandeling zijn er geen resultaten van het effect van remmen op de groei en ontwikkeling van begonia "Bela".

In bijlage 7 staan de resultaten van de eindwaarnemingen van de eerste en tweede teelt in tabelvorm weergegeven. Figuur 24 en Figuur 25 geven een overzicht van de reactietijd. Uit dit overzicht blijkt dat belichten in alle gevallen leidde tot een kortere reactietijd in vergelijking met de onbelichte behandeling. Een hogere temperatuur leidde in de meeste gevallen ook tot een afname van de reactietijd. Het remmen van de planten in de eerste teelt leverde een vertraging op van maximaal 13 dagen.

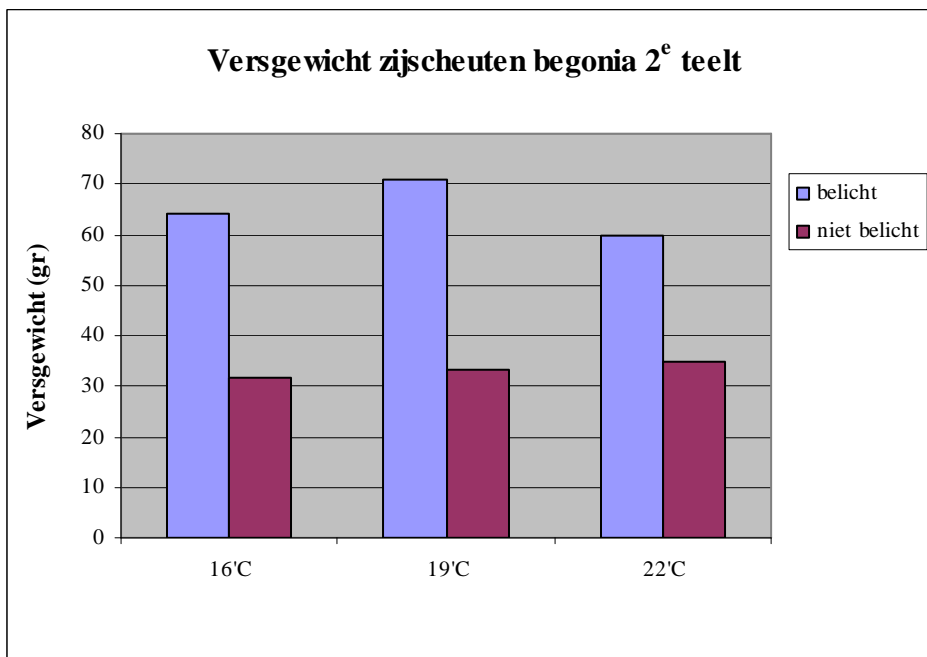
Aan het einde van de teelt werd het eindproduct beoordeeld op een aantal kwaliteitscriteria. Aan het einde van de eerste teelt kon geconcludeerd worden dat de planten die bij een temperatuur van 16°C geteeld waren, kleiner en minder gevuld waren in vergelijking met de planten geteeld bij een hogere temperatuur. Tijdens de tweede teelt werden de planten in een vroeg stadium generatief. De verhouding blad/bloem was bij deze planten niet goed. Bij de planten die werden geteeld bij 16°C werden veel bloemen waargenomen die niet gevuld waren (zie Figuur 21). De kwaliteit van deze planten was van een dusdanig niveau dat veilen niet mogelijk was.



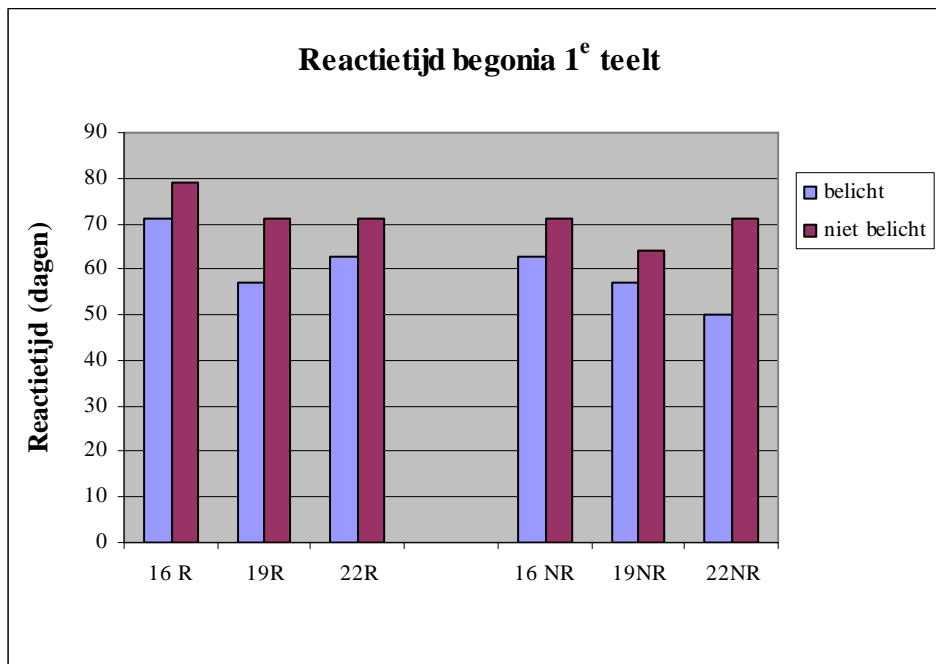
Figuur 21 – Dubbele (L) en enkele bloem (R) van begonia "Bela". Uiterst rechts nogmaals een enkele bloem aan de plant



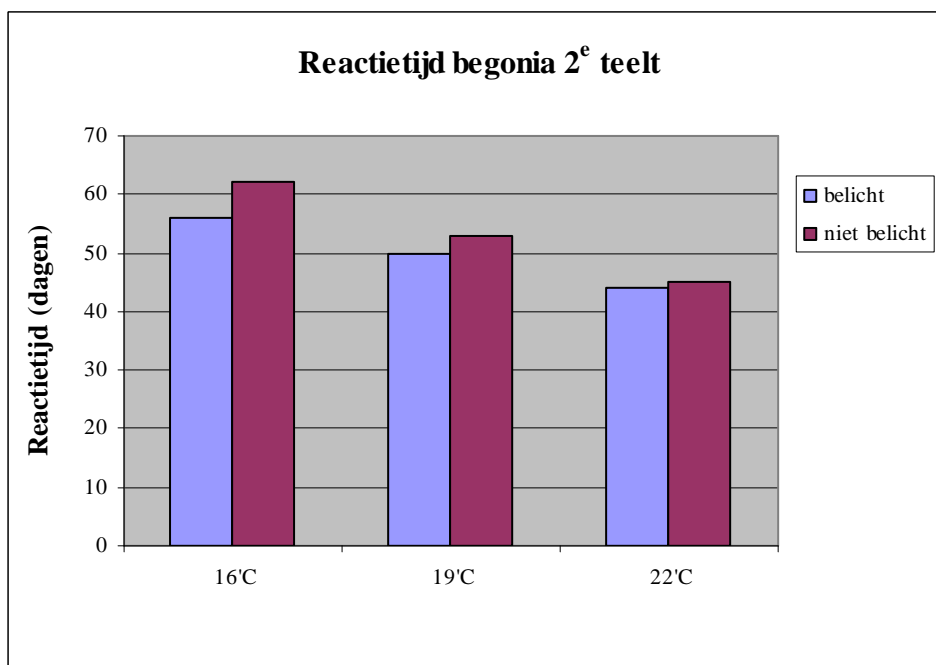
Figuur 22 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R=remmen, NR=niet remmen) en lichtniveau op het versgewicht van de zij scheuten van begonia "Baladin" aan het einde van de eerste teelt



Figuur 23 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C) en lichtniveau op het versgewicht van de zij scheuten van begonia "Bela" aan het einde van de tweede teelt



Figuur 24 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C), behandeling (R=remmen, NR=niet remmen) en lichtniveau op de reactietijd van begonia "Baladin" aan het einde van de eerste teelt



Figuur 25 - Effecten van teelttemperatuur (16, 19 en 22°C) en lichtniveau op de reactietijd van begonia "Bela" aan het einde van de tweede teelt

4 Modelstudies

4.1 Probleemstelling en benadering

Onzekerheid over de risico's van overschrijding van grenswaarden, en in het algemeen betrekkelijk weinig systematisch inzicht in de effecten van temperatuur op groei en ontwikkeling van planten, zorgt ervoor dat de introductie van temperatuurintegratie in de praktijk stagneert. Hierdoor wordt de potentiële energiebesparing van 10-20%, die voor deze techniek is aangetoond, niet gerealiseerd.

Een belangrijk bijkomend aspect is dat energieverbruik op praktijkbedrijven meer doelen dient dan alleen het handhaven van een nagestreefde temperatuur. Andere doelen zijn: het genereren van CO₂, vochtbeheersing en allerlei vermeende en bewezen stookstrategieën die tot doel hebben de teelt te beïnvloeden, zoals het 'activeren' van het gewas, DIF, voornachtverlaging om de generatieve allocatie te stimuleren, etc. Het vrijlaten van de temperatuur om een integrerende regelbaar optimaliseringsruimte te geven staat in de beleving van telers gelijk met het opgeven van bovengenoemde doelen. Hierdoor komt het dat ze in principe nadelige effecten verwachten van de toepassing van temperatuurintegratie, ook als het risico dat wordt geassocieerd met overschrijding van kritische temperatuurgrenzen klein of goed beheersbaar blijkt te zijn. Overigens geldt nog dat de huidige trend naar meer marktgericht produceren voor veel telers aanleiding is om zich te willen profileren als betrouwbare en voorspelbare leveranciers van constante kwaliteit. Om dit te bereiken zijn ze over het algemeen de laatste tijd meer 'volgens het boekje' gaan telen. Dit streven verdraagt zich slecht met het 'experimenteren' met temperatuur. Een bijkomend, praktisch potentieel obstakel is dat op de meeste bedrijven waar partijen planten synchroon lopen wat betreft ontwikkelingsstadium, er meerdere partijen planten tegelijk in verschillende stadia worden geteeld in dezelfde ruimte. Dit maakt een stadiumafhankelijk optimaliseren van de kastemperatuur onmogelijk.

De doelstelling van dit project is om de fysiologische relaties te karakteriseren die ten grondslag liggen aan de reactie van planten op temperatuur. Alleen zo kan inzicht ontstaan in de risico's die het telen bij afwijkende temperaturen met zich meebrengt. Dit inzicht kan niet alleen worden gebruikt om de risico's te voorspellen, maar ook om ze te beheersen en te voorkomen. Verder is duidelijk dat het optimaliseren van de temperatuur naast risico's ook kansen biedt, zoals de mogelijkheid om tegenstrijdige belangen kwantitatief tegen elkaar af te wegen, het klimaat zo te sturen dat gericht een bepaald economisch interessant teeltdoel gerealiseerd kan worden, en het toepassen van *optimal control* technieken. Meer uitgebreid is deze problematiek besproken in Grenswaarden voor temperatuurintegratie een definitiestudie (Buwalda, 2003).

4.1.1 Uitgangspunten

De gebruiker (teler) moet beslissingen m.b.t. temperatuurintegratie (afvlakken pieken in gasvraag, bepalen van grenswaarden voor een energiebesparende klimaatregelaar) kunnen nemen in samenhang met andere processen (handhaven van een goed productieniveau, kwaliteitsbeheersing, oogstplanning). Regelmatig zal het voorkomen dat het optimaal realiseren van al deze verschillende doelen niet mogelijk is en er een afweging moet worden gemaakt. Een dynamisch gewasmodel kan deze processen in beeld brengen en dienen als basis voor beslissingsondersteuning. Dit project beoogt het ontwikkelen en testen van een elementaire versie van zo'n model, het schatten van de energiebesparing die ermee kan worden bereikt, en het uitvoeren van scenariostudies (demonstratie van het type afwegingen dat bij de genoemde beslissingsondersteuning relevant is).

4.1.2 Gekozen benadering in het model

Het uitgangspunt voor het stuurmodel is de hypothese dat een bepaalde balans tussen groei en ontwikkeling altijd leidt tot een bepaald type plant. Het precieze verloop van groei- en ontwikkelingssnelheid is minder onbelangrijk; de verhouding wordt verondersteld bepalend te zijn. Groei is hierbij gerelateerd aan de bruto fotosynthese, de ontwikkelingssnelheid vooral aan de temperatuur. De hoeveelheid groeikracht die beschikbaar is tijdens het doorlopen van een bepaalde ontwikkelingsfase bepaalt hoeveel een plant over heeft om uit te zwaren en in de breedte te groeien. In de potplantenteelt is dit uitgroeien sterk geassocieerd met uitwendige kwaliteit en sierwaarde van het gewas. De afstemming tussen groei en ontwikkeling, waarvoor in dit verband de term 'plantbalans' wordt gebruikt, resulteert in karakteristieke waarden voor de gewichtsverhoudingen zijzscheuten/hoofdscheut en generatief/vegetatief en gewicht per cm hoogte vanaf de potrand, absolute aantallen zijzscheuten, bloemen en knoppen of relatieve aantallen per internodium. Ook de ontwikkelingssnelheid zelf kan afhankelijk zijn van de groeikracht. Hierbij kan er sprake zijn van een variabel aantal graaddagen per internodium (phyllochron) of de snelheid van bloei-inductie, wat is te zien aan het aantal internodia onder de knop en de reactietijd na bloei-inductie in graaddagen. Ook van het gehalte aan droge stof kan worden verwacht dat het zal correleren met de plantbalans.

4.1.3 Effect van verstoring; omkeerbaarheid

Een consequentie van het bovengenoemde principe is dat er bij een verstoring van de plantbalans een verschuiving zal optreden in het type plant dat wordt gevormd. Uitgaande van de veronderstelling dat het effect van fotosynthese en groeikracht vooral tot uitdrukking komt in de beschikbaarheid van assimilaten en het algemene gegeven van 10-20% ongealloceerde koolhydraten in de plant zal de reactie op verstoringen gebufferd verlopen. Verder zal, afhankelijk van de duur en omvang van de verstoring, de reactie al of niet reversibel zijn. Dit hangt af van de duur van de afwijking t.o.v. de lengte van de periode waarin een bepaald ontwikkelingsproces zich afspeelt. Een bijzonder geval vormen discrete reacties, dus alles-of-niets-effecten, zoals bijv. knopabortie of het uitlopen van zijzscheuten. Is de knop eenmaal geaborteerd, of is de dormancy van de okselknop eenmaal doorbroken, dan is dat onomkeerbaar en dus niet meer te compenseren.

De verstoringen waarover het hier gaat hebben dus meetbare effecten op het uiterlijk van de plant, het gaat om fenotypische plasticiteit. Ze hebben in de eerste plaats effect op de sierwaarde. Verder geldt dat bij een gegeven lichtniveau dat het eindgewicht positief zal zijn gerelateerd aan de teeltduur, omdat er in principe bij een lage teeltsnelheid meer tijd is om licht op te vangen en te groeien. Onder normale omstandigheden zal een wat langzamer gekweekte plant rijker bloeien en beter vertakt zijn, dus meer sierwaarde hebben. Met de teeltduur nemen echter ook de bedrijfskosten toe. Er is dus sprake van een afweging tussen tegenstrijdige belangen: kwaliteit en kosten. De optimale teeltsnelheid wordt dus in de eerste plaats door kosten en baten bepaald, waarbij de relatie kwaliteit / veilingprijs van doorslaggevend belang is. Ook in het geval van contractteelt, waarbij het aflevermoment sterk bepalend is voor de prijs, is het vinden van de juiste teeltsnelheid van belang. De ligging van het optimum wordt dus in de eerste plaats door economische afwegingen bepaald, en in de tweede plaats door de responskarakteristiek van de fenotypische plasticiteit van het gewas.

Uit voorafgaand onderzoek is gebleken dat de grenzen waarbij serieuze verschijnselen van stress op gaan treden, met een significant verlies aan productiviteit of zichtbare schade in de vorm van vervormingen, necrosen of bladverbranding, met grote waarschijnlijkheid voor de meeste gewassen veel verder weg liggen.

4.1.4 Stadiumafhankelijke temperaturoptimalisatie

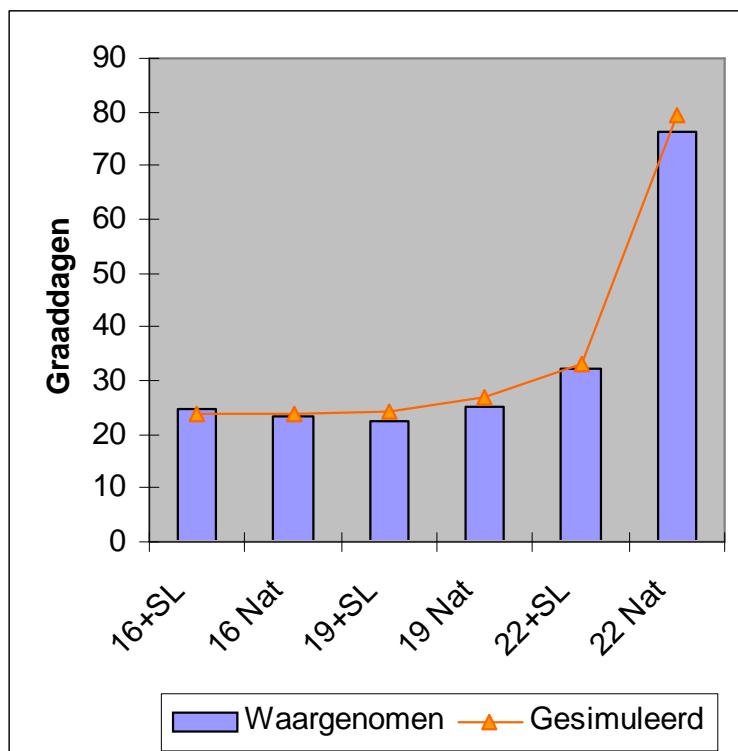
Een belangrijk gegeven is dat de potplantenkassen in Nederland vaak uit een enkele, enorme ruimte bestaan waarin alle teeltstadia bij elkaar staan, zodat stadiumafhankelijk optimaliseren van de temperatuur niet mogelijk is. Compartimenteren zou leiden tot planningsproblemen doordat de seizoensafhankelijke verkorting en verlenging van de teelt leidt tot indikking en verdunning in de teeltplanning. Aanleiding om per teeltstadium de temperatuur te optimaliseren zou kunnen zijn: (1). Snelle beworteling van stek, snelle bladafplitsing en bladuitgroei, hoge lichtbenutting, ideaal in combinatie met assimilatiebelichting (mogelijk 1 week teeltwinst in de winter). (2). Mogelijk grotere gevoeligheid voor temperatuurafwijkingen tijdens de bloei-inductie. (3). Effect op kwaliteit, m.n. kleurintensiteit, van lage temperaturen tijdens de laatste week.

4.1.5 Hypothese

Ongeacht het verloop van licht en temperatuur in de kas: bij een bepaalde plantbalans zal een plant zich volgens een karakteristiek en voorspelbaar stramen ontwikkelen tot een phenotype dat wordt gekenmerkt door bepaalde verhoudingsgetallen. Afwijkingen van die balans leiden tot voorspelbare effecten op die verhoudingsgetallen. De bedoeling is om zo'n stuurmodel te programmeren en te interfaceren met een klimaatcomputer, zodat de hypothese kan worden getoetst.

4.2 Ontwikkeling van een stuurmodel

Figuur 26



Figuur 26 een voorbeeld van het vertragen van de ontwikkelingssnelheid (bladafplitsing) bij Saintpaulia. Data zijn afkomstig uit de afgelopen proeven in het kader van dit project in Horst. Geteeld is bij 3 temperaturen (16, 19 en 22°C) en twee lichtniveaus (Nat = natuurlijk licht; SL = assimilatiebelichting). Te zien is dat er bij 16 en 19°C sprake is van een vast aantal graaduren per afgesplitst blad, terwijl bij 22°C de ontwikkeling is vertraagd en het aantal graaduren is toegenomen. De sterkste vertraging vond plaats bij 22°C onbelicht, waar het gewas de laagste plantbalans heeft. De oranje lijn geeft het resultaat van het simulatiemodel weer.

4.2.1 Eisen te stellen aan een stuurmodel

Dit project is vooral bedoeld om aan te tonen dat de berekening en uiteindelijke beheersing van de plantbalans de sleutel vormt tot het succesvol introduceren van temperatuurintegratie in de potplantenteelt. De ervaring leert dat het uitvoeren van factoriële teeltproeven, het analyseren van de uitkomsten, het ontwikkelen en experimenteel toetsen van een gewasmodel en het inbouwen van het gewasmodel in een klimaatbesturingssysteem, en vervolgens het toetsen van de effecten van de besturingsacties, een zeer tijdrovende klus is.

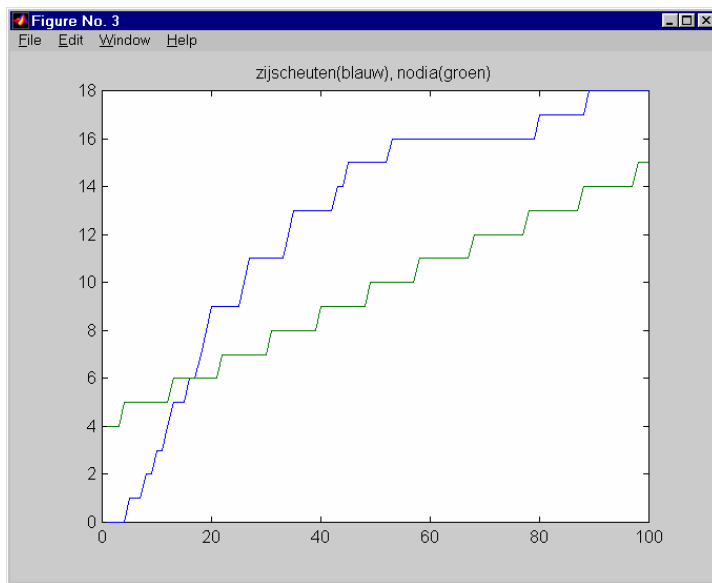
In het kader van dit project is het de bedoeling om een prototype te ontwikkelen en dit zo eenvoudig en generiek mogelijk te formuleren, om zo een snelle vertaling naar andere gewassen mogelijk te maken.

Een tweede eis die kan worden gesteld is dat het model tussentijds relevante informatie over de gesimuleerde gewastoestand kan genereren die door de gebruiker kan worden geverifieerd, zonodig bijgesteld en op basis van werkelijke toestand kan worden aangepast.

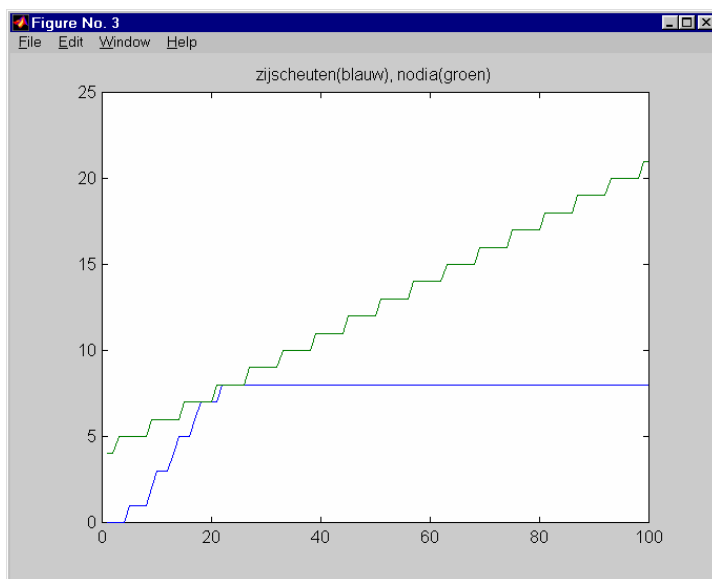
Een derde eis is dat het model op elk moment informatie moet kunnen leveren m.b.t. het te verwachten oogsttijdstip en de verachte plantkwaliteit op dat tijdstip, aangenomen dat teeltomstandigheden ongewijzigd zullen blijven.

4.2.2 Constructie van het model

Het model is opgebouwd uit een aantal basisprocessen. In principe kan elk van deze basisprocessen constraints genereren voor kasklimaatcondities, waarbinnen het teeltproces nog tot het gewenste eindresultaat kan leiden. De ligging van deze constraints is afhankelijk van het ontwikkelingsstadium en de toestand van het gewas. De toelaatbare bandbreedte voor de klimaatregelaar wordt dan bepaald door het proces dat de hoogste minimumwaarde genereert en dat wat de laagste maximumwaarde genereert. Momenteel zijn nog niet alle parameterwaarden bekend op basis waarvan deze grenswaarden kunnen worden berekend. Deze zijn pas definitief vast te stellen op basis van de proef die is gepland in de volgende projectfase. Dit vormt echter geen beletsel om het model te kunnen testen in een gestuurde teelt, omdat met veronderstelde standaardwaarden kan worden gewerkt. Het model kan wel worden gecalibreerd op momenteel reeds beschikbare datasets. Gegevens uit de gestuurde teelt kunnen naderhand worden gebruikt om de werkelijke waarden van die parameters te vinden.



Figuur 27



Figuur 28

Grafieken links:

Figuur 27 Een voorbeeld van dynamische simulatie van het aantal internodia en zijscheuten bij Kalanchoe bij verschillende temperatuurniveaus.

Bij de laagste temperatuur (boven) verloopt de afsplitsing van nodia en bladparen relatief traag. Dit resulteert in een hoge waarde van de plantbalans, zodat het gewas veel zijscheuten laat uitlopen. Het tempo van uitlopen van zijscheuten vertraagt gaandeweg doordat de bestaande scheuten de plant energie kosten en de plantbalans geleidelijk wordt verlaagd.

Bij een hogere temperatuur (Figuur 28) vindt een snelle afsplitsing van bladeren en nodia plaats. De snellere ontwikkeling heeft een lagere plantbalans tot gevolg, waardoor minder zijscheuten tot ontwikkeling komen.

4.2.3 Elementen in het gewasmodel

1. blad / internodium-afsplitsing (graaddagen, modulatie door bloeistadium en plantbalans of RRT)
2. ontwikkelings / uitgroefunctie van phytomeren (graaddagen en richards-functie, modulatie door plantbalans of RRT)
3. lichtinterceptie en groeifunctie (afhankelijk van wijderzetschema, plantgewicht, lichtproductiviteit en RRT of expliciet groei, onderhoud en CH-status)

4. reactietijd (tijd van bloei-inductie tot oogstbaar stadium; graaddagen met modulatie door RRT of CH-status; snelheid afhankelijk van licht en temperatuur volgens Larsen)
5. uitloop zijscheuten (afhankelijk van graaddagen, topdominantie en RRT of plantbalans)
6. allocatie generatief (afhankelijk van biomassa vegetatief, RRT of plantbalans)
7. strekkingsfunctie van de phytomeren, inclusief effect van chemische remmiddelen.

Van elk van de elementen zijn verschillende versies geprogrammeerd, n.l. een dynamische versie en een of meerdere correlatieve versies.

De tijdstap van het model is 1 dag. De toestand van het gewas wordt vastgelegd in een toestandsmatrix, die is op te vatten als een virtuele plant. In elke tijdstap wordt de toestandsmatrix aangepast onder invloed van elk van de verschillende functies. In het geval dat dynamische versies van de functies worden gebruikt, geldt dat de toestand van het gewas ook input is voor de betreffende functie.

4.3 Technische uitwerking

4.3.1 Interfacemodules

Ten behoeve van temperatuursturing bij paprika in het kader van project 425074 is voor de Integro klimaatcomputer in Horst een door Priva speciale interface ontwikkeld, genaamd ItLogPlus. Deze interface is in staat om informatie uit de Integro op te halen m.b.t. meteogegevens (buitentemperatuur, windsnelheid en richting, stralingsintensiteit, regen) en kasklimaat (actuele kastemperatuur, schermstand, assimilatielampen aan/uit en RV) ten behoeve van verwerking door het stuurmodel. De interface is tevens in staat om door het stuurmodel gegenereerde waarden voor stook- en ventilatiesetpoint door te geven aan de Integro klimaatcomputer.

Daarnaast is in Matlab een interface genaamd Dc5m.m geprogrammeerd die de relevante commando's kan genereren voor lees- en schrijfacties door de ItLogPlus interface. Deze module leest de informatie uit de Integro en vertaalt deze in een geëigend format voor gebruik door het stuurmodel, en vertaalt informatie m.b.t. temperatuursetpoints in het format voor de ItLogPlus interface en zorgt dat deze wordt doorgegeven aan de klimaatregelaar.

Verder is er een grafische user interface beschikbaar die actuele informatie m.b.t. modelvariabelen, klimaatgegevens en foutcondities zichtbaar maakt in de vorm van interactieve windows op het beeldscherm.

Als interface tussen het gewasmodel en de Dc5m.m module is er een module Mti.m beschikbaar, die door het model gegenereerde streeftemperaturen omzet in stook- en luchtingssetpoints voor de klimaatregelaar, en die de gerealiseerde kastemperatuur terugkrijgt. Met inachtneming van een instelbare bandbreedte worden verschillen tussen streefwaarde en gerealiseerde temperatuur automatisch gecompenseerd, waardoor de nagestreefde gemiddelde dagtemperaturen over het algemeen zeer nauwkeurig kunnen worden gerealiseerd.

4.3.2 Balanscriteria

Om te komen van een goed werkend gewasmodel naar een stuurmodel op basis van een balanscriterium is nog een hele stap. Het criterium:

$$\text{Balans} = \frac{\text{delta(ontwikkeling)}}{\text{delta(gewicht)}} = \text{constant}$$

is theoretisch de juiste keuze. Onduidelijk is nog of een enkel criterium is te stellen voor zowel vegetatieve als generatieve ontwikkeling, of vegetatieve en generatieve ontwikkeling eventueel kunnen worden genormaliseerd, of dat er wellicht een afweging dient te worden gemaakt tussen beide criteria. Modelstudies tijdens de komende maanden met de data uit de voorafgaande proeven moeten dit uitwijzen.

4.3.3 Berekening van de streeftemperatuur per etmaal

Om voor het komende etmaal de juiste temperatuur uit te kunnen rekenen is eigenlijk een betrouwbare stralingsverwachting nodig. Beschikbare weersvoorspellingen blijken echter regelmatig niet te kloppen en dit is een nadeel omdat steeds achteraf moet worden gecompenseerd. Verder zou de interfacemodule moeten worden uitgebreid om het weerbericht in te kunnen lezen. Het verwerken van een weersverwachting is dus niet alleen technisch lastig, maar ook duur: alleen voor dit doel zou voor de periode van de proef een Econaut van Hoogendoorn moeten worden gehuurd. Een alternatief is om aan het eind van de lichtperiode de temperatuur voor het volgende etmaal te berekenen. Dit heeft als voordeel dat het betrouwbaar en eenvoudig is omdat met gemeten lichtsommen kan worden gewerkt. Het is vrijwel zeker dat de afwijking die hiermee ontstaat verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de integratiecapaciteit van het gewas.

4.3.4 Verwerking van on-line feedback

De ervaring met modelmatige sturing van productieprocessen heeft geleerd dat het nauwelijks mogelijk is om modellen te ontwikkelen die op de langere termijn voldoende nauwkeurig zijn. Elke kleine afwijking werkt door en vroeg of laat ontstaat uit de cumulatie van kleine effecten een te grote afwijking. Om dit te voorkomen is het nodig om in de loop van de simulatie het model de gelegenheid te bieden om de gesimuleerde gewastoestand te vergelijken met de actuele toestand op basis van meetgegevens die door de gebruiker worden ingevoerd.

Relevante parameters voor niet-destructieve monitoring:

a ontwikkeling:
aantal nodia/bladparen
bloei stadium
verloop planthoogte

b groeikracht:
aantal zij scheuten
aantal nodia onder de top waar okselknoppen gaan schuiven
verhouding hoogte/breedte

Daarnaast kan het nodig blijken te zijn om op een aantal goed gedefinieerde momenten in de teelt (start, begin korte dag, eerste zichtbare knop) het versgewicht van een steekproef van destructief geogoste planten te bepalen.

4.4 Vervolgproef

4.4.1 Proefopzet

Het doel van de vervolgproef is om te toetsen of het model in staat is om een constante plantbalans te realiseren in de proefgewassen. Verder worden dynamische effecten van afwijkingen van die balansstoestand gemeten. Doordat tot nu toe bij niet geoptimaliseerde en tamelijk constante temperaturen is geteeld, is dit nog niet mogelijk geweest. Om voldoende zekerheid te krijgen over grenswaarden voor temperatuurintegratie is het nodig om precies te weten hoe snel een gewas reageert op afwijkingen van de plantbalans.

De proef wordt als volgt uitgewerkt:

1. Probeer modelgestuurd drie verschillende balansstoelstanden te handhaven, laat een medewerker de niet-destructieve waarnemingen doen, de ander destructieve, relateer deze later aan elkaar.
2. Vergelijk de resultaten met een normaalteelt bij constante temperatuur (controle). Het model zal ook meerekenen met de controleteelt, maar daarvan de temperatuur niet beïnvloeden.
3. Probeer op basis van niet-destructieve waarnemingen het model in de 3 balansbehandelingen tijdens de teelt getuned te houden.
4. Kunstmatige verstoringen in de plantbalans opwekken door planten te wisselen tussen afdelingen die op een verschillende balanstemperatuur geregeld worden.

vraagstelling:

- a. geeft afwijking t.o.v. balanslijn een reproduceerbaar / voorspelbaar effect?
- b. is afwijking t.o.v. balanslijn compenseerbaar?
- c. is tolerantie stadiumafhankelijk?

5. Registratie van het verloop buistemperaturen, kastemperatuur, ventilatie, wind en buitentemperatuur ten behoeve van energieberekening achteraf.

4.4.2 Aflevermoment

Het sturen van de teelt om een vooraf gekozen aflevermoment te realiseren valt in principe buiten het bestek van dit project. Op basis van standaard klimaatgegevens zijn aflevermoment en eindkwaliteit echter wel te voorspellen. In de loop van de volgende proef zal een module aan het model worden toegevoegd die deze voorspelling voor de gebruiker zichtbaar kan maken. Sturen op aflevermoment is wel onderwerp van de scenariostudie die aan het einde van dit project staat gepland.

Bijlage 1 Teeltgegevens

1^e teelt Kalanchoë:

Ras:	Tenorio
Stekweek:	week 36, 2002
Start KD:	week 39, 2002
Einde normale teelt:	week 50
Potmaat:	10,5 cm-pot
Potgrond:	eb-vloed mengsel flush fijn
Basisbemesting:	0,75 kg PG-mix per m ³
Temperatuur:	Afhankelijk van de behandeling
Luchten:	0,5°C boven setpoint
Schermen:	Tijdens beworteling boven 250 W/m ² Vanaf beworteling boven de 450 W/m ²
Vernelen:	onder de 70%
CO2:	700 ppm bij gesloten ramen
Belichting:	4 weken LD met assimilatiebelichting of gloeilampen. Realiseren met tussenlicht. Van 2.00 uur tot 4.00 uur lampen aan. Belichte zijde van de kas met daglicht mee belichten. Let wel op handhaving korte dag!!
Verduistering:	Na vier weken tot afleveren KD (dag=10,5 uur/nacht=13,5 uur)
Watergift:	eb/vloed naar behoefte
Bemestingsschema	gewasgroep 3.2.4. Bemestingsadviesbasis
EC:	2,2 mS/cm na bewortelen Later in de teelt verlagen naar 1,6 mS/cm
pH:	5,2 – 6,0
Remmen:	Na advies Let's Grow

2^e teelt Kalanchoë:

Ras:	Tenorio
Stekweek:	week 03, 2003
Start KD:	week 07, 2003
Einde normale teelt:	week 18
Potmaat:	10,5 cm-pot
Potgrond:	eb-vloed mengsel flush fijn
Basisbemesting:	0,75 kg PG-mix per m ³
Temperatuur:	Afhankelijk van de behandeling
Luchten:	0,5°C boven setpoint
Schermen:	Tijdens beworteling boven 250 W/m ² Vanaf beworteling boven de 450 W/m ²
Vernelen:	onder de 70%
CO2:	700 ppm bij gesloten ramen
Belichting:	4 weken LD met assimilatiebelichting of gloeilampen. Realiseren met tussenlicht. Van 2.00 uur tot 4.00 uur lampen aan. Belichte zijde van de kas met daglicht mee belichten. Let wel op handhaving korte dag!!
Verduistering:	Na vier weken tot afleveren KD (dag=10,5 uur/nacht=13,5 uur)
Watergift:	eb/vloed naar behoefte
Bemestingsschema	gewasgroep 3.2.4. Bemestingsadviesbasis
EC:	2,2 mS/cm na bewortelen Later in de teelt verlagen naar 1,6 mS/cm
pH:	5,2 – 6,0
Remmen:	Na advies Let's Grow

1^e teelt Chrysant:

Ras:	Swing Time
Stekweek:	week 37, 2002
Start KD:	week 39, 2002
Einde normale teelt:	week 48-49, 2003
Potmaat:	12 cm-pot
Potgrond:	eb-vloed mengsel flush fijn
Basisbemesting:	0,75 kg PG-mix per m ³
Temperatuur:	Afhankelijk van de behandeling
Luchten:	0,5°C boven setpoint
Schermen:	Tijdens beworteling boven 200 W/m ² Vanaf beworteling boven de 450 W/m ²
Vernelen:	onder de 70%
CO2:	700 ppm bij gesloten ramen
Belichting:	2 weken LD met assimilatiebelichting of gloeilampen Realiseren met tussenlicht. Van 2.00 uur tot 4.00 uur lampen aan. Belichte zijde van de kas met daglicht mee belichten. Let wel op handhaving korte dag!!
Verduistering:	Na twee weken tot afleveren KD (dag=10,5 uur/nacht=13,5 uur)
Watergift:	eb/vloed naar behoefte
Bemestingsschema	gewasgroep 4.2.4. Bemestingsadviesbasis
EC:	2,2 mS/cm na bewortelen
pH:	5,2 – 6,0
Toppen:	Op 6 bladeren na 3 dagen korte dag
Remmen:	Na advies Let's Grow

2^e teelt Chrysant:

Ras:	Swing Time
Stekweek:	week 05, 2003
Start KD:	week 07, 2003
Einde normale teelt:	week 17, 2003
Potmaat:	12 cm-pot
Potgrond:	eb-vloed mengsel flush fijn
Basisbemesting:	0,75 kg PG-mix per m ³
Temperatuur:	Afhankelijk van de behandeling
Luchten:	0,5°C boven setpoint
Schermen:	Tijdens beworteling boven 200 W/m ² Vanaf beworteling boven de 450 W/m ²
Vernelen:	onder de 70%
CO2:	700 ppm bij gesloten ramen
Belichting:	2 weken LD met assimilatiebelichting of gloeilampen Realiseren met tussenlicht. Van 2.00 uur tot 4.00 uur lampen aan. Belichte zijde van de kas met daglicht mee belichten. Let wel op handhaving korte dag!!
Verduistering:	Na twee weken tot afleveren KD (dag=10,5 uur/nacht=13,5 uur)
Watergift:	eb/vloed naar behoefte
Bemestingsschema	gewasgroep 4.2.4. Bemestingsadviesbasis
EC:	2,2 mS/cm na bewortelen
pH:	5,2 – 6,0
Toppen:	Op 6 bladeren na 3 dagen korte dag
Remmen:	Na advies Let's Grow

1^e teelt Saintpaulia:

Ras:	Sonja
Start teelt:	week 38, 2002
Einde normale teelt:	week 49, 2002
Potmaat:	12 cm-pot
Potgrond:	eb-vloed mengsel flush fijn
Basisbemesting:	0,75 kg PG-mix per m ³
Temperatuur:	Afhankelijk van de behandeling
Luchten:	0,5°C boven setpoint
Schermen:	Vanaf beworteling boven de 450 W/m ²
Vernelen:	onder de 70%
CO2:	700 ppm bij gesloten ramen
Belichting:	Belichte zijde van de kas met daglicht mee belichten
Verduistering:	-
Watergift:	eb/vloed naar behoefte
Bemestingsschema	gewasgroep 2.1.5. Bemestingsadviesbasis
EC:	Eerste vier weken 0,6 mS/cm, daaraan 1,1
pH:	5,5 – 6,6
Toppen:	n.v.t.
Remmen:	n.v.t.

2^e teelt Saintpaulia:

Ras:	Sonja
Start teelt:	week 03, 2003
Einde normale teelt:	week 14, 2003
Potmaat:	12 cm-pot
Potgrond:	eb-vloed mengsel flush fijn
Basisbemesting:	1 kg PG-mix per m ³
Temperatuur:	Afhankelijk van de behandeling
Luchten:	0,5°C boven setpoint
Schermen:	Vanaf beworteling boven de 450 W/m ²
Vernelen:	onder de 70%
CO2:	700 ppm bij gesloten ramen
Belichting:	Belichte zijde van de kas met daglicht mee belichten
Verduistering:	-
Watergift:	eb/vloed naar behoefte
Bemestingsschema	gewasgroep 2.1.5. Bemestingsadviesbasis
EC:	Eerste vier weken 0,6 mS/cm, daaraan 1,1
pH:	5,5 – 6,6
Toppen:	n.v.t.
Remmen:	n.v.t.

1^e teelt Begonia:

Ras:	Baladin
Oppotten:	week 35, 2002
Start KD:	week 39, 2002
Einde normale teelt:	week 45-46, 2002
Potmaat:	13 cm-pot
Potgrond:	eb-vloed mengsel flush fijn
Basisbemesting:	0,75 kg PG-mix per m ³
Temperatuur:	Afhankelijk van de behandeling
Luchten:	0,5°C boven setpoint
Schermen:	> 450 W/m ²
Vernelen:	onder de 70%
CO2:	700 ppm bij gesloten ramen
Belichting:	4 weken LD met assimilatiebelichting of gloeilampen Realiseren met tussenlicht. Van 2.00 uur tot 4.00 uur lampen aan. Belichte zijde van de kas met daglicht mee belichten. Let wel op handhaving korte dag!!
Verduistering:	Na vier weken tot afleveren KD (dag=10,5 uur/nacht=13,5 uur)
Watergift:	eb/vloed naar behoefte
Bemestingsschema	gewasgroep 7 Bemestingsadviesbasis
EC:	1,7 mS/cm
pH:	5,6
Toppen:	-
Remmen:	Naar behoefte

2^e teelt Begonia:

Ras:	Bela
Oppotten:	week 03, 2003
Start KD:	week 07, 2003
Einde normale teelt:	week 45-46, 2003
Potmaat:	13 cm-pot
Potgrond:	eb-vloed mengsel flush fijn
Basisbemesting:	1 kg PG-mix per m ³
Temperatuur:	Afhankelijk van de behandeling
Luchten:	0,5°C boven setpoint
Schermen:	> 450 W/m ²
Vernelen:	onder de 70%
CO2:	700 ppm bij gesloten ramen
Belichting:	4 weken LD met assimilatiebelichting of gloeilampen Realiseren met tussenlicht. Van 2.00 uur tot 4.00 uur lampen aan. Belichte zijde van de kas met daglicht mee belichten. Let wel op handhaving korte dag!!
Verduistering:	Na vier weken tot afleveren KD (dag=10,5 uur/nacht=13,5 uur)
Watergift:	eb/vloed naar behoefte
Bemestingsschema	gewasgroep 7 Bemestingsadviesbasis
EC:	1,7 mS/cm
pH:	5,6
Toppen:	-
Remmen:	Naar behoefte

Bijlage 2 Schematische weergave afdelingen eerste teelt

Overzicht Lange dag

Onbelicht Afd 44, 19°C (S) Onbelicht	Onbelicht Afd 48, 19°C Belicht
Belicht Afd 43, 16°C Onbelicht	Belicht Afd 47, 22°C Onbelicht
AFDELING 42	AFDELING 46
AFDELING 41	AFDELING 45



Overzicht Korte dag

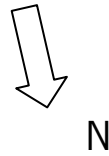
Onbelicht Afd 44, 19°C (S) Belicht	Onbelicht Afd 48, 19°C Belicht
Belicht Afd 43, 16°C Onbelicht	Belicht Afd 47, 22°C Onbelicht
AFDELING 42	AFDELING 46
AFDELING 41	AFDELING 45



Bijlage 3 Schematische weergave afdelingen tweede teelt'

Overzicht Lange dag

Onbelicht Afd 44, 19°C (S) Onbelicht	Onbelicht Afd 48, 16°C Belicht
Belicht Afd 43, 22°C Onbelicht	Belicht Afd 47, 19°C Onbelicht
AFDELING 42	AFDELING 46
AFDELING 41	AFDELING 45



Overzicht Korte dag

Onbelicht Afd 44, 19°C (S) Belicht	Onbelicht Afd 48, 22°C Belicht
Belicht Afd 43, 22°C Onbelicht	Belicht Afd 47, 19°C Onbelicht
AFDELING 42	AFDELING 46
AFDELING 41	AFDELING 45



Bijlage 4 Resultaten eindwaarneming Chrysant

Tabel 5 - Eindwaarneming in eerste teelt Chrysant bij 16°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
Lengte	27,9	27,7	20,8	19,5	27,3	28,2
Aantal nodiën	15,9	15,1	15,8	15,3	14,3	14,9
Aantal 1 ^e orde zijscheuten	5,6	5,1	5,4	5,3	4,9	4,7
Aantal 2 ^e orde zijscheuten	9,7	7,6	10,7	8,9	9,1	8,3
Versgewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	24,4	23,4	22,7	18,6	22,9	24,2
Drooggewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	2,7	2,1	2,5	1,8	2,6	2,4
% droge stof hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	11,2%	9,2%	11,1%	9,6%	11,1%	9,9%
Versgewicht 2 ^e orde zijscheuten	5,9	4,1	5,5	3,9	5,7	3,7
Drooggewicht 2 ^e orde zijscheuten	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3
% droge stof 2 ^e orde zijscheuten	8,3%	7,2%	8,4%	7,9%	8,5%	7,5%
Versgewicht generatieve delen	8,6	5,9	8,3	4,5	8,6	6,2
Drooggewicht generatieve delen	0,8	0,6	0,9	0,5	0,8	0,6
% droge stof generatieve delen	9,8%	8,1%	10,2%	9,9%	9,8%	9,7%

Tabel 6 - Eindwaarneming in eerste teelt Chrysant bij 19°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	Onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
Lengte	27,2	28,8	20,9	21,1	28,6	29,0
Aantal nodiën	14,7	14,4	14,4	16,1	14,4	14,8
Aantal 1 ^e orde zijscheuten	5,7	5,2	5,1	5,3	5,0	5,1
Aantal 2 ^e orde zijscheuten	9,0	8,2	10,0	11,1	9,6	9,0
Versgewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	21,6	21,6	19,3	21,7	21,4	20,0
Drooggewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	2,7	2,4	2,3	2,2	2,5	2,1
% droge stof hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	12,6%	11,2%	11,9%	10,2%	11,8%	10,4%
Versgewicht 2 ^e orde zijscheuten	5,3	4,3	4,1	5,9	7,7	4,9
Drooggewicht 2 ^e orde zijscheuten	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4
% droge stof 2 ^e orde zijscheuten	8,2%	8,2%	8,8%	8,2%	8,3%	8,0%
Versgewicht generatieve delen	8,2	5,2	5,6	6,1	6,1	3,9
Drooggewicht generatieve delen	0,8	0,5	0,6	0,7	0,6	0,4
% droge stof generatieve delen	10,3%	10,2%	11,7%	10,7%	10,4%	10,1%

Tabel 7 - Eindwaarneming in eerste teelt Chrysant bij 22°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	Onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
Lengte	28,6	28,4	21,3	21,7	29,0	25,8
Aantal nodiën	14,6	14,4	15,0	15,7	15,0	14,2
Aantal 1 ^e orde zijscheuten	5,4	5,1	5,2	4,9	5,0	5,0
Aantal 2 ^e orde zijscheuten	9,3	8,3	9,8	10,7	9,4	8,0
Versgewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	22,2	19,3	20,6	18,6	21,5	18,5
Drooggewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	2,5	1,9	2,4	1,9	2,6	1,9
% droge stof hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	11,5%	9,8%	11,6%	10,0%	12,2%	10,2%
Versgewicht 2 ^e orde zijscheuten	10,5	8,0	6,6	7,3	7,5	6,0
Drooggewicht 2 ^e orde zijscheuten	1,0	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5
% droge stof 2 ^e orde zijscheuten	10,6%	7,7%	9,4%	7,9%	9,4%	8,2%
Versgewicht generatieve delen	7,7	3,3	7,3	3,6	8,5	3,8
Drooggewicht generatieve delen	0,8	0,3	0,8	0,3	0,8	0,4
% droge stof generatieve delen	10,0%	8,6%	10,3%	9,5%	9,9%	9,8%

Tabel 8 - Eindwaarneming in tweede teelt Chrysant bij 16°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	Onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
Lengte	23,8	23,4	19,0	19,6	23,1	22,3
Aantal nodiën	10,8	11,0	10,7	9,4	11,0	10,2
Aantal 1 ^e orde zijscheuten	5,1	5,8	5,3	5,0	5,3	5,1
Aantal 2 ^e orde zijscheuten	6,8	5,0	7,3	5,7	7,6	5,4
Versgewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	23,4	17,8	23,9	18,1	23,3	18,9
Drooggewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	2,3	1,6	2,3	1,7	2,2	1,8
% droge stof hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	9,8%	9,2%	9,6%	9,3%	9,2%	9,7%
Versgewicht 2 ^e orde zijscheuten	2,2	1,9	2,1	1,5	2,4	2,4
Drooggewicht 2 ^e orde zijscheuten	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
% droge stof 2 ^e orde zijscheuten	10,5%	10,3%	10,5%	9,8%	10,2%	9,4%
Versgewicht generatieve delen	11,9	10,5	13,2	11,4	10,8	13,3
Drooggewicht generatieve delen	1,3	1,1	1,5	1,2	1,2	1,4
% droge stof generatieve delen	11,1%	10,5%	11,0%	10,8%	10,9%	10,3%

Tabel 9 - Eindwaarneming in tweede teelt Chrysant bij 19°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	Onbelicht	belicht	Onbelicht	Belicht	Onbelicht
Lengte	24,1	23,1	18,6	18,2	24,7	23,9
Aantal nodiën	11,2	10,8	10,0	10,4	11,6	10,9
Aantal 1 ^e orde zijscheuten	5,3	5,6	5,1	5,7	5,0	5,3
Aantal 2 ^e orde zijscheuten	8,1	5,6	7,2	6,2	7,8	5,3
Versgewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	20,2	17,5	19,4	19,2	21,0	19,0
Drooggewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	2,0	1,5	1,8	1,8	2,0	1,7
% droge stof hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	9,8%	8,7%	9,2%	9,3%	9,5%	8,9%
Versgewicht 2 ^e orde zijscheuten	2,8	1,5	2,2	1,8	3,0	1,8
Drooggewicht 2 ^e orde zijscheuten	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2
% droge stof 2 ^e orde zijscheuten	11,4%	9,7%	10,4%	9,8%	10,5%	8,9%
Versgewicht generatieve delen	13,0	8,7	13,2	10,6	12,9	9,3
Drooggewicht generatieve delen	1,4	0,9	1,4	1,2	1,4	1,0
% droge stof generatieve delen	11,0%	10,8%	10,9%	11,1%	10,8%	10,7%

Tabel 10 - Eindwaarneming in tweede teelt Chrysant bij 22°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	Onbelicht	belicht	Onbelicht	Belicht	Onbelicht
Lengte	25,5	25,7	21,4	19,9	25,7	24,7
Aantal nodiën	11,9	12,2	10,8	11,1	11,9	11,9
Aantal 1 ^e orde zijscheuten	5,0	5,2	5,0	5,4	4,4	5,0
Aantal 2 ^e orde zijscheuten	8,9	7,6	8,2	7,3	9,7	7,6
Versgewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	20,5	18,0	19,5	18,4	20,5	18,3
Drooggewicht hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	2,1	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8
% droge stof hoofdscheut+1 ^e orde zijscheuten	10,1%	9,7%	9,3%	9,6%	9,5%	9,8%
Versgewicht 2 ^e orde zijscheuten	4,1	3,8	3,8	2,8	4,8	3,1
Drooggewicht 2 ^e orde zijscheuten	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
% droge stof 2 ^e orde zijscheuten	11,0%	10,0%	10,5%	11,0%	10,4%	10,9%
Versgewicht generatieve delen	11,7	9,5	10,6	9,7	11,0	9,3
Drooggewicht generatieve delen	1,3	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1
% droge stof generatieve delen	11,4%	11,3%	11,5%	11,8%	11,2%	11,7%

Bijlage 5 Resultaten eindwaarneming Kalanchoë

Tabel 11 - Eindwaarneming in eerste teelt Kalanchoë bij 16°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
Lengte	27,2	23,2	18,3	24,1	27,2	23,4
Aantal nodiën	11,1	11,0	10,7	11,0	10,8	11,0
Aantal generatieve nodia	1,2	1,2	1,2	1,4	1,0	1,2
Aantal 1° orde zijscheuten	18,1	18,2	18,1	17,9	18,2	17,4
Versgewicht hoofdscheut	86,3	70,7	89,8	77,2	83,8	74,4
Drooggewicht hoofdscheut	3,6	2,9	3,7	3,2	3,5	2,9
% droge stof hoofdscheut	4,2%	4,1%	4,1%	4,2%	4,2%	3,9%
Versgewicht 1° orde zijscheuten	70,5	50,7	60,2	53,2	66,7	51,0
Drooggewicht 1° orde zijscheuten	3,1	2,1	2,6	2,2	2,9	2,1
% droge stof 1° orde zijscheuten	4,4%	4,1%	4,3%	4,1%	4,4%	4,1%
Versgewicht generatieve delen	29,2	13,4	31,2	15,9	24,7	14,2
Drooggewicht generatieve delen	2,6	1,2	2,7	1,4	2,2	1,3
% droge stof generatieve delen	9,1%	8,9%	8,5%	8,9%	8,9%	9,1%

Tabel 12 - Eindwaarneming in eerste teelt Kalanchoë bij 19°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
Lengte	28,5	24,0	20,0	17,4	29,0	24,9
Aantal nodiën	11,2	11,0	9,9	10,9	10,4	11,3
Aantal generatieve nodia	1,7	1,7	1,3	1,8	2,0	1,7
Aantal 1° orde zijscheuten	19,3	17,8	17,0	18,0	18,3	17,6
Versgewicht hoofdscheut	82,8	81,6	83,0	79,0	83,7	74,9
Drooggewicht hoofdscheut	3,9	3,6	3,7	3,5	3,8	3,4
% droge stof hoofdscheut	4,7%	4,4%	4,5%	4,4%	4,5%	4,5%
Versgewicht 1° orde zijscheuten	86,6	62,5	66,7	52,3	82,5	58,0
Drooggewicht 1° orde zijscheuten	4,1	2,8	3,1	2,4	3,8	2,6
% droge stof 1° orde zijscheuten	4,7%	4,4%	4,6%	4,5%	4,6%	4,4%
Versgewicht generatieve delen	20,5	14,6	22,2	15,8	18,9	12,4
Drooggewicht generatieve delen	2,0	1,4	2,1	1,4	1,8	1,2
% droge stof generatieve delen	9,7%	9,3%	9,3%	9,0%	9,5%	9,2%

Tabel 13 - Eindwaarneming in tweede teelt Kalanchoë bij 16°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
Lengte	24,9	25,2	20,4	18,9	25,0	25,9
Aantal nodiën	10,0	11,1	10,2	9,9	10,7	11,0
Aantal 1° orde zijscheuten	17,4	17,7	17,9	17,6	18,3	17,8
Versgewicht hoofdscheut	111,7	98,3	115,2	107,4	116,7	103,5
Drooggewicht hoofdscheut	4,3	3,6	4,5	3,9	4,6	3,9
% droge stof hoofdscheut	3,8%	3,7%	3,9%	3,7%	3,9%	3,8%
Versgewicht 1° orde zijscheuten	93,5	72,1	74,6	66,8	93,5	90,4
Drooggewicht 1° orde zijscheuten	3,7	2,8	3,0	2,5	3,7	3,5
% droge stof 1° orde zijscheuten	4,0%	3,9%	4,2%	3,7%	4,0%	3,9%
Versgewicht generatieve delen	23,0	23,9	22,1	25,1	23,2	27,2
Drooggewicht generatieve delen	2,1	2,1	2,0	2,1	2,1	2,4
% droge stof generatieve delen	9,1%	8,6%	9,5%	8,5%	9,2%	8,7%

Tabel 14 - Eindwaarneming in tweede teelt Kalanchoë bij 19°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
Lengte	28,5	26,8	18,8	18,9	27,2	27,2
Aantal nodiën	11,6	10,9	10,6	10,4	10,8	10,8
Aantal 1° orde zijscheuten	18,9	17,2	17,9	16,8	18,6	16,4
Versgewicht hoofdscheut	112,7	108,1	108,0	104,9	107,2	112,6
Drooggewicht hoofdscheut	4,5	3,9	4,2	3,7	4,2	4,1
% droge stof hoofdscheut	4,0%	3,6%	3,9%	3,5%	3,9%	3,6%
Versgewicht 1° orde zijscheuten	80,6	55,7	57,7	49,9	78,2	64,7
Drooggewicht 1° orde zijscheuten	3,5	2,2	2,4	1,9	3,3	2,6
% droge stof 1° orde zijscheuten	4,3%	4,0%	4,1%	3,8%	4,2%	4,0%
Versgewicht generatieve delen	20,5	16,5	20,7	18,5	22,3	18,4
Drooggewicht generatieve delen	1,8	1,5	1,8	1,6	1,9	1,7
% droge stof generatieve delen	9,0%	9,1%	8,8%	8,8%	8,4%	9,0%

Tabel 15 - Eindwaarneming in tweede teelt Kalanchoë bij 22°C

	Blijven staan		Remmen		Niet remmen	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	Onbelicht
Lengte	28,6	28,7	18,4	23,4	26,6	28,8
Aantal nodiën	11,0	11,0	10,2	10,8	10,8	11,0
Aantal 1 ^e orde zijscheuten	17,8	14,4	17,2	17,3	17,1	16,0
Versgewicht hoofdscheut	105,2	98,6	96,1	103,7	105,3	100,8
Drooggewicht hoofdscheut	4,5	3,8	3,9	4,1	4,4	3,9
% droge stof hoofdscheut	4,3%	3,8%	4,1%	3,9%	4,2%	3,9%
Versgewicht 1 ^e orde zijscheuten	75,5	60,9	56,9	58,5	74,4	60,4
Drooggewicht 1 ^e orde zijscheuten	3,3	2,4	2,4	2,3	3,2	2,5
% droge stof 1 ^e orde zijscheuten	4,4%	3,9%	4,2%	4,0%	4,4%	4,0%
Versgewicht generatieve delen	13,5	12,7	13,0	15,6	14,6	14,3
Drooggewicht generatieve delen	1,3	1,1	1,2	1,4	1,4	1,3
% droge stof generatieve delen	9,8%	8,8%	9,6%	8,9%	9,6%	9,0%

Bijlage 6 Resultaten eindwaarneming Saintpaulia

Tabel 16 - Eindwaarneming in eerste teelt Saintpaulia bij 16, 19 en 22°C

	16°C		19°C		22°C	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht
Diameter	24,1	27,1	26,4	27,3	27,2	27,6
Aantal bladeren	26,3	26,7	27,3	23,3	23,3	19,7
Lengte bloemsteel	12,3	11,9	11,4	11,7	12,8	12,8
Aantal bloemtrossen	10,7	10,3	10,3	9,7	7,3	7,3
Versgewicht vegetatieve delen	68,0	66,7	75,2	69,2	65,8	57,6
Drooggewicht vegetatieve delen	3,3	2,2	3,1	2,6	2,6	2,1
% droge stof vegetatieve delen	5,0%	3,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
Versgewicht generatieve delen	33,0	28,9	24,9	30,0	22,2	14,9
Drooggewicht generatieve delen	1,62	1,1	1,2	1,4	1,1	0,7
% droge stof generatieve delen	5,0%	4,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%

Tabel 17 - Eindwaarneming in tweede teelt Saintpaulia bij 16, 19 en 22°C

	16°C		19°C		22°C	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht
Diameter	25,4	24,4	27,8	28,3	28,5	28,8
Aantal bladeren	27,7	24,3	24,0	25,0	26,7	26,7
Aantal bloemtrossen	14,3	15,7	15,3	12,0	13,7	15,0
Versgewicht vegetatieve delen	90,9	80,9	89,6	78,3	86,0	81,6
Drooggewicht vegetatieve delen	4,1	3,7	3,5	3,3	3,8	3,3
% droge stof vegetatieve delen	4,6%	4,6%	3,9%	4,2%	4,4%	4,0%
Versgewicht generatieve delen	42,1	37,2	45,2	33,2	29,5	25,1
Drooggewicht generatieve delen	2,1	1,9	2,2	1,7	1,65	1,3
% droge stof generatieve delen	5,0%	5,2%	4,9%	5,1	5,6%	5,3%

Bijlage 7 Resultaten eindwaarneming Begonia

Tabel 18 - Eindwaarneming in eerste teelt Begonia bij 16, 19 en 22°C

	16°C				19°C				22°C			
	belicht		onbelicht		belicht		onbelicht		belicht		onbelicht	
	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR
Planthoogte	28,2	30,5	23,1	31,4	30,7	31,8	33,5	36,6	35,0	41,7	33,1	34,9
Lengte stengel	19,1	21,1	20,6	22,1	23,4	21,8	23,6	26,5	24,3	31,2	24,6	24,4
Aantal nodiën	11,3	12,3	9,7	13,3	12,3	11,7	13,7	14,0	13,3	13,0	13,0	13,3
Versgewicht hoofdscheut	91,7	101,7	81,2	92,5	85,3	94,2	99,2	90,6	99,3	112,1	84,8	104,3
Drooggewicht hoofdscheut	6,3	6,3	5,2	5,6	5,1	5,4	5,6	5,2	5,5	5,8	4,3	5,5
% droge stof hoofdscheut	6,9%	6,2%	6,3%	6,0%	5,9%	5,7%	5,7%	5,8%	5,6%	5,2%	5,1%	5,2%
Versgewicht zijscheuten	66,9	72,4	56,0	29,5	86,8	90,6	82,4	84,2	124,9	151,9	87,0	133,9
Drooggewicht zijscheuten	3,9	4,5	2,7	1,48	4,2	4,3	3,8	3,8	5,8	6,4	3,7	5,3
% droge stof zijscheuten	5,7%	6,3%	4,9%	5,0%	4,9%	4,8%	4,7%	4,4%	4,6%	4,2%	4,2%	4,0%
Versgewicht generatieve delen	77,4	70,0	82,8	38,4	82,6	47,0	72,1	68,9	46,5	56,4	66,0	58,6
Drooggewicht generatieve delen	2,8	2,5	2,6	1,4	2,7	1,7	2,5	2,3	1,9	2,2	2,2	2,1
% droge stof generatieve delen	3,7%	3,6%	3,2%	3,6%	3,3%	3,7%	3,4%	3,3%	4,0%	3,9%	3,4%	3,7%

Tabel 19 - Eindwaarneming in tweede teelt Begonia bij 16, 19 en 22°C

	16°C		19°C		22°C	
	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht	belicht	onbelicht
Planthoogte	27,6	26,9	29,3	28,3	30,8	29,1
Lengte stengel	17,0	15,2	19,0	17,9	19,1	18,0
Aantal nodiën	8,7	8,0	10,7	10,0	10,3	8,3
Versgewicht hoofdscheut	45,0	42,0	53,5	47,9	59,5	49,5
Drooggewicht hoofdscheut	3,2	3,2	3,2	2,9	3,5	2,9
% droge stof hoofdscheut	7,2%	7,5%	6,0%	6,0%	5,8%	5,9%
Versgewicht zijscheuten	64,3	31,8	70,8	33,1	59,8	35,0
Drooggewicht zijscheuten	4,0	2,0	3,4	1,6	2,6	1,6
% droge stof zijscheuten	6,1%	6,2%	4,8%	4,6%	4,3%	4,6%
Versgewicht generatieve delen	55,8	50,9	71,4	40,7	73,4	39,9
Drooggewicht generatieve delen	2,5	2,3	2,6	1,6	2,7	1,6
% droge stof generatieve delen	4,5%	4,6%	3,7%	3,8%	3,7%	4,1%