



Invloed lagere nachttemperatuur tijdens opkweek Phalaenopsis

Arca Kromwijk, Jouke Campen



Referaat

In Amerika bleven twee Phalaenopsis-cultivars geteeld bij een hoge dag- en lage nachttemperatuur (29/23 °C en 29/17 °C) volledig vegetatief. In Nederlands onderzoek, gefinancierd door het ministerie van EL&I en het Productschap Tuinbouw in het kader van het programma Kas als Energiebron, bleek dat het tegenhouden van de bloei door middel van een dagtemperatuur van 29°C en een lage nachttemperatuur sterk afhankelijk is van de cultivar. Bij de cultivars 'Boston', 'Bristol' en 'Lennestadt' werd de bloemtakvorming gedurende de eerste 23 weken van de opkweek wel voldoende tegen gehouden, maar bij de andere 5 cultivars ('Chalk Dust', 'Fire Fly', 'Liverpool', 'Precious' en 'Vivaldi') werden al meer of minder snel voortakken gevormd.

Ondanks het achterblijven van de bladafsplitsing en de weggeknipte voortakken na een opkweek bij een hoge dag- en lage nachttemperatuur, was het percentage meertakkers (=planten met minimaal 2 bloemtakken) in het veilingrijpe stadium maar 5 tot 8% lager dan na een gangbare opkweek bij een constante temperatuur van 28 °C. Voor toepassing van een lagere nachttemperatuur onder gangbare praktijkomstandigheden is een energiebesparing berekend van 8%.

Abstract

In American research two Phalaenopsis hybrids grown at high day- and low night temperatures (29/23 °C and 29/17 °C) stayed completely vegetative. In a Dutch study, funded by the Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation and the Dutch Product Board for Horticulture in the context of the programme Greenhouse as Energy Source, Phalaenopsis hybrids were grown at day/night temperatures of 28/28 °C, 29/23 °C and 29/17 °C. Remarkably large differences were found between the eight hybrids. During the first 23 weeks of the cultivation period, early spiking was sufficiently suppressed in the 29/23 °C and 29/17 °C temperature regimes for the hybrids 'Boston', 'Bristol' and 'Lennestadt', but not in the other five hybrids ('Chalk Dust', 'Fire Fly', 'Liverpool', 'Precious' and 'Vivaldi').

Despite the lower number of leaves and removal of the early spikes at the start of the generative phase, plants grown at high day and low night temperature during the vegetative stage gave only 5 to 8% less plants with two or more spikes in the generative phase, compared to plants grown at a constant temperature of 28 °C during the vegetative phase. Calculations showed that application of a lower night temperature regime in the cultivation of Phalaenopsis in the Netherlands can save 8% energy for heating.

Het plantmateriaal voor dit onderzoek is gratis ter beschikking gesteld door Anthura en Floricultura.



© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO).

Wageningen UR Glastuinbouw

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

Inhoudsopgave

	Voorwoord	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Probleemstelling	9
	1.2 Doel	10
2	Materiaal en methode	11
	2.1 Proefopzet opkweek	11
	2.2 Overige teeltomstandigheden tijdens opkweek	12
	2.3 Koeling en afkweek	12
	2.4 Berekeningen energieverbruik	13
	2.5 Communicatie	14
3	Bloeïnductie bij Phalaenopsis	15
	3.1 Temperatuur	15
	3.2 Daglengte	16
	3.3 Lichtintensiteit	16
	3.4 CO ₂ -dosering	16
	3.5 Cytokinen	17
4	Resultaten opkweek	19
	4.1 Gerealiseerd klimaat	19
	4.2 Voortakken	20
	4.3 Bladafsplitsing	25
	4.4 Totale bladlengte en bladoppervlak	26
	4.5 Vers- en drooggewicht na 23 weken opkweek	28
	4.6 Vers- en drooggewicht einde opkweek	29
	4.7 Effect van voortak	30
	4.8 Chlorophylfluorescentie	32
5	Resultaten generatieve fase	35
	5.1 Gele vlekken	35
	5.2 Bloemtakvorming	35
	5.2.1 Percentage meertakkers	35
	5.2.2 Aantal bloemtakken per plant	38
	5.2.3 Aantal harttakken	38
	5.2.4 Aantal te kleine bloemtakken	39
	5.2.5 Bloeisnelheid	39
	5.2.6 Herkomst bloemtakken	39
	5.3 Plantkenmerken in veilingrijpe stadium	41
	5.4 Na-effect voortak in opkweek	42
	5.5 Correlatie tussen einde opkweek en bloei	43

6	Energieberekeningen	47
6.1	Uitgangspunten voor de Kaspro berekening	47
6.2	Doorgerekende scenario's	49
6.3	Resultaten energieberekeningen	50
6.3.1	Referentieteelt	50
6.3.2	Energieverbruik scenario's	53
7	Conclusies en Discussie	59
7.1	Conclusies	59
7.2	Discussie	60
	Literatuur	63
Bijlage I	Gerealiseerde etmaaltemperatuur en lichtsom tijdens opkweek	65
Bijlage II	Toename vegetatieve groei per cultivar	67
Bijlage III	Waarnemingen na 23 weken opkweek per cultivar	71
Bijlage IV	Vers- en drooggewicht einde opkweek per cultivar	73
Bijlage V	Plantkenmerken veilingrijpe planten per cultivar	75

Voorwoord

In dit voorwoord willen we graag iedereen bedanken die bijgedragen heeft aan dit onderzoek. Allereerst het Productschap Tuinbouw en Ministerie van EL&I voor financiering van de uitvoering van dit onderzoek in het kader van Kas als Energiebron en Anthura en Floricultura voor het gratis beschikbaar stellen van opgepot plantmateriaal. Daarnaast de landelijke commissie potorchidee van LTO-Groeiservice en de begeleidingscommissie onderzoek (BCO) die dit onderzoek begeleid hebben. De vertegenwoordigers van de opdrachtgevers, Phalaenopsisadviseurs en Phalaenopsistelers in de begeleidingscommissie onderzoek van dit project, hebben de proef tijdens de uitvoering regelmatig bezocht en geadviseerd over de uitvoering van het onderzoek en aangehouden teeltomstandigheden. Verder ook dank aan Bruno Pollet van het laboratorium voor Plant Ecology van de Universiteit in Gent voor de chlorofylfluorescentiemetingen tijdens de opkweek en Menno Gobielle en Adrie Smits voor de benodigde informatie voor de randvoorwaarden van de energieberekeningen. Tot slot veel dank aan alle collega's van WUR Glastuinbouw die meegeholpen hebben bij de uitvoering van dit onderzoek, met name Peter Schrama voor de instellingen en controle op de realisatie van het klimaat, Hans Schüttler voor de gewasverzorging en Nico van Mourik en Gerdien Kouwenhoven voor alle uitgevoerde gewasmetingen.

Samenvatting

In Nederland wordt bij de opkweek van Phalaenopsis de temperatuur continu op 28 °C gehouden om de planten vegetatief te houden. In onderzoek in Amerika (Blanchard en Runkle, 2006) bleven Phalaenopsisplanten bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C en 29/17 °C ook geheel vegetatief. Zij concludeerden dat een hoge dagtemperatuur de bloei tegenhoudt bij Phalaenopsis en dat de nachttemperatuur geen invloed heeft. Indien de nachttemperatuur weg zou mogen zakken tijdens de opkweek zonder negatieve gevolgen voor het gewas, biedt dit mogelijkheden voor energiebesparing. Daarom is een kasproef uitgevoerd om te testen wat de effecten zijn van een opkweek bij een hoge dag- en lage nachttemperatuur onder Nederlandse teeltomstandigheden. Dit onderzoek is gefinancierd door het ministerie van EL&I en het Productschap Tuinbouw in het kader van het programma Kas als Energiebron.

In week 15 - 2009 is gestart met jonge, net opgepote planten van acht Phalaenopiscultivars. Floricultura en Anthura hebben beide van vier cultivars gratis plantmateriaal beschikbaar gesteld. De planten zijn verdeeld over 6 proefkassen voor drie behandelingen in twee herhalingen:

- controlebehandeling met dag-/nachttemperatuur = 28/28 °C
- dagtemperatuur = 29 °C en nachttemperatuur = 23 °C
- dagtemperatuur = 29 °C en nachttemperatuur = 17 °C

In tegenstelling tot de resultaten van het Amerikaanse onderzoek in 2006 bleven de planten niet allemaal vegetatief bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C of 29/17 °C. Het percentage voortakken (=voortijdig gevormde bloemtakken tijdens de opkweek van Phalaenopsis) was sterk afhankelijk van de cultivar. Drie cultivars bleven lang vegetatief, maar bij vijf andere cultivars werden al vrij snel voortakken gevormd.

- De cultivars Boston, Bristol en Lennestadt bleven lang zonder voortakken. Bij deze 3 cultivars waren er na 23 weken opkweek nog weinig voortakken in alle behandelingen. Opvallend is dat Lennestadt lang vrij van voortakken bleef. Volgens telers is deze cultivar in de praktijk vaak wel gevoelig voor voortakken. Na het wijder zetten werden wel voortakken gevormd. Voor deze en vergelijkbare cultivars zou een lagere nachttemperatuur tijdens de opkweek toegepast kunnen worden in het eerste deel van de opkweek van jonge planten. Bij oudere planten was een dag-/nachttemperatuur van 29/23 of 29/17 °C niet voldoende om de planten voldoende vegetatief te houden.
- Bij de andere 5 cultivars was een hoge dagtemperatuur van 29 °C in combinatie met een lagere nachttemperatuur in het eerste deel van de opkweek niet voldoende om de planten vegetatief te houden. Na 23 weken opkweek was het percentage voortakken bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C of 29/17 °C hoger dan bij planten opgekweekt bij een temperatuur van continu 28 °C.
 - o De cultivars Chalk Dust en Liverpool gaven gedurende het begin van de opkweek nog weinig voortakken, maar vanaf de 10^e week van de opkweek begon het percentage voortakken bij deze cultivars geleidelijk te stijgen.
 - o De cultivars Precious, Fire Fly en Vivaldi gaven in het begin van de opkweek (week 5 tot week 15) al snel een toename van het percentage voortakken in de 29/23 °C en 29/17 °C –behandelingen. Van week 15 tot 25 kwamen er bij deze cultivars weinig nieuwe voortakken meer bij.
- Na het wijder zetten in week 39 en het verwijderen van de eerder gevormde voortakken in week 40 was er bij alle cultivars en vrijwel alle behandelingen een toename in het percentage voortakken.

Bij de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C was het aantal afgesplitste bladeren, totale bladoppervlakte per plant en totaal vers- en drooggewicht aan het einde van de opkweek lager dan bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C. Bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C bleef wel het aantal nieuw afgesplitste bladeren wat achter, maar er was geen betrouwbaar verschil in totale bladlengte, totaal bladoppervlak en totaal vers- en drooggewicht aan het einde van de opkweek ten opzichte van de controlebehandeling met continu 28 °C.

Vanaf begin november zijn alle planten onder gelijke omstandigheden gekoeld en afgekweekt om na te gaan in hoeverre de opkweektemperatuur nog na-effecten geeft op de bloei. Ondanks het achterblijven van de vegetatieve groei en de weggeknipte voortakken bij een lagere nachttemperatuur tijdens de opkweek, waren er bij de eindmeting geen grote verschillen in het percentage meertakkers. Als de harttakken en te kleine takken buiten beschouwing worden gelaten dan

was het percentage meertakkers na een opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C gemiddeld 8% lager en na een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C tijdens de opkweek was het percentage meertak 5% lager dan de controle opkweek bij 28/28 °C. Bij de destructieve eindmeting viel op dat de totale bladoppervlakte en vers- en drooggewicht van blad/stengel en wortels na een lage nachttemperatuur in de opkweek wel wat lager was, maar dat er relatief weinig verschil was in het vers- en drooggewicht van de bloemtakken tussen de 3 opkweektemperaturen. Bij planten waarbij een voortak was weggeknipt werden meer bloemtakken gevormd uit lager gelegen okselknoppen waaruit normaal gesproken geen of weinig bloemtakken gevormd worden.

Met behulp van het Kaspro-model, dat is aangepast aan de specifieke teeltomstandigheden voor Phalaenopsis (zoals het water geven bovenover), is berekend dat bij toepassing van een hoge dag- en lage nachttemperatuur onder praktijkomstandigheden op jaarbasis 8% energie bespaard kan worden op het energiegebruik in de opkweek van Phalaenopsis. Een daling naar 17 of 23 °C in de nachtperiode maakt voor de besparing nauwelijks verschil. Deze besparing komt in beide gevallen neer op ongeveer 5 m³ gas per m². Bij een gasprijs van € 0,26 levert de berekende energiebesparing van 5 m³ gas per m² door een lagere nachttemperatuur bij Phalaenopsis een besparing in kosten op van € 1,30 per m². Deze besparing weegt niet op tegen de gemiddelde afname van het percentage meertakkers met 5 tot 8% en extra arbeid voor het verwijderen van voortakken zoals gemiddeld waargenomen over alle cultivars in deze proef. Bij cultivars zoals Boston, Bristol en Lennestadt lijkt toepassing wel mogelijk in het eerste deel van de opkweek als deze in een aparte afdeling voor geschikte cultivars geteeld worden, omdat deze cultivars in de eerste 23 weken van de opkweek wel nagenoeg vrij van voortakken bleven.

Vraag rijst waarom in het Amerikaans onderzoek geen bloemtakken werden gevormd en in deze proef wel. In het Amerikaanse onderzoek is met twee cultivars gewerkt, terwijl in dit onderzoek met acht cultivars grote verschillen gevonden zijn tussen de cultivars. Waarschijnlijk zijn er in het Amerikaanse onderzoek twee cultivars gebruikt vergelijkbaar met de drie cultivars die in dit onderzoek ook lang weinig voortakken gaven. Het Amerikaanse onderzoek heeft 20 weken geduurd en hier bleven deze 3 cultivars ook gedurende de eerste 23 weken nagenoeg vrij van voortakken. In vervolgonderzoek van Newton en Runkle (2009) met vier cultivars geteeld bij een daglengte van 16 uur en periodes van 0, 4, 8, 12 en 24 uur hoge dagtemperatuur in het midden van de daglichtperiode heeft ook laten zien dat de reactie sterk afhankelijk is van de cultivar en de plantleeftijd. Oudere planten bleken een langere periode van hoge temperatuur nodig te hebben tijdens de dag om de bloei tegen te houden dan jonge planten.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

In de teelt van Phalaenopsis worden doorgaans drie teeltfases aangehouden. In de opkweek, die ca. 26 tot 30 weken duurt, wordt de temperatuur dag en nacht op 28 °C gehouden om de planten vegetatief te houden. In de koelfase wordt de temperatuur verlaagd om de bloemtakken te induceren en in de afkweekfase kan de temperatuur iets verhoogd worden om de uitgroei van de bloemtakken te versnellen. Eerder onderzoek naar het effect van temperatuur op de mate van voortakken (=voortijdige bloemtakken die tijdens de opkweek al uitgroeien) heeft laten zien dat bij een etmaaltemperatuur van 22, 24, 26, 28, 30 en 32 °C met een gelijke dag/nachttemperatuur het aantal voortakken afneemt naarmate de etmaaltemperatuur hoger is (Kromwijk, 2003). De minimumtemperatuur waarbij alle planten vegetatief bleven verschilde per cultivar. Om alle cultivars vegetatief te houden wordt tijdens de opkweek van Phalaenopsis in de praktijk doorgaans een etmaaltemperatuur van 28 graden aangehouden om voortakken te voorkomen. De bladafsplittingsnelheid in dit onderzoek nam toe naarmate de temperatuur hoger was.

In onderzoek van Blanchard en Runkle (2006) zijn 2 Phalaenopsis-cultivars geteeld bij een constante temperatuur van 14, 17, 20, 23, 26 of 29 °C en bij een dag-/nachttemperatuur van 20/14, 23/17, 26/14, 26/20, 29/17 en 29/23 °C bij een daglengte van 12 uur. De planten geteeld bij continu 29 °C én bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 en 29/23 °C bleven geheel vegetatief. Bij de andere temperaturen werden wel bloemtakken gevormd. Zij concluderen dat een hoge dagtemperatuur de bloei tegen houdt bij Phalaenopsis en dat de nachttemperatuur geen invloed heeft. Dit zou betekenen dat een hoge dagtemperatuur voldoende is om de planten vegetatief te houden tijdens de opkweek en dat de nachttemperatuur zonder risico op voortakken mag wegzakken. De lichtsom in dit onderzoek (2,4 mol/m²/dag bij de start oplopend tot 4,4 mol/m²/dag) was vergelijkbaar met de lichtsommen bij de teelt onder Nederlandse praktijkomstandigheden.

In vervolgonderzoek in Amerika (Newton en Runkle, 2009) heeft men verschillende tijdsduren van 29 °C per dagperiode onderzocht bij 4 cultivars om vast te stellen wat de minimale tijdsduur van 29 °C zou moeten zijn om Phalaenopsis vegetatief te houden. Vijf tijdsduren van 29 °C per dag zijn onderzocht: 0, 4, 8, 12 en 24 uur. In de rest van het etmaal is een temperatuur van 20 °C aangehouden. Bij alle behandelingen was er een daglengte van 16 uur en de periode met hoge temperatuur was gecentreerd in het midden van de 16 uur lichtperiode. 4 uur 29 °C was bij alle 4 cultivars onvoldoende om de planten vegetatief te houden. 8 of 12 uur 29 °C hield 2 cultivars vegetatief. Bij de andere 2 cultivars werd de bloemtakvorming wel vier tot zes weken vertraagd, maar bleven de planten niet volledig vegetatief. De minimale duur is dus afhankelijk van de cultivar.

Indien het toelaten van een lagere nachttemperatuur ook onder Nederlandse praktijkomstandigheden toegepast zou kunnen worden biedt dat mogelijkheden voor energiebesparing tijdens de opkweek van Phalaenopsis. Volgens vooraf gemaakte globale berekeningen zou bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C op jaarbasis tot 30% bespaard kunnen worden op het warmtegebruik voor de opkweek.

Voor toepassing in de praktijk is het allereerst noodzakelijk om uit te testen of Phalaenopsis-cultivars die in Nederland geteeld worden bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 of 29/17 °C onder Nederlandse teeltomstandigheden ook geheel vegetatief blijven. Door verlaging van de nachttemperatuur wordt de etmaaltemperatuur lager dan bij de huidige praktijksituatie. De verwachting is dat de bladafsplittingsnelheid daardoor af zal nemen. Bij handhaving van dezelfde opkweekduur als nu in de praktijk zal het aantal bladeren aan het eind van de opkweek daardoor lager zijn en de vraag is of er daardoor geen negatieve na-effecten optreden op het aantal bloemtakken in de generatieve fase. Daarom is in dit onderzoek ook vastgesteld welk effect optreedt op de bladafsplitsing en of er geen negatieve na-effecten optreden in de koeling/afkweek. Bij een verlaging van het aantal bloemtakken zal de opkweek verlengd moeten worden om een gelijk aantal bloemtakken te realiseren en dat zou een deel van de energiebesparing teniet doen.

Na overleg met de potorchideeën commissie is eerst een dag-/nachttemperatuur van 29/23 en 29/17 °C uitgetest (12 uur 29 °C en 12 uur resp. 23 en 17 °C) en geen behandeling toegepast met 8 uur 29 °C en 16 uur 17 °C. De commissie vond 17 °C nachttemperatuur erg laag (17 °C wordt in Nederland zelfs in de koeling niet toegepast) en daarom lijkt een nachttemperatuur van 23 °C eerder haalbaar. Bovendien laat het vervolgonderzoek van Runkle zien dat het niet bij alle cultivars mogelijk is om met 8 uur 29 °C alle planten vegetatief te houden.

In de praktijk zijn de planten in het najaar het meest gevoelig voor voortakken. Daarom is pas in week 15 gestart, zodat het laatste deel van de opkweek in de meest gevoelige periode voor voortakken in het jaar viel en de behandelingen in de meest gevoelige periode voor voortakken zijn getest. In het onderzoek zijn zowel cultivars opgenomen die gevoelig zijn voor voortakken als cultivars die minder gevoelig zijn voor voortakken.

In dit onderzoek is, overeenkomstig het Amerikaanse onderzoek van Blanchard en Runkle een constante daglengte aangehouden worden waarbij de overgang van dag- naar nachttemperatuur en van nacht- naar dagtemperatuur gelijk valt met de lichtperiode. Het onderzoek is uitgevoerd in kassen waar zowel verwarmd als gekoeld kan worden zodat de gewenste dag-/nacht- en etmaaltemperaturen goed gerealiseerd kunnen worden. De temperatuur is na het einde van de lichtperiode geforceerd naar beneden gebracht om te testen of het principe werkt of niet. Als blijkt dat op deze manier de planten volledig vegetatief gehouden kunnen worden zal daarna nog een vervolgstap nodig zijn, waarin gekeken wordt hoe de planten reageren als geteeld wordt in praktijkkassen waarbij de nachttemperaturen in warme periodes hoger zal zijn dan in koude periodes (als 's avonds de temperatuur niet geforceerd naar beneden wordt gebracht om zoveel mogelijk energie te besparen).

1.2 Doel

Technische doelstelling

Nagaan of het onder Nederlandse teeltomstandigheden mogelijk is Phalaenopsis planten volledig vegetatief te houden tijdens de opkweek middels een hoge dag- en een lagere nachttemperatuur, zonder nadelige bij-effecten tijdens de opkweek en zonder nadelige na-effecten tijdens de koeling en afkweek.

Energetische doelstelling

Bij toepassing van een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C tijdens de opkweek in de praktijk zou naar verwachting tot 30% energie bespaard worden op het warmtegebruik voor de opkweek van Phalaenopsis. Aan de hand van de resultaten zal berekend worden hoeveel energie bespaard zou kunnen worden bij toepassing tijdens een opkweek van Phalaenopsis onder Nederlandse praktijkomstandigheden.

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet opkweek

Twee behandelingen met een hoge dag- en lage nachttemperatuur uit het onderzoek van Blanchard en Runkle (2006) zijn vergeleken met de huidige praktijksituatie met een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C tijdens de opkweek:

- Dag- en nachttemperatuur = 28/28 °C
- Dagtemperatuur = 29 °C en nachttemperatuur = 23 °C
- Dagtemperatuur = 29 °C en nachttemperatuur = 17 °C

De drie behandelingen zijn in twee herhalingen uitgevoerd in geconditioneerde kassen van 24 m² bruto (=totaal 6 kassen) van Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. Om te testen of het principe werkt zijn de setpoints in de proef zo strak mogelijk gerealiseerd. Omdat het onderzoek in Amerika uitgevoerd is bij een constante daglengte van 12 uur is, in overleg met de BCO, in deze proef ook een vaste daglengte van 12 uur ingesteld. Dit in tegenstelling tot de praktijk waar in het belichtingsseizoen meestal een daglengte van 14 uur wordt aangehouden. Om de daglengte van 12 uur te realiseren is in de zomermaanden verduisterd van 19.00 tot 7.00 uur zodat er optimaal gebruik gemaakt kon worden van natuurlijk daglicht. In de herfst is aanvullend belicht tussen 7.00 en 19.00 uur om de gewenste daglengte en gewenste lichtsom te realiseren. De overgang van nacht- naar dagtemperatuur en van dag- naar nachttemperatuur was gelijk met het begin en einde van de lichtperiode. In het Amerikaanse onderzoek vond de overgang van dag- naar nachttemperatuur vaak binnen 5 minuten plaats en de overgang van nacht- naar dagtemperatuursetpoint duurde 30 minuten. In overleg met de BCO is de kastemperatuur in dit onderzoek vanaf 7.00 uur 's ochtends in 1 uur tijd geleidelijk opgebouwd naar 29 °C en vanaf 19.00 uur 's avonds werd de ingestelde kastemperatuur in 1 uur tijd geleidelijk afgebouwd naar de ingestelde nachttemperatuur van 23 of 17 °C.

Op verzoek van de landelijke commissie potorchidee van LTO-Groeiservice is de opkweek gestart in week 15 (op 8 april 2009) zodat het einde van de opkweek in de herfst zou vallen. Dit is in de praktijk de periode waarin de Phalaenopsisplanten het meest gevoelig zijn voor voortakken. Daardoor is ook duidelijk geworden of de behandelingen, ook in de meest gevoelige periode van het jaar, de Phalaenopsisplanten al dan niet vrij van voortakken kunnen houden. De planten zijn 30 weken opgekweekt van week 15 t/m week 45 - 2009.

Anthurus en Floricultura hebben gratis plantmateriaal beschikbaar gesteld voor dit onderzoek. Dit was jong plantmateriaal van dezelfde leeftijd als plantmateriaal wat gewoonlijk aan Phalaenopsisstellers wordt geleverd. De plantbreedte van 12,5 tot 34,5 cm lag in dezelfde orde van grootte als de plantbreedte van het plantmateriaal wat in Amerika is gebruikt (plantbreedte van 24 – 31 cm). Omdat Phalaenopsis cultivars sterk kunnen verschillen in de mate van voortakken zijn acht cultivars opgenomen in het onderzoek:

- Boston (Anthurus)
- Bristol (Anthurus)
- Chalk dust (Floricultura)
- Fire fly (Floricultura)
- Lennestadt (Anthurus)
- Liverpool (Anthurus)
- Precious (Floricultura)
- Vivaldi (Floricultura)

Chalk Dust , Fire Fly, Lennestadt, Liverpool, Precious en Vivaldi zijn cultivars die in de praktijk gevoelig zijn voor voortijdige bloemtakvorming tijdens de opkweek. Boston en Bristol zijn minder gevoelig. Het plantmateriaal is opgepot door de leveranciers en na levering direct in de kassen gezet bij de drie ingestelde temperatuurbehandelingen.

Tijdens de opkweek zijn klimaatdata geregistreerd van:

- Kasttemperatuur
- Relatieve luchtvochtigheid
- Lichtniveau op planthoogte
- Lichtsom per etmaal
- Bladtemperatuur (op verzoek van BCO toegevoegd)

Gewaswaarnemingen:

- Vanaf week 19 is elke week het aantal planten met voortakken geteld. Om een betrouwbaar percentage voortakken vast te stellen is dit bij 110 planten per proefveld geteld. Dit is inclusief de buitenste rij van elk proefveld. Na het wijder zetten is de telling voort gezet aan 75 planten per proefveld.
- Regelmatige meting bladafsplitsing en lengte en breedte van alle bladeren (gemiddeld elke 6 weken). Dit is gemeten aan 10 planten per proefveld. Hiervoor zijn 10 willekeurige planten uit het middelste deel van elk proefveld gebruikt (dus geen randplanten uit buitenste 2 randrijen) en bij elke meting zijn steeds dezelfde 10 planten gemeten.
- Bij het wijder zetten en aan het eind van de opkweek bepaling aantal bladeren per plant, bladgrootte, vers- en drooggewicht, droge stof percentage en bladoppervlakte.
- Bruno Pollet van het laboratorium voor Plant Ecology van de Universiteit in Gent (België) heeft chlorophyll fluorescentie gemeten met een chlorophyll fluorescentiemeter (LI-COR 6400) bij de drie temperatuurbehandelingen. De metingen zijn uitgevoerd aan 6 volledig uitgegroeide volwassen bladeren per behandeling van de cultivar Lennestadt.

2.2 Overige teeltomstandigheden tijdens opkweek

Om de proef zoveel mogelijk conform de huidige praktijkomstandigheden uit te voeren is de proef begeleid door een begeleidingscommissie onderzoek (BCO) met teeltadviseurs, telers en vertegenwoordigers van het PT en ministerie van EL&I (=opdrachtgevers in kader van Kas als energiebron). De overige teeltomstandigheden zijn in overleg met deze BCO ingesteld zoals gangbaar in de praktijk. De RV is bij alle behandelingen ingesteld op 70%. Gedurende de eerste 10 weken van de opkweek is een lichtsom van 2,8-3,0 mol PAR per etmaal nagestreefd. De laatste 20 weken van de opkweek is gestreefd naar een lichtsom van 3,5-3,5 mol PAR per etmaal. Voor het lichtniveau is maximaal 80-100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ aangehouden. Bij de start van de proef zijn de kassen gekrijt met 50-60% Redusol en eind mei is een extra laagje krijt toegevoegd tot 80%. Eind september is alle krijt er weer af gehaald. De gewenste lichtniveau's en lichtsommen zijn gerealiseerd m.b.v. klimaatcomputer, dekscherm bovenop de kas en een vlak scherm in de kas. Gedurende 24 uur per etmaal is CO_2 gedoseerd tot maximaal 800 ppm. Er is naar behoefte water geven. Door het verschil in temperatuur droogden de planten in de controlebehandeling sneller op. Naarmate de nachttemperatuur hoger was is er daardoor meer water gegeven. Voor de bemesting zijn de bemestingschema's van bureau IMAC gevolgd. Op advies van de BCO zijn alle planten na 24 weken opkweek (21 september) wijder gezet naar 60 planten per m^2 . Bij het wijder zetten zijn de buitenste planten langs de buitenkant van de proefveld verwijderd.

2.3 Koeling en afkweek

Om na te gaan of en in hoeverre een lagere nachttemperatuur tijdens de opkweek na-effecten geeft op de bloemtakvorming in de generatieve fase zijn alle behandelingen na de opkweek bij elkaar in één potplantenkas gezet en is onder gelijke omstandigheden de bloei geïnduceerd bij alle behandelingen. De klimaatomstandigheden tijdens de koeling en afkweek waren zoveel mogelijk overeenkomstig de praktijk. Van 5 november tot 10 januari is de dag-/nachttemperatuur ingesteld op 19,2/18 °C en is overdag gelucht vanaf 19,5 °C en 's nachts vanaf 18,5 °C. Na 9 weken koeling zijn de dag-/nachttemperatuur verhoogd naar 21/20 °C (etmaal = 20,5 °C). Tijdens de koeling en afkweek is een lichtniveau van maximaal 180-200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ aangehouden en een lichtsom van 6,0 mol PAR per etmaal nagestreefd bij een daglengte van 14 uur. 14 uur voor zonsondergang is gestart met belichten met een lichtintensiteit van 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Er is verneveld als de RV onder de 65% zakte. Gedurende 24 uur per etmaal is CO_2 gedoseerd tot maximaal 1000 ppm. Er is naar behoefte water gegeven en voor de bemesting zijn de bemestingsschema's van bureau IMAC gevolgd. Tijdens de koeling en afkweek stonden er 45 planten per m^2 .

Tijdens de koeling en afkweek zijn gerealiseerde waarden geregistreerd van:

- kasttemperatuur
- Relatieve luchtvochtigheid
- Lichtniveau op planthoogte
- Lichtsom per etmaal

Bij de verkoop van Phalaenopsis zijn het aantal bloemtakken, vertakking en aantal bloemknoppen belangrijke kwaliteitscriteria. Hoe meer bloemtakken en hoe meer bloemknoppen hoe hoger de opbrengst van een plant en een vertakte plant brengt meer op dan een onvertakte plant. Voor de afzet worden planten daarom ingedeeld in klassen o.b.v. het aantal bloemtakken per plant, vertakt/onvertakt en het aantal bloemen per plant. Op basis van de productspecificatie Phalaenopsis in pot van de BVN en overleg met de BCO zijn de volgende gewaswaarnemingen uitgevoerd:

- 11 januari (=9,5 week na de start van de koeling) is aan 35 planten per veld (=exclusief randrij rondom elk meetveld) een tussentijdse telling uitgevoerd van het aantal bloemtakken per plant.
- In het veilingrijpe stadium is opnieuw een telling uitgevoerd aan 35 planten per proefveld aan:
 - o Aantal volwaardige bloemtakken per plant (=bloemtak met 3 of meer bloemen en/of bloemknoppen en lengte bloemtak > dan hoogte van onderste knop aan hoofdtak).
 - o Aantal te kleine bloemtakken per plant (=bloemtak met minder dan 3 bloemen en/of bloemknoppen of lengte bloemtak < dan hoogte onderste knop aan hoofdtak).
 - o Aantal volwaardige harttakken per plant (harttak=bloemtak uit het eindgroeipunt van de stengel)
 - o Aantal te kleine harttakken per plant.
 - o Vertakt/onvertakt. Een plant mag is als vertakt gekwalificeerd als de plant minimaal 10 bloemknoppen had en tenminste 3 knoppen verdeeld waren over 1 of meerdere zijtakken aan de hoofdtak(ken).
 - o Aantal open bloemen. Omdat sommige behandelingen iets sneller rijp leken te zijn, is het aantal open bloemen geteld op de meetdatum. Aan de hand van het aantal open bloemen kon dan het verschil in teeltsnelheid worden vast gesteld.
- In het stadium dat de meeste planten van een cultivar veilingrijp waren, zijn aan 6 planten per proefveld extra waarnemingen uitgevoerd. Daarvoor zijn 3 meetplanten gekozen die tijdens de opkweek geen voortak hadden gemaakt en 3 meetplanten die tijdens de opkweek wel een voortak hadden gegeven, zodat ook de na-effecten van een voortak tijdens de opkweek vast gesteld konden worden. Hiervoor zijn meetplanten gebruikt die vanaf de start van de opkweek zijn gevolgd en waarvan dus ook het aantal bladeren en bladoppervlakte aan het einde van de opkweek bekend waren. De uitgevoerde waarnemingen zijn:
 - Vers- en drooggewicht en percentage droge stof van blad/stengel, wortels en bloemtakken.
 - Planthoogte.
 - aantal volwaardige vertakkingen (=vertakkingen met min. 3 bloemknoppen van minimaal 5 mm).
 - aantal te jonge vertakkingen (=vertakkingen met < 3 bloemknoppen van minimaal 5 mm).
 - aantal bloemknoppen per plant (=knoppen van minimaal 5 mm, die los zijn van de bloemsteel en een steeltje onder de knop zichtbaar is).
 - bladoppervlakte per plant.

2.4 Berekeningen energieverbruik

Met behulp van het KASPRO-model is berekend hoeveel energie jaarrond bespaard zou kunnen worden in de opkweek bij Phalaenopsis indien de uitgevoerde behandelingen toegepast zouden worden in een gangbare praktijkkas en onder gebruikelijke teeltomstandigheden voor Phalaenopsis. De koude en warmtebehoefte is uitgerekend waarbij er verder niet is gekeken hoe deze ingevuld worden (middels een warmtepomp of ketel of WKK). Om deze berekeningen goed uit te kunnen voeren is het KASPRO-model aangepast aan specifieke elementen voor de Phalaenopsisteelt zoals bv. het droogstoken na een watergift bovendoor. De inrichting van de kas en de klimaatinstellingen zijn met medewerking van twee Phalaenopsisadviseurs zoveel mogelijk ingesteld zoals gangbaar in de praktijk. M.b.v. het aangepaste KASPRO-model zijn een viertal scenario's doorgerekend voor de toepassing van een lagere nachttemperatuur in de praktijk.

2.5 Communicatie

De stand van zaken van de uitvoering en resultaten van dit onderzoek zijn via verschillende wegen gecommuniceerd naar de Phalaenopsistelers in Nederland:

- Elke 6 weken besproken met de adviseurs en telers in de begeleidingscommissie onderzoek.
- Regelmatig gepubliceerd in gewasnieuwsbrief potorchidee van LTO-Groeiservice.
- Gepubliceerd in nieuwsbrief bloeiende potplanten van LTO-Groeiservice.
- I.s.m. LTO-Groeiservice zijn twee open middagen georganiseerd bij de proef en op die middagen zijn ook de resultaten tot dan toe gepresenteerd (6 november 2009 en 12 februari 2010).
- Gepresenteerd d.m.v. een poster op landelijke bijeenkomst van LTO-Groeiservice voor potorchideeëntelers op 2 december 2010.
- Tweemaal gepubliceerd op website Energiek2020.
- Vakbladartikel met resultaten van het onderzoek in 'Onder Glas', augustus 2011.
- Na afronding van het onderzoek internet samenvatting voor Energiek2020, website van LTO-Groeiservice en website van WUR-Glastuinbouw.
- Na afronding van het onderzoek zijn alle resultaten weergegeven in dit onderzoeksrapport wat gedownload kan worden van de website Energiek2020.

3 Bloeiïnductie bij Phalaenopsis

Naar aanleiding van discussies met de BCO is informatie verzameld over bloeiïnductie bij Phalaenopsis. Er is geen volledig literatuuronderzoek gedaan, maar vooral eerdere overzichten over bloeiïnductie bij Phalaenopsis van diverse herkomsten en rapporten van Nederlands Phalaenopsisonderzoek geraadpleegd. Hieronder een overzicht van de verzamelde informatie over de invloed van temperatuur, daglengte, lichtintensiteit, CO₂-dosering en cytokininen op de bloeiïnductie bij Phalaenopsis.

3.1 Temperatuur

Lopez en Runkle (2005) geven een overzicht van bloeiïnductie bij Phalaenopsis. Phalaenopsis blijft vegetatief boven de 27 tot 29 °C en heeft een periode van relatief lagere temperatuur (<26 °C) nodig om de bloemtak te initiëren. De bloemtak komt meestal vanuit de derde of vierde oskelknop onder het apicale blad. Als de klimaatomstandigheden gunstig zijn, treedt de bloemknopinductie op als de bloemtak een lengte heeft van ongeveer 5 cm. Als een plant met een jonge bloemtak (korter dan 10 cm) weer bij 28 °C wordt gezet voor lange tijd, kan een vegetatief plantje worden gevormd ('Keiki') op de bloemtak in plaats van bloemen. Als de bloemtak is geïnitieerd, dan is de tijdsduur tot de eerste open bloem gecorreleerd aan de gemiddelde temperatuur (Lopez en Runkle, 2005).

Voor het onderzoek naar voortakken bij Phalaenopsis is ook een overzicht gemaakt van eerder onderzoek naar bloeiïnductie bij Phalaenopsis (Kromwijk, 2003). Daarin wordt o.a. vermeld dat in Indonesië in 1950 al bloei werd geïnduceerd door planten tijdelijk over te brengen naar een locatie in de bergen met lagere temperaturen. Over het algemeen houden temperaturen boven de 28 °C bloei-inductie tegen, hoewel er bij hoge temperaturen, waarbij wel een dag/nacht verschil aanwezig was soms wel en soms geen bloei gevonden is. In dit rapport staat ook dat Tran Thanh Van (1974) een optimale vegetatieve groei en geen bloei beschrijft bij 27/27 °C. Bij dagtemperaturen lager dan 27 °C en nachttemperaturen van 12-17 °C werd 100% bloei verkregen. Indien de dagtemperatuur hoger is dan 27-30 °C en de nachttemperatuur minder dan 12 °C trad geen 100% bloei meer op. Schenk en Brundert (1981) vonden in experimenten met snij-Phalaenopsis bij temperaturen van 21/18 °C en 21/21 °C, in 1979 bij beide temperaturen 75% bloei en in 1980 bij beide 80% bloei. Verlaging van de nachttemperatuur tot 18 °C gaf hier bij een relatief koele teelt bij 21 °C geen extra bloei.

In Nederland heeft Van Os (1984-1988) in een serie proeven met pot-Phalaenopsis diverse koeltemperaturen en -duren uitgetest. In de experimenten in 1984 was er vanaf mei een positief effect van de koeling te zien. Een langere koelduur leverde in 1986 en 1987 meestal een hoger bloeipcentage op. Bij een temperatuur van 25 °C werd weinig bloei geïnduceerd. In 2002 is het effect van etmaaltemperatuur, koelduur en verschil tussen dag- en nachttemperatuur tijdens de koeling verder onderzocht (Kromwijk en van Os, 2003). Naarmate de etmaaltemperatuur afnam van 22, 21, 20 tot 19 °C nam het percentage meertakkers toe. De laagste etmaaltemperatuur van 19 °C gaf de meeste meertakkers. Het optimum ligt mogelijk nog iets lager. Het percentage meertakkers nam ook toe naarmate de koelduur toenam van 3, 4, 5 tot 6 weken. Bij een gelijke etmaaltemperatuur van 19 °C, gaf een verschil tussen de dag- en nachttemperatuur van 2, 4 of 6 graden geen betrouwbaar verschil in het percentage meertakkers.

In het onderzoek naar voortakken bij Phalaenopsis, zijn planten geteeld bij een gelijke dag-/nachttemperatuur van 22, 24, 26, 28, 30 en 32 °C (Kromwijk, 2003). De temperatuur had een duidelijke invloed op de mate van voortakken. Naarmate de temperatuur hoger was, werden minder voortakken gevormd. Dit bevestigt dat een lage temperatuur de uitgroei van bloemtakken bevordert. De mate van voortakken was sterk afhankelijk van de cultivar. De cultivars 'Culiacan' en 'Zuma confection' gaven veel voortakken en hadden een hogere temperatuur nodig om volledig vegetatief te blijven dan de andere 4 cultivars. De andere 4 cultivars bleven in eerste instantie bij 26 °C vrijwel vegetatief. Later in de herfst werden bij een kastemperatuur van 26 °C wel voortakken gevormd. Uit de registratie van de kas- en pottemperatuur bleek dat drie weken voor het verschijnen van de voortakken, de gemiddelde pottemperatuur onder de 25 °C zakte bij gelijkblijvende kastemperatuur.

Om voortakken te voorkomen moet dus niet alleen de kasttemperatuur voldoende hoog gehouden worden, maar ook de planttemperatuur.

In 2006 zijn 8 Phalaenopsis-cultivars opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 25/29, 26/30, 29/25 en 30/26 of 28/28 °C. Zeven cultivars, waaronder 3 cultivars die in de praktijk doorgaans makkelijk voortakken geven, gaven geen voortakken bij alle 5 opkweektemperaturen. Alleen bij de gevoelige cultivar Liverpool werden wel voortakken gevormd. Bij Liverpool was er een lichte trend dat bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur wat eerder en wat meer voortakken werden gevormd dan bij lage dag-/hoge nachttemperatuur. De opkweektemperaturen gaven geen nadelige effecten op het aantal bloemtakken in de koeling en afweek (Kromwijk, 2008).

3.2 Daglengte

In het rapport over voortakken bij Phalaenopsis (Kromwijk, 2003) en de literatuurstudie naar de invloed van licht en CO₂ bij Phalaenopsis (Warmenhoven *et al.* 2003) is literatuur beschreven over de invloed van daglengte op de bloei bij Phalaenopsis. Hieronder een aantal vermeldingen uit deze rapporten. De Vries (1950) en Sommer (1999) hebben geen invloed van de daglengte op de bloei gevonden. In Japans onderzoek (Inoue en Higuchi, 1990) zijn Phalaenopsis planten geteeld onder daglengtes van 4, 8, 10, 12 en 16 uur tijdens de bloei-inductie met een lichtintensiteit van 100 µmol.m⁻².s⁻¹ en een dag-/nachttemperatuur van 25/20 °C. Vooral bij een daglengte van 4 en 8 uur bleef de ontwikkeling van de plant achter. Daarnaast werden de bloemtakken korter naarmate de dag langer was. Naarmate de dag langer werd nam het aantal dagen tot bloei af. Dit ging echter, bij een daglengte van 12 en 16 uur, wel ten koste van het aantal bloemtakken per plant. Yoneda *et al.* (1991) vond een bloeipercantage van 50% en 79% onder natuurlijke daglengte en onder 8 uur korte dag bij respectievelijk 22 of 23 °C. Lopez en Runkle (2005) geven echter aan dat het positieve effect van korte dag ook een resultaat kan zijn, van de verlenging van de koele nachtomstandigheden en niet van daglengte op zich en dat dus nog onduidelijk is of daglengte een zwak kwantitatief effect heeft op de bloei bij Phalaenopsis. In Nederlands onderzoek gaf het aanleggen van lange dag omstandigheden door een nachtonderbreking geen vermindering van het aantal voortakken bij Phalaenopsis (Uitermark *et al.* 2000).

3.3 Lichtintensiteit

De lichtintensiteit tijdens de koeling heeft invloed op de bloei-inductie. In Nederlands onderzoek gaf assimilatiebelichting tijdens de koeling in de winter een snellere bloemtakvorming en meer bloemtakken dan zonder belichting (Uitermark *et al.*, 1996, 1998). Bij een koeling van 6 weken in klimaatruimtes met een lichtintensiteit van 0, 8, 60 en 160 µmol.m⁻².s⁻¹ zag Wang (1995) de eerste bloemtakken, na resp. 95, 88, 34 en 28 dagen na aanvang van de behandeling. Zaailingen geteeld onder een maximum lichtintensiteit van 52, 108 of 240 µmol.m⁻².s⁻¹ gaven een bloeipercantage van respectievelijk 2, 77 en 98%. Een hoger lichtniveau geeft dus een hoger bloeipercantage (Lopez en Runkle, 2005). Recent onderzoek heeft laten zien dat een lichtsom van 7,5 en 9 mol per dag tijdens de koeling echter geen verhoging van het aantal bloemtakken meer gaf ten opzichte van een lichtsom van 6 mol per dag, zoals nu gebruikelijk is in de praktijk (Dueck *et al.* 2011).

Het lichtniveau tijdens de opweek heeft ook invloed op het aantal bloemtakken per plant. Meer licht tijdens de opweek verhoogt het percentage tweetakkers (Dueck *et al.* 2011).

3.4 CO₂-dosering

CO₂-dosering tijdens de generatieve fase heeft een positief effect op de bloemtakvorming bij Phalaenopsis. In een kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm was het percentage meertakkers 12% hoger dan in de kas met CO₂-dosering tot 400 ppm (Kromwijk, 2008). In vervolgonderzoek in klimaatcellen gaf CO₂ dosering tijdens de koeling en afweek 15% meer meertakkers (Dueck *et al.* 2008). CO₂ doseren tijdens de opweek resulteerde in grotere planten aan het eind van de opweekfase en grotere bloemtakken, maar gaf weinig tot geen na-effect op het aantal bloemtakken tijdens de koeling. In Japans onderzoek (Kataoka, 2004) is de hoeveelheid koolhydraten gemeten bij Phalaenopsisplanten die bij een lagere temperatuur, meer licht of meer CO₂ zijn gezet. In de eerste weken na het omzetten was er in alle genoemde gevallen een toename van de hoeveelheid koolhydraten in het blad te zien en later een positief effect op het aantal bloemtakken.

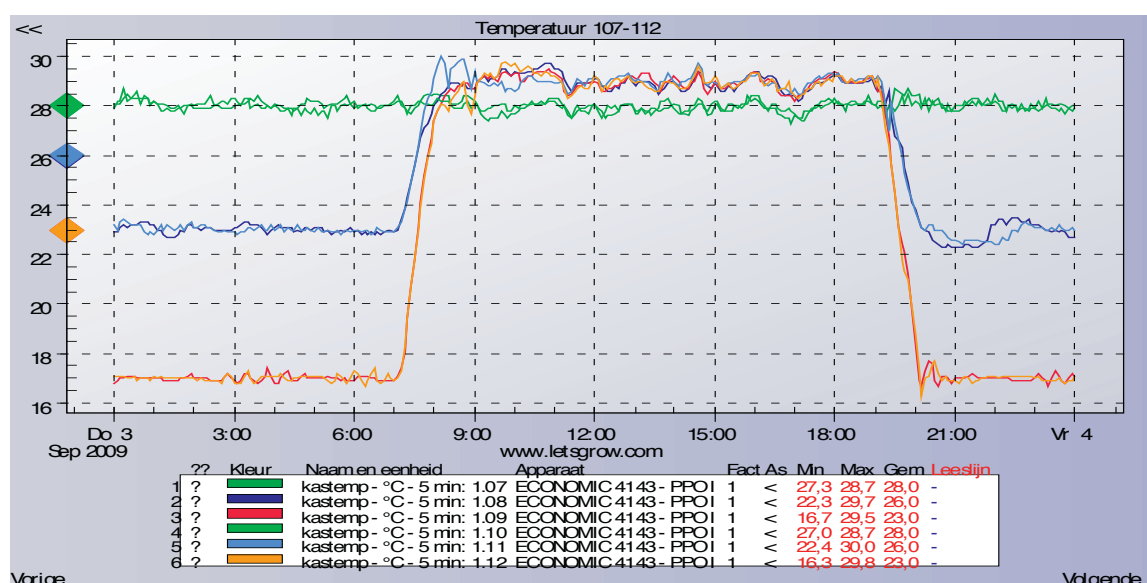
3.5 Cytokininen

In verschillende buitenlandse onderzoeken zijn positieve effecten gezien van toediening van cytokininen op de bloeiïnductie bij Phalaenopsis. De bevordering van bloei door toediening van de cytokinine benzyladenine suggereert volgens Blanchard en Runkle (2008) dat cytokininen in ieder geval voor een deel de bloeiïnductie bij Phalaenopsis reguleren. Omdat bij een temperatuur van 29 °C benzyladenine geen bloeiïnductie geeft, concluderen zij dat toediening van benzyladenine niet in zijn geheel de lage temperatuur kan vervangen.

4 Resultaten opkweek

4.1 Gerealiseerd klimaat

De ingestelde temperaturen zijn goed gerealiseerd. Dankzij de koeling en verwarming in de proefkassen konden de ingestelde dag- en nachttemperaturen goed gerealiseerd worden (Figuur 1.). Vanaf 7.00 uur 's ochtends is in 1 uur tijd een geleidelijke overgang gerealiseerd van een lage nachttemperatuur naar de dagtemperatuur van 29 °C en vanaf 19.00 uur 's avonds is weer een geleidelijke overgang in 1 uur tijd gerealiseerd naar de ingestelde nachttemperatuur van 23 of 17 °C. Bij de controlebehandelingen van continu 28 °C is gedurende de opkweek van 30 weken een gemiddelde etmaaltemperatuur gerealiseerd van 28,1 °C. Bij de behandelingen met een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C was de etmaaltemperatuur gemiddeld 26,0 °C en bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C gemiddeld 23,0 °C (Tabel 1. en bijlage 1).

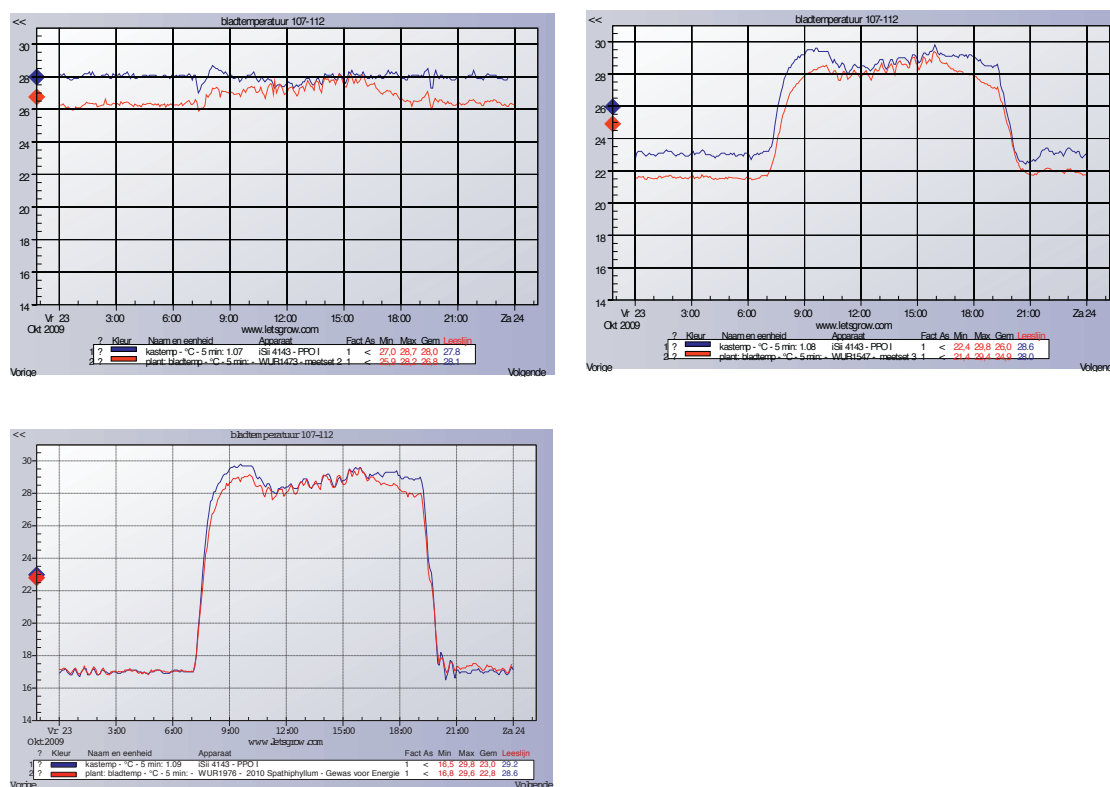


Figuur 1. Verloop van de gerealiseerde kasttemperatuur over de dag (5-minuten gemiddelden) bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C in de 6 proefkassen op 3 september 2009.

Tabel 1: Gemiddeld gerealiseerde kasttemperatuur, bladtemperatuur en verschil tussen kas- en bladtemperatuur gemiddeld per dagperiode, nachtperiode en per etmaal bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C (=gemiddelde van 30 weken opkweek).

d/n temp. (°C)	Dag = 7.00 tot 19.00 uur			Nacht = 19.00 tot 7.00 uur			Etmaal = 0.00 tot 24.00 uur		
	Kas-temp. (°C)	Blad-temp. (°C)	Vershil kas-blad (°C)	Kas-temp. (°C)	Blad-temp. (°C)	Vershil kas-blad (°C)	Kas-temp. (°C)	Blad-temp. (°C)	Vershil kas-blad (°C)
28 / 28	28.2	27.5	-0.6	28.0	26.5	-1.5	28.1	27.0	-1.1
29 / 23	28.7	28.1	-0.5	23.3	22.2	-1.0	26.0	25.2	-0.8
29 / 17	28.3	27.8	-0.5	17.6	17.6	0.0	23.0	22.8	-0.2

Vanaf 14 mei is op verzoek van de BCO de bladtemperatuur gemeten. Bij de controlebehandeling lag de bladtemperatuur gemiddeld over het hele etmaal 1,1 °C lager dan de kasttemperatuur. Bij de behandelingen met een lage nachttemperatuur was er minder verschil tussen kas- en bladtemperatuur (Tabel 1.). Bij een dag/nachttemperatuur van 29/23 °C was de bladtemperatuur over het hele etmaal gemiddeld 0,8 °C lager en bij 29/17 °C was het verschil met -0.2 °C nog kleiner. Bij het verloop van de kas- en dagtemperatuur over een etmaal (Figuur 2.) en uitsplitsing van de etmaaltemperatuur in dag- en nachttemperatuur (Tabel 1.) valt op dat het verschil tussen kas- en bladtemperatuur met name in de nacht kleiner is. In de nachtperiode is de bladtemperatuur bij de 28/28 °C gemiddeld 1,5 °C lager dan de kasttemperatuur. Bij de 29/23 °C is de bladtemperatuur in de nacht gemiddeld 1,0 °C lager en bij de 29/17 °C is er zelfs geen verschil meer tussen de gemiddelde kas- en bladtemperatuur.



Figuur 2. Verloop van gerealiseerde kas- en bladtemperatuur over de dag (5-minuten gemiddelden) bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C (linksboven), 29/23 °C (rechtsboven) en 29/17 °C (linksonder) op 23 oktober 2009.

Door de sterke temperatuursverlaging 's avonds bij de overgang van dag- naar nachttemperatuur liep de RV bij de de behandelingen met een lage nachttemperatuur 's avonds bij de start van de proef wat op. In de gesloten proefkassen waren geen luchtramen aanwezig en werd de lucht continu weggezogen, verwarmd of gekoeld en weer terug in de kas geblazen onder de tafels. Door koeling van de lucht van 29 °C met 70% RV naar 23 °C of 17 °C liep de RV op. Om dit oplossen van de RV tegen te gaan is extra luchtuitwisseling met lucht vanuit de naastliggende corridor aangelegd. Vanaf 27 mei liep de RV daardoor nauwelijks meer op na het verlagen van de nachttemperatuur.

4.2 Voortakken

In tegenstelling tot de resultaten van het Amerikaans onderzoek van Blanchard en Runkle in 2006 bleven de acht Phalaenopsis-cultivars geteeld bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C en bij 29/17 °C in dit onderzoek niet geheel vegetatief. De mate van voortakken (=voortijdig gevormde bloemtakken tijdens de opkweek van Phalaenopsis) was sterk afhankelijk van de cultivar (Tabel 2. en Figuur 3.). Sommige cultivars bleven lang vegetatief, maar bij een aantal andere cultivars werden al vrij snel voortakken gevormd.

- De cultivars Boston, Bristol en Lennestadt bleven lang zonder voortakken. Bij deze 3 cultivars waren er na 23 weken opkweek op 15 september nog weinig voortakken in alle behandelingen en er was geen betrouwbaar verschil in percentage voortakken tussen de drie behandelingen. Opvallend is dat Lennestadt lang vrij van voortakken bleef. Volgens telers is deze cultivar in de praktijk juist vaak wel gevoelig voor voortakken. Na 29 weken opkweek waren er wel betrouwbare verschillen tussen de drie dag-/nachttemperaturen:
 - o Bij de cultivar Boston gaven de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C meer voortakken dan de planten bij de controlebehandeling van 28/28 °C. De planten bij de dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C gaven nog meer voortakken dan bij de dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C.
 - o Bij de cultivar Bristol was er na 29 weken opkweek geen betrouwbaar verschil in voortakken tussen de 28/28 °C en 29/23 °C-behandeling, maar bij de 29/17 °C-behandeling was het percentage voortakken wel hoger dan bij 28/28 °C en 29/23 °C.
 - o Bij Lennestadt was er geen betrouwbaar verschil in voortakken tussen de opkweek bij 29/23 °C en 29/17 °C, maar deze 2 behandelingen gaven wel duidelijk meer voortakken dan de controlebehandeling van 28/28 °C.
- Bij de andere 5 cultivars was na 23 weken opkweek het percentage voortakken bij een nachttemperatuur van 23 °C of 17 °C al hoger dan bij de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C. Bij deze cultivars was er geen betrouwbaar verschil in voortakken tussen de opkweek bij 29/23 °C en 29/17 °C.
 - o De cultivars Chalk Dust en Liverpool gaven gedurende het eerste deel van de opkweek nog weinig voortakken, maar vanaf de 10^e week van de opkweek begon het percentage voortakken bij deze cultivars geleidelijk te stijgen (Figuur 3.). Liverpool is een cultivar die in de praktijk ook vaak gevoelig is voor voortakken en dit was ook de enige cultivar die in eerder onderzoek bij verschillende dag-/nachttemperaturen tijdens de opkweek bij een gelijke etmaaltemperatuur van 28 °C toch nog voortakken gaf (Kromwijk, 2008).
 - o De cultivars Precious, Fire Fly en Vivaldi gaven in het eerste deel van de opkweek (week 5 tot week 15) al snel een toename van het percentage voortakken in de 29/23 °C en 29/17 °C –behandelingen. Van week 15 tot 25 kwamen er bij deze cultivars weinig nieuwe voortakken meer bij.
 - Precious gaf zelfs in de controlebehandeling (d/n=28/28 °C) al snel 10% voortakken. Blijkbaar is voor de cultivar Precious een dag-/nachttemperatuur van 28 °C zelfs nog te laag om de uitgroei van voortijdige bloemtakken volledig tegen te houden. Voor de meeste cultivars is 28 °C meestal wel voldoende om voortakken te voorkomen, maar in eerder onderzoek (Kromwijk, 2003) is ook gebleken dat de etmaaltemperatuur waarbij Phalaenopsisplanten volledig vegetatief blijven sterk afhankelijk is van de cultivar en dat enkele cultivars ook bij 28 °C nog voortakken kunnen maken.

Tabel 2. Percentage voortakken (planten met 2 voortakken dubbel meegeteld) na 23 en 29 weken opkweek en percentage planten met 2 voortakken, 1 voortak en zonder voortakken na 29 weken opkweek van acht Phalaenopsiscultivars opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C (n=2*110 planten t/m het wijder zetten op 21 september en n=2*75 planten na het wijder zetten).

cultivar	d/n temperatuur (°C)	% voortakken na 23 weken opkweek op 15-9	% voortakken na 29 weken opkweek op 28-10	% planten met 2 voortakken 28-10	% planten met 1 voortak 28-10	% planten zonder voortakken 28-10
Boston	28 / 28	0 a*	3 a	0	3	97
	29 / 23	0 a	33 b	3	27	70
	29 / 17	5 a	65 c	9	47	44
Bristol	28 / 28	0 a	1 a	0	1	99
	29 / 23	3 a	21 a	0	21	79
	29 / 17	3 a	53 b	3	48	49
Chalk Dust	28 / 28	10 a	66 a	10	46	44
	29 / 23	38 b	97 b	42	13	45
	29 / 17	43 b	94 b	45	3	51
Fire Fly	28 / 28	0 a	28 a	1	25	74
	29 / 23	35 b	83 b	29	25	46
	29 / 17	28 b	100 b	33	35	32
Lennestadt	28 / 28	1 a	16 a	1	14	85
	29 / 23	2 a	48 b	1	45	54
	29 / 17	3 a	55 b	4	47	49
Liverpool	28 / 28	1 a	43 a	1	41	58
	29 / 23	13 b	83 b	8	67	25
	29 / 17	25 b	92 b	16	60	24
Precious	28 / 28	10 a	48 a	3	43	55
	29 / 23	55 b	84 b	20	44	36
	29 / 17	44 b	92 b	31	29	40
Vivaldi	28 / 28	0 a	24 a	0	24	76
	29 / 23	32 b	71 b	21	28	50
	29 / 17	49 b	90 b	31	27	41
Gemiddelde	28 / 28	3	29	2	25	73
8 cultivars	29 / 23	22	65	16	34	51
	29 / 17	25	80	22	37	41

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Omdat er een betrouwbare interactie aanwezig was tussen cultivar en behandeling, zijn de betrouwbare verschillen per cultivar apart weer gegeven.

Omdat de drie cultivars die al snel veel voortakken gaven, afkomstig waren van één herkomst is met de telers en adviseurs van de begeleidingscommissie onderzoek (=BCO) gesproken over de mogelijkheid dat deze voortakken wellicht al vóór de start van de proef zouden zijn geïnduceerd. In de BCO-bijeenkomst van 18 mei bij de proef gaven de BCO-leden echter aan dat de lange voortakken misschien al voor start van de proef geïnduceerd zouden kunnen zijn, maar dat de kleine voortakken die toen zichtbaar waren, waarschijnlijk toch meer het gevolg waren van de temperatuurbehandeling in de proefkassen.

Alleen de hele vroeg voortakken bij de cultivar Precious zouden wellicht al in een eerder stadium geïnduceerd kunnen zijn. In eerder onderzoek naar het effect van temperatuur op het optreden van voortakken bij 6 *Phalaenopsis*-cultivars werden bij een lage temperatuur ook al snel voortakken zichtbaar na de start van de lage temperaturen. Bij een etmaaltemperatuur van 23 °C duurde het afhankelijk van de cultivar 2 tot 6 weken tot er 10% voortakken zichtbaar waren en bij een etmaaltemperatuur van 26 °C duurde het 4 tot 17 weken tot er 10% voortakken waren (Kromwijk, 2003).

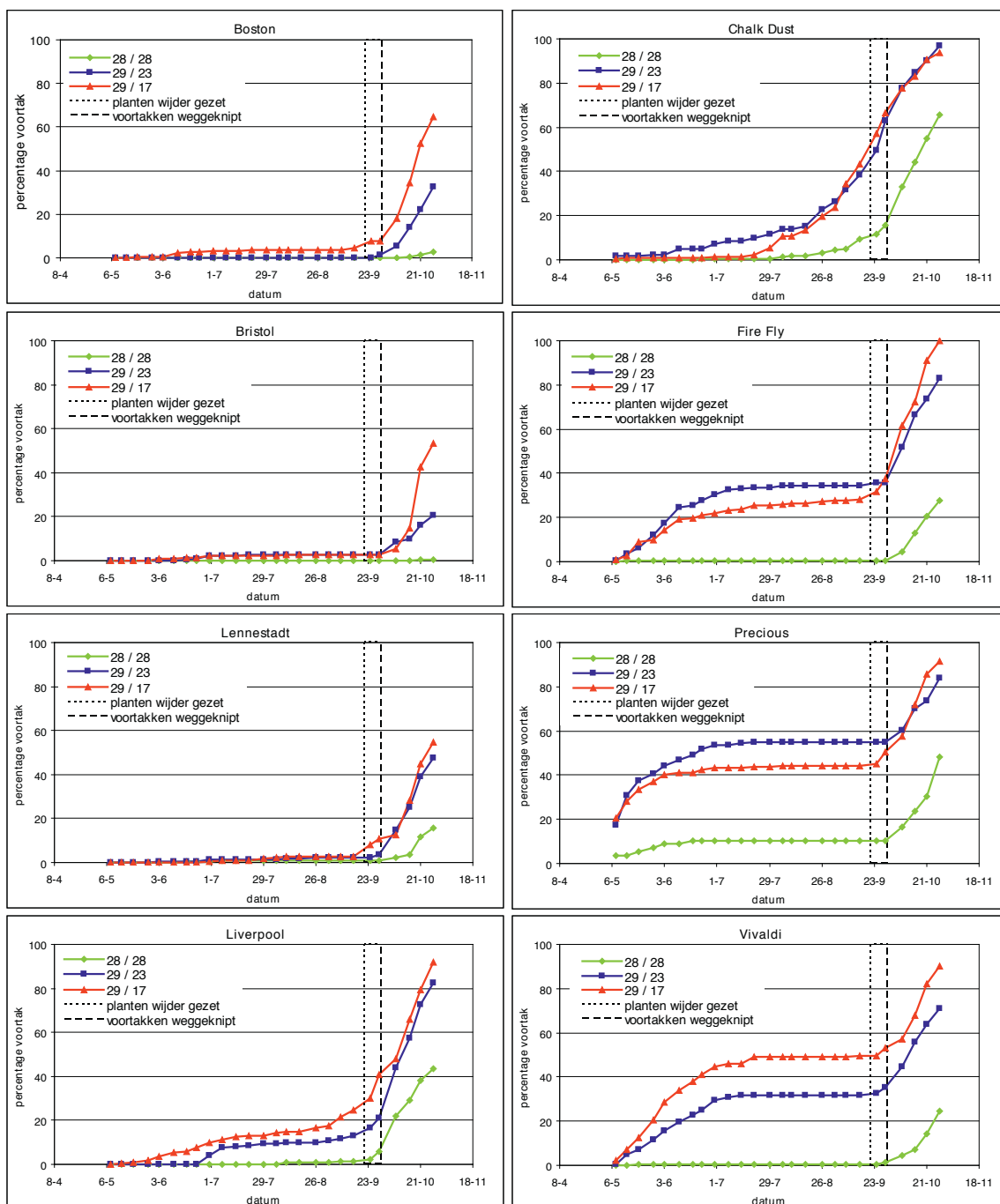
Vraag rijst waarom in het Amerikaans onderzoek (Blanchard en Runkle, 2006) geen bloemtakken werden gevormd en in deze proef wel. In het Amerikaanse onderzoek is met twee cultivars gewerkt, terwijl in dit onderzoek met acht cultivars grote verschillen gevonden zijn tussen de cultivars. Waarschijnlijk zijn er in het Amerikaanse onderzoek twee cultivars gebruikt vergelijkbaar met de drie cultivars die in dit onderzoek ook lang weinig voortakken gaven. Het Amerikaanse onderzoek heeft 20 weken geduurd en hier bleven deze 3 cultivars ook gedurende de eerste 23 weken nagenoeg vrij van voortakken. In vervolgonderzoek van Newton en Runkle (2009) met vier cultivars geteeld bij een daglengte van 16 uur en periodes van 0, 4, 8, 12 en 24 uur hoge dagtemperatuur in het midden van de daglichtperiode heeft ook laten zien dat de reactie sterk afhankelijk is van de cultivar en de plantleeftijd. Oudere planten bleken een langere periode van hoge temperatuur nodig te hebben tijdens de dag om de bloei tegen te houden dan jonge planten. Verder bleek dat 8 of 12 uur 29 °C bij 2 cultivars (*Phalaenopsis* 'Mosella' en 'Explosion') voldoende was om de bloemtakvorming tegen te houden. Bij 2 andere cultivars werd de bloemtakvorming wel vertraagd, maar niet volledig tegen gehouden. Bij *Phalaenopsis* 'Golden Treasure' gaf 8 of 12 uur 29 °C een vertraging van respectievelijk 4 of 6 weken in de bloemtakvorming. Bij *Doritaenopsis* 'Newberry Parfait' gaf 8 of 12 uur 29 °C een vertraging van 5 weken.

Opvallend is de toename in percentage voortakken na 25 weken opkweek (eind september) in nagenoeg alle behandelingen. Zelfs bij de controlebehandelingen van een aantal cultivars kwamen er toen voortakken in. Waardoor deze stijging is ontstaan is niet exact te zeggen, maar er zijn wel een aantal factoren die het ontstaan van voortakken in die periode mede kunnen hebben bevorderd:

- Bij hogere plantleeftijd is het lastiger om voortijdige bloemtakvorming tegen te houden. In het vervolgonderzoek van Newton en Runkle (2009) bleek dat oudere planten een langere periode 29 °C nodig hebben om de bloei tegen te houden dan jonge planten.
- Alle planten zijn na 24 weken opkweek (21 september) wijder gezet. De hoeveelheid licht per plant nam daardoor toe en toename in licht kan bloemtakvorming bevorderen bij *Phalaenopsis*.
- Wortels onderuit de pot hadden zich in het eerste deel van de opkweek vast gezet aan de aluminium tafelbodem en bij het wijder zetten moesten deze wortels los getrokken worden. Het lostrekken en het verlies van stukjes wortel bij het wijder zetten kan daardoor een extra stressreactie bij de planten gegeven hebben en stress kan bloemtakvorming bevorderen. In de praktijk wordt meestal op gaasbodems geteeld en kunnen de wortels zich niet vast zetten.
- 25 weken na de start van de opkweek zijn op 30 september alle eerder gevormde voortakken verwijderd. Hierna is er bij een groot aantal planten een nieuwe 2^e voortak gevormd. Bij de percentages voortakken in Tabel 2. en Figuur 3. zijn deze 2 maal meegeteld. In Tabel 2. staan de percentages planten met 0, 1 en 2 voortakken ook apart weer gegeven.
- De kasttemperaturen zijn tijdens de opkweek goed constant gebleven, maar uit de gemeten bladtemperatuur blijkt dat de bladtemperatuur in het najaar licht begon te zakken ten opzichte van de periode daarvoor. Dit komt in het najaar in de praktijk ook voor als de uitstraling toeneemt. Bij een zakkende planttemperatuur neemt het risico op voortakken toe.
- De gemeten blad- en pottemperaturen waren lager t.o.v. de gerealiseerde kasttemperatuur dan doorgaans in de praktijk gemeten wordt (zie 3.1). Mogelijk dat de planten daardoor gevoeliger waren voor voortakken dan in de praktijk. De blad- en pottemperatuur waren waarschijnlijk lager door:
 - o continue luchtcirculatie in de proefkassen. Om de kasttemperatuur strak te kunnen regelen wordt in de gebruikte proefkassen continu lucht afgezogen, bijverwarmd of gekoeld (al naar gelang gewenst is om kasttemperatuur bij te sturen) en weer terug geblazen onder de tafels. Daardoor was er in deze proefkassen waarschijnlijk meer luchtbeweging dan in de praktijk.
 - o veelal ontbreken van directe instraling op de planten als de zijgevelschermen gesloten waren. Door de kleine omvang van de proefkassen en de grote kashoogte was er bij gesloten zijgevels weinig directe instraling op de planten.

Dit roept de vraag op of de blad- en pottemperatuur tijdens de dagperiode wellicht onvoldoende hoog zijn geweest om voortakken tegen te houden en of de effecten van een lagere nachttemperatuur wellicht anders zouden zijn geweest als de blad- en pottemperatuur gedurende de dagperiode hoger zouden zijn geweest.

- In deze periode is ook het krijt op het kasdek verwijderd.
- Het najaar is een periode in het jaar waarin ook in de praktijk doorgaans makkelijker voortakken ontstaan. De proef was zodanig gepland dat juist ook deze gevoelige periode meegenomen werd in het onderzoek omdat bij toepassing van een nieuwe teeltstrategie tijdens de opkweek de planten juist ook in deze periode vrij van voortakken zouden moeten blijven.



Figuur 3. Percentage doorgebroken voortakken (Planten met 2 voortakken dubbel meegeteld) gedurende 29 weken opkweek van acht Phalaenopsiscultivars bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C ($n=2 \times 110$ planten t/m het wijder zetten op 21 september en $n=2 \times 75$ planten na het wijder zetten).

4.3 Bladafsplitsing

Bij de behandelingen met een lagere nachttemperatuur hebben de planten minder nieuwe bladeren bijgemaakt dan bij de controlebehandeling van continu 28 °C (Tabel 3. en Figuur 4.). Bij de meeste cultivars was er geen betrouwbaar verschil tussen de 29/23 °C- en 29/17 °C -behandeling. Bij de 29/23 °C -behandeling werden gemiddeld over alle 8 cultivars 0,4 bladeren minder afgesplitst en bij de 29/17 °C -behandeling werden 0,6 bladeren minder afgesplitst dan bij de controlebehandeling. Dit is respectievelijk 12 en 18% minder bladafsplitsing bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C- en 29/17 °C. Het verloop van het aantal bladeren verliep volgens een lineaire lijn. Een lineaire lijn gefit op het verloop van het aantal bladeren gaf een $R^2 > 0,99$ (Tabel 4.). Hoewel er bij sommige cultivars wat meer of minder verschil was in bladafsplitsingssnelheid (Tabel 3. en bijlage 2), was er geen betrouwbare interactie aanwezig tussen de temperatuurbehandeling en de cultivar.

De verschillen in bladafsplitsing tussen de 3 temperatuurbehandelingen zijn waarschijnlijk het gevolg van de lagere gemiddelde etmaaltemperatuur. In eerder onderzoek (Kromwijk, 2003) nam de bladafsplitsingssnelheid af naarmate de temperatuur lager was. Bij de 29/23 °C -behandeling was de etmaaltemperatuur 2 graden lager dan bij de controle en bij de 29/17 °C -behandeling was deze 5 graden lager dan de controle (Tabel 1.). Hierdoor was er respectievelijk 1,1 en 1,8 weken langer nodig voor de bladafsplitsing van 1 blad (Tabel 4.). Om bij de behandelingen van 29/23 °C en 29/17 °C een plant te maken met hetzelfde aantal bladeren als bij de controlebehandeling van 28/28 °C (=3,3 bladeren) zou dan bij de 29/23 °C -behandeling 3,6 weken langer opkweek nodig zijn en bij de 29/17 °C -behandeling zou 6,1 weken langer opkweek nodig zijn. Als telers dus met een zelfde plantgrootte willen starten met de koelfase zou dit een teeltduurverlenging van de opkweek betekenen van 3,6 of 6,1 weken.

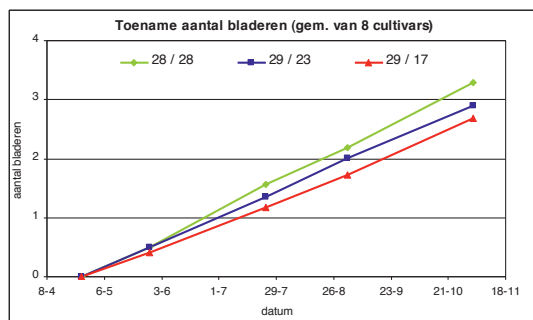
*Tabel 3. Gemiddeld aantal nieuw afgesplitste bladeren van eerste bladmeting tot einde opkweek van acht Phalaenopsis-cultivars geteeld bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C (n= 2*10 planten per cultivar per behandeling).*

d/n temp.	Boston	Bristol	Chalk Dust	Fire Fly	Liver-pool	Lenne-stadt	Precious	Vivaldi	Gemiddelde
28 / 28	3,6 b*	3,9 b	3,2 b	3,1 b	3,0 a	3,4 b	2,9 b	3,4 b	3,3 b
29 / 23	3,2 ab	3,6 ab	3,2 b	2,4 a	2,8 a	2,8 a	2,4 a	2,9 a	2,9 a
29 / 17	3,0 a	3,4 a	2,7 a	2,2 a	2,9 a	2,6 a	2,2 a	2,7 a	2,7 a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

Tabel 4. Gemiddeld aantal nieuw afgesplitste bladeren in 27,3 weken opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C bij acht Phalaenopsis-cultivars.

d/n temp. (°C)	Gerealiseerde etmaaltemp.	Aantal weken nodig voor 1 blad	Aantal weken nodig voor 3,3 bladeren	Benodigde verlenging opkweek om zelfde aantal bladeren te bereiken	Voorspelling aantal bladeren o.b.v. lineaire regressielijn	R ²
28 / 28	28,1	8,3	27,4		$y=0,0173 \cdot \text{ndagen}$	0.9993
29 / 23	26,0	9,4	31,0	3,6	$y=0,0153 \cdot \text{ndagen}$	0.9997
29 / 17	23,0	10,1	33,5	6,1	$y=0,0140 \cdot \text{ndagen}$	0.9977



Figuur 4. Toename aantal bladeren (gemiddelde van acht *Phalaenopsis*cultivars) in een opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C tijdens de opkweek ($n = 2 \times 10$ planten per cultivar per behandeling).

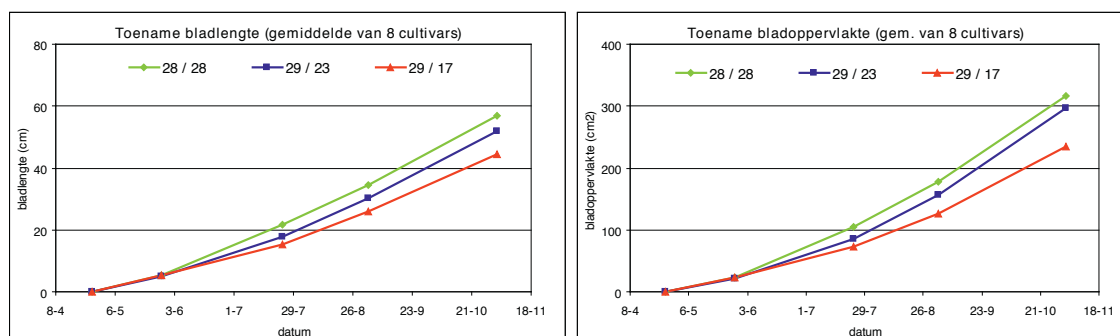
4.4 Totale bladlengte en bladoppervlak

Uit de tussentijdse metingen aan bladlengte en –breedte is de totale bladlengte per plant berekend door de bladlengtes van alle bladeren per plant bij elkaar op te tellen (Tabel 5. en Figuur 5-links). Gemiddeld over alle cultivars was er geen betrouwbaar verschil in totale bladlengte tussen de controleplanten opgekweekt bij 28/28 °C en de planten opgekweekt bij 29/23 °C. Bij de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C bleef de toename van de totale bladlengte per plant wel betrouwbaar achter (Tabel 5.). Er was geen betrouwbare interactie aanwezig tussen de opkweektemperaturen en de cultivars. Wel waren de verschillen bij sommige cultivars zoals bv. Vivaldi wat groter dan bij andere cultivars, zoals bv. Bristol en Chalk Dust (Tabel 5. en bijlage 1).

Tabel 5. Gemiddelde toename totale bladlengte per plant (=bladlengtes alle bladeren bij elkaar opgeteld) vanaf eerste bladmeting tot einde opkweek van acht *Phalaenopsis*cultivars opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C ($n = 2 \times 10$ planten per cultivar per behandeling).

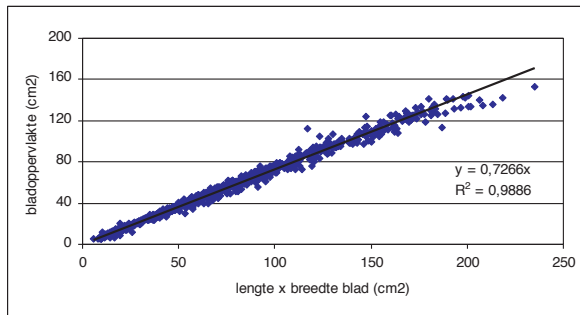
d/n temp.	Boston	Bristol	Chalk Dust	Fire Fly	Liverpool	Lenne-stadt	Precious	Vivaldi	Gemid-delde
28 / 28	75,7 b*	64,1 a	46,8 a	45,1 b	62,2 b	61,7 b	43,6 b	55,9 c	56,9 b
29 / 23	69,3 b	61,9 a	45,3 a	41,7 b	53,5 a	60,2 b	35,8 a	47,3 b	51,9 b
29 / 17	58,0 a	57,1 a	40,8 a	34,0 a	48,1 a	50,6 a	31,5 a	35,9 a	44,5 a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.



Figuur 5. Toename totale bladlengte per plant (=lengtes van alle bladeren per plant bij elkaar opgeteld) en toename bladoppervlakte (=berekende bladoppervlaktes van alle bladeren per plant bij elkaar opgeteld) gemiddeld van acht *Phalaenopsis*cultivars opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C ($n = 2 \times 10$ planten per cultivar per behandeling).

Bij de destructieve tussenmeting bij het wijderzetten zijn van 2*3 planten per behandeling per cultivar van alle individuele bladeren zowel de bladlengte, maximale bladbreedte als bladoppervlakte (m.b.v. bladoppervlaktemeter) gemeten. Uit de correlatie tussen de bladlengte*maximale bladbreedte en het gemeten bladoppervlak is een correctiefactor afgeleid (Figuur 6.). De hier vastgestelde correctiefactor van 0,7266 komt goed overeen met eerder vastgestelde correctiefactor van 0,7361 door Dueck *et al.* (2010) en de correctiefactor van 0,7191 door Chen *et al.* (2004). Met behulp van de correctiefactor is uit de tussentijdse bladlengte en –breedtemetingen de bladoppervlakte per blad berekend en daarmee is het verloop van de totale bladoppervlakte per plant in de tijd berekend (Tabel 6. en Figuur 5-rechts).



Figuur 6. Correlatie tussen lengte * breedte blad en de gemeten bladoppervlakte per blad (n=872).

Bij de toename in de totale bladoppervlakte per plant was er, gemiddeld over alle cultivars, geen betrouwbaar verschil tussen de controlebehandeling en de 29/23 °C – behandeling. De bladoppervlakte van de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C bleef wel duidelijk achter ten opzichte van de 28/28 °C en 29/23 °C-behandeling (Tabel 6. en Figuur 5-rechts). Er was een betrouwbare interactie aanwezig tussen temperatuur en cultivar. Bij de cultivars Bristol en Chalk Dust was er geen verschil in bladoppervlakte tussen de drie temperatuurbehandelingen, maar bij de andere 6 cultivars bleef de bladoppervlakte bij de planten geteeld bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C duidelijk achter.

Tabel 6. Gemiddelde toename berekende bladoppervlakte per plant vanaf eerste bladmeting tot einde opkweek van acht *Phalaenopsis*cultivars geteeld bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C (n= 2*10 planten per cultivar per behandeling).

d/n temp.	Boston	Bristol	Chalk Dust	Fire Fly	Liver-pool	Lenne-stadt	Precious	Vivaldi	Gemid-delde
28 / 28	397 b	350 a*	222 a	285 b	293 b	321 b	269 b	397 b	317 b
29 / 23	371 b	346 a	231 a	277 b	252 ab	335 b	218 ab	344 b	297 b
29 / 17	312 a	307 a	195 a	209 a	212 a	246 a	172 a	222 a	234 a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

Het achterblijven van de totale bladoppervlakte per plant bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C was het gevolg van een lager aantal bladeren (Tabel 3.) en een kleinere bladlengte en kleiner bladoppervlak per blad (Tabel 7.). In de bladbreedte was er geen betrouwbaar verschil. Voor het 4^e blad, wat geheel tijdens de betreffende temperaturen is aangelegd, was er een lichte tendens dat de lengte en breedte van het blad bij 29/23 °C gemiddeld zelfs iets groter was dan bij de controle. Mogelijk komt dit door de positieve DIF van +6 graden. In eerder onderzoek (Kromwijk *et al.* 2008) is gebleken dat een positieve DIF bij een gelijke etmaaltemperatuur van 28 °C een grotere bladlengte en –breedte geeft bij *Phalaenopsis* dan een gelijke dag-/nachttemperatuur.

Tabel 7. Gemiddelde lengte, breedte, oppervlakte van alle bladeren en gemiddeld van het 4^e blad bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C en gemiddeld bij acht *Phalaenopsis*-cultivars (n= 2*10 planten per cultivar per behandeling).

d/n temp. (°C)	Gemiddelde bladlengte	Gemiddelde bladbreedte	Gemiddelde bladoppervlak per blad	Lengte 4e blad	Breedte 4e blad	Oppervlakte 4e blad
28 / 28	13,9 b*	6,1 a	43,6 b	18,4	7,8	104,7
29 / 23	13,9 b	6,1 a	41,3 b	18,6	8,0	108,2
29 / 17	12,8 a	5,7 a	35,4 a	17,0	7,4	93,3

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

4.5 Vers- en drooggewicht na 23 weken opkweek

Vóór het wijder zetten is na 23 weken opkweek een destructieve meting uitgevoerd aan 3 planten per proefveld die nog geen voortak hadden gevormd. Bij deze destructieve meting op 16 september was er geen betrouwbaar verschil in vers- en drooggewicht van de planten geteeld bij de drie verschillende temperatuurstrategieën (Tabel 8.). Opvallend was dat het vers- en drooggewicht van de 28/28 °C- en 29/23 °C-behandeling vrijwel gelijk was. Hoewel niet betrouwbaar, was er wel een tendens dat het vers- en drooggewicht van de planten geteeld bij 29/17 °C gemiddeld wat achter bleef.

Tabel 8. Vers- en drooggewicht en percentage droge stof van vegetatieve plantendelen (blad en stengel) en wortels gemiddeld van acht *Phalaenopsis*-cultivars na 23 weken opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C (n=2*3 planten per cultivar per behandeling die nog geen bloemtak hadden gevormd).

d/n temp. (°C)	Versgewicht			Drooggewicht			% droge stof	
	Blad en stengel	Wortels	Totaal	Blad en stengel	Wortels	Totaal	Blad en stengel	Wortels
28 / 28	56,4 a*	34,4 a	90,8 a	2,92 a	2,50 a	5,44 a	5,2% a	7,4% a
29 / 23	55,4 a	33,4 a	88,8 a	2,82 a	2,49 a	5,31 a	5,1% a	7,5% a
29 / 17	44,0 a	29,6 a	73,6 a	2,28 a	2,05 a	4,33 a	5,2% a	7,1% a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

Na 23 weken opkweek was er ook geen betrouwbaar verschil in de totale bladoppervlak per plant, totale bladlengte per plant, grootste bladlengte, grootste bladbreedte en grootste bladoppervlak per plant tussen de drie temperatuurbehandelingen (Tabel 9.). De bladgrootte bij de 29/23 °C –behandeling leek iets groter dan bij de controle, terwijl de totale bladoppervlakte en totale bladlengte per plant iets achter bleef. Het lagere aantal bladeren (zie 3.2.1) zorgt er blijkbaar voor dat de totale bladoppervlakte toch iets lager is ondanks de grotere bladomvang. Hoewel niet betrouwbaar was er bij de planten geteeld bij dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C een tendens dat zowel het totale bladoppervlak, de totale bladlengte als ook de bladgrootte wat achter leek te blijven.

Tabel 9. Totale bladoppervlakte en bladlengte per plant, grootste lengte, breedte en oppervlakte per blad per plant gemiddeld van acht *Phalaenopsis* cultivars na 23 weken opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C (n=2*3 planten per cultivar per behandeling die nog geen bloemtak hadden gevormd).

d/n temp. (°C)	Totale bladoppervlak	totale bladlengte	Grootste bladlengte	Grootste bladbreedte	Grootste bladoppervlak
28 / 28	322 a*	72,0 a	19,4 a	7,9 a	108,8 a
29 / 23	303 a	68,5 a	19,8 a	7,9 a	111,3 a
29 / 17	248 a	59,1 a	18,0 a	7,2 a	92,9 a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

4.6 Vers- en drooggewicht einde opkweek

Aan het einde van de opkweek is een destructieve meting uitgevoerd aan 3 planten per proefveld die nog geen voortak hadden gevormd en aan 3 planten per proefveld die al wel een voortak hadden gemaakt tijdens de opkweek. Het totale vers- en drooggewicht en de totale bladoppervlakte per plant van de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C was aan het einde van de opkweek lager dan bij de controlebehandeling (Tabel 10). Het totale vers- en drooggewicht en totale bladoppervlakte van de 29/23 °C-behandeling lag daar tussen in, maar was niet betrouwbaar verschillend met de controle en de 29/17 °C-behandeling. Hoewel er bij sommige cultivars wat meer of minder verschil was (bijlage III – tabel C en D), was er geen betrouwbare interactie aanwezig tussen temperatuur en cultivar. Bij de overige gemeten kenmerken in Tabel 10. en 11 was er geen betrouwbaar verschil tussen de drie temperatuurbehandelingen.

Tabel 10. Vers- en drooggewicht per plant van blad en stengel, wortels en totaal gemiddeld van acht *Phalaenopsis* cultivars na 29 weken opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C (n=2*3 planten met voortak en 2*3 planten zonder voortak per cultivar per behandeling. In de tabel het gewogen gemiddelde op basis van het percentage voortakken).

d/n temp. (°C)	Versgewicht (gram)			Drooggewicht (gram)		
	blad en stengel	wortels	Totaal	blad en stengel	wortels	Totaal
28 / 28	77,1 a*	43,4 a	120,5 b	3,9 a	3,3 a	7,2 b
29 / 23	71,0 a	38,6 a	109,7 ab	3,6 a	3,0 a	6,5 ab
29 / 17	59,7 a	38,1 a	97,7 a	3,0 a	2,8 a	5,9 a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

Tabel 11. Aantal volwaardige bladeren, totaal aantal bladeren, percentage droge stof van blad/stengel, wortels en totale bladoppervlakte per plant gemiddeld van acht *Phalaenopsis* cultivars na 29 weken opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C. (n=2*3 planten met voortak en 2*3 planten zonder voortak per cultivar per behandeling. In de tabel het gewogen gemiddelde op basis van het percentage voortakken).

d/n temp. (°C)	Aantal bladeren		% droge stof		Bladoppervlakte/ plant (cm ²)
	Volwaardig	Totaal	Blad en stengel	wortels	
28 / 28	5,6 a*	6,5 a	5,1 a	7,8 a	419 b
29 / 23	5,2 a	6,3 a	5,0 a	7,8 a	378 ab
29 / 17	4,9 a	5,7 a	5,1 a	7,4 a	310 a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

4.7 Effect van voortak

Bij de proefvelden waarbij op 28 mei bij minimaal 3 planten een voortak was geteld, is een uitsplitsing gemaakt in gemeten kenmerken bij de planten waarbij wel of geen voortak doorgebroken was op 28 mei (Tabel 12). Bij de proefvelden waarbij op 2 september bij minimaal 3 planten een voortak was geteld, is een vergelijkbare uitsplitsing gemaakt in gemeten kenmerken bij de planten waarbij wel of geen voortak doorgebroken was op 2 september (Tabel 13). Bij de planten waarbij op 28 mei een voortak doorgebroken was, was bij de voorgaande meting op 25 april de totale bladlengte en totale bladoppervlakte per plant wat hoger dan bij de planten waarbij nog geen voortak doorgebroken was op 28 mei. Bij de planten waarbij op 2 september een voortak doorgebroken was, was bij de meting op 25 april ook de totale bladlengte en totale bladoppervlakte per plant gemiddeld wat hoger dan bij de planten waarbij geen voortak doorgebroken was op 2 september. Dit zou er op kunnen wijzen dat planten met een grotere totale bladlengte en totale bladoppervlakte wellicht iets makkelijker een voortak maken tijdens de opkweek.

De toename van de totale bladlengte en totale bladoppervlakte van 25 april tot 28 mei was bij de planten met een doorgebroken voortak op 28 mei wat lager dan bij planten zonder voortak op 28 mei. Bij de uitsplitsing op basis van de aanwezigheid van een voortak op 2 september was het aantal bladeren, totale bladlengte, totale bladoppervlakte en de toename in aantal bladeren, totale bladlengte en totale bladoppervlakte van 25 april tot 2 november bij de planten met een doorgebroken voortak lager dan bij planten zonder voortak. Dit zou enerzijds kunnen betekenen dat bij planten met een geremde bladafplitsing en bladgroei makkelijker voortakken ontstaan, maar anderzijds is het ook denkbaar dat het vormen van een voortak, de bladgroei remt.

Tabel 12. Aantal bladeren, totale bladlengte en totale bladoppervlakte op 25 april, op 28 mei en toename tussen deze 2 metingen bij planten die op 28 mei geen voortak hadden gemaakt en bij planten die op 28 mei wel een voortak hadden gemaakt (gemiddelde van 6 proefvelden waarbij min. 3 planten per proefveld een voortak hadden gemaakt).

	Aantal bladeren			Totale bladlengte (cm)			Totale bladoppervlakte (cm ²)		
	25-4	28-5	verschil	25-4	28-5	verschil	25-4	28-5	verschil
- voortak 28 mei	2,78	3,14	0,36	21,8	27,0	5,2	81,5	106,5	25,0
+ voortak 28 mei	2,61	2,92	0,31	24,5	27,7	3,3	99,6	114,6	15,0

Tabel 13. Aantal bladeren, totale bladlengte en totale bladoppervlakte op 25 april en na einde opkweek (week 45) en toename tussen deze 2 metingen bij planten die op 2 september geen voortak hadden gemaakt en bij planten die op 2 september wel een voortak hadden gemaakt (gemiddelde van 17 proefvelden waarbij min. 3 planten per proefveld een voortak hadden gemaakt op 2 september).

	Aantal bladeren			Totale bladlengte (cm)			Totale bladoppervlakte (cm ²)		
	25-4	2-11	verschil	25-4	2-11	verschil	25-4	2-11	verschil
- voortak 28 mei	2,76	5,47	2,71	24,6	67,8	43,2	84,4	332,4	248,0
+ voortak 28 mei	2,86	5,27	2,41	26,4	63,6	37,2	98,4	314,4	216,0

Bij de destructieve meting na 23 weken opkweek zijn bij 10 proefvelden van de cultivars Precious (6x), Vivaldi (1x) en Fire Fly (1x) naast de planten die nog geen voortak hadden gemaakt, ook planten gemeten die al wel een bloemtak hadden gevormd in de eerste 23 weken. Het gemiddelde van de planten uit deze 10 proefvelden met en zonder bloemtak is weergegeven in Tabel 14. en 15. Bij de planten die in de eerste 23 weken van de opkweek een bloemtak hadden gemaakt, was het vers- en drooggewicht van stengel, blad en wortels wat lager dan bij de planten die nog geen bloemtak hadden gevormd. Het totaal versgewicht inclusief de bloemtak was echter wat hoger, bij de planten met een voortak. Het totaal drooggewicht was precies gelijk. Bij een aantal planten waren de bloemtakken al vrij ver uitgebloeid en waren soms al knoppen afgevallen. In werkelijkheid is het vers- en drooggewicht geïnvesteerd in de bloemtak dus iets hoger geweest. Daar van uitgaande zou dit er op kunnen wijzen dat planten met een groter totaal vers- en drooggewicht (=grotere assimilatenproductie?) makkelijker een voortak maken, maar dat na het ontstaan van de voortak de blad- en wortelgroei wordt geremd doordat een deel van de assimilaten naar de voortak gaan.

Bij de planten met bloemtak was het totale bladoppervlak, de totale bladlengte, grootste bladlengte en grootste bladoppervlak gemiddeld wat lager dan bij de planten zonder bloemtak (Tabel 15). Mogelijk dat de groei die deze planten in de bloemtak geïnvesteerd hebben ten koste gegaan is van de vegetatieve groei.

Tabel 14. Vers- en drooggewicht en percentage droge stof van vegetatieve plantendelen (blad en stengel), wortels en bloemtak van planten zonder en met voortak gemiddeld van 10 proefvelden na 23 weken opkweek (16 september) (n=3 planten per proefveld).

	Versgewicht				Drooggewicht				% droge stof		
	Blad + stengel	Wortels	bloemtak	Totaal	Blad + stengel	Wortels	bloemtak	Totaal	Blad + stengel	Wortels	bloemtak
- bloemtak	44.5	29.9		74.4	2.4	2.4		4.8	5.4%	7.9%	
+ bloemtak	40.8	26.5	9.2	76.5	2.1	2.0	0.7	4.8	5.3%	7.7%	8.4%

Tabel 15. Totale bladoppervlakte en bladlengte per plant, grootste lengte, breedte en oppervlakte per blad van planten zonder en met voortak gemiddeld van 10 proefvelden na 23 weken opkweek (16 september) (n=3 planten per proefveld).

	Totale bladoppervlak	totale bladlengte	Grootste bladlengte	Grootste bladbreedte	Grootste bladoppervlak
- bloemtak	260.2	53.2	16.9	8.3	101.0
+ bloemtak	242.1	48.2	15.7	8.3	97.1

Bij de destructieve meting aan het einde van de opkweek zijn bij 34 proefvelden zowel 3 planten met voortak als 3 planten zonder voortak gemeten. Planten die al een voortak hadden gemaakt tijdens de opkweek hadden een hoger vers- en drooggewicht aan blad/stengel en wortels en groter bladoppervlak dan planten die nog geen voortak hadden gemaakt (Tabel 16). Dit is tegengesteld aan de resultaten van de destructieve meting voor het wijder zetten (Tabel 14). De metingen vóór het wijder zetten zijn echter maar bij 10 proefvelden gedaan bij cultivars die al vroeg in de opkweek een voortak hadden gemaakt en de voortak ook vaak al in mindere of meerdere mate tot bloei was gekomen. De eindmeting was ook bij andere cultivars die pas later (na het wijder zetten), voortakken zijn gaan maken en daardoor wellicht nog weinig vers- en drooggewicht in de voortak hadden geïnvesteerd en de eindmeting was ook na het wegnippen van eerder gevormde voortakken eind september. Wellicht zijn de planten na het wegnippen van de oude voortakken weer meer assimilaten gaan investeren in blad en wortels vanwege het (tijdelijk) ontbreken van een voortijdige bloemtak? Voorgaande zou er dan op kunnen wijzen dat juist de goed groeiende planten een voortak hebben gemaakt tijdens de opkweek.

*Tabel 16. Aantal bladeren, vers- en drooggewicht per plant van blad/stengel, wortels en totaal en totale bladoppervlakte per plant gemiddeld van 34 proefvelden na 29 weken opkweek (n=2*3 planten met voortak en 2*3 planten zonder voortak per proefveld).*

cultivar	Aantal bladeren	Versgewicht (gram)			Drooggewicht (gram)			Bladoppervlakte/plant (cm ²)
		blad en stengel	wortels	Totaal	blad en stengel	wortels	Totaal	
- bloemtak	5.2	67.8	37.2	105.1	3.4	2.8	6.1	365
+ bloemtak	5.3	74.5	43.7	118.3	3.8	3.3	7.1	388

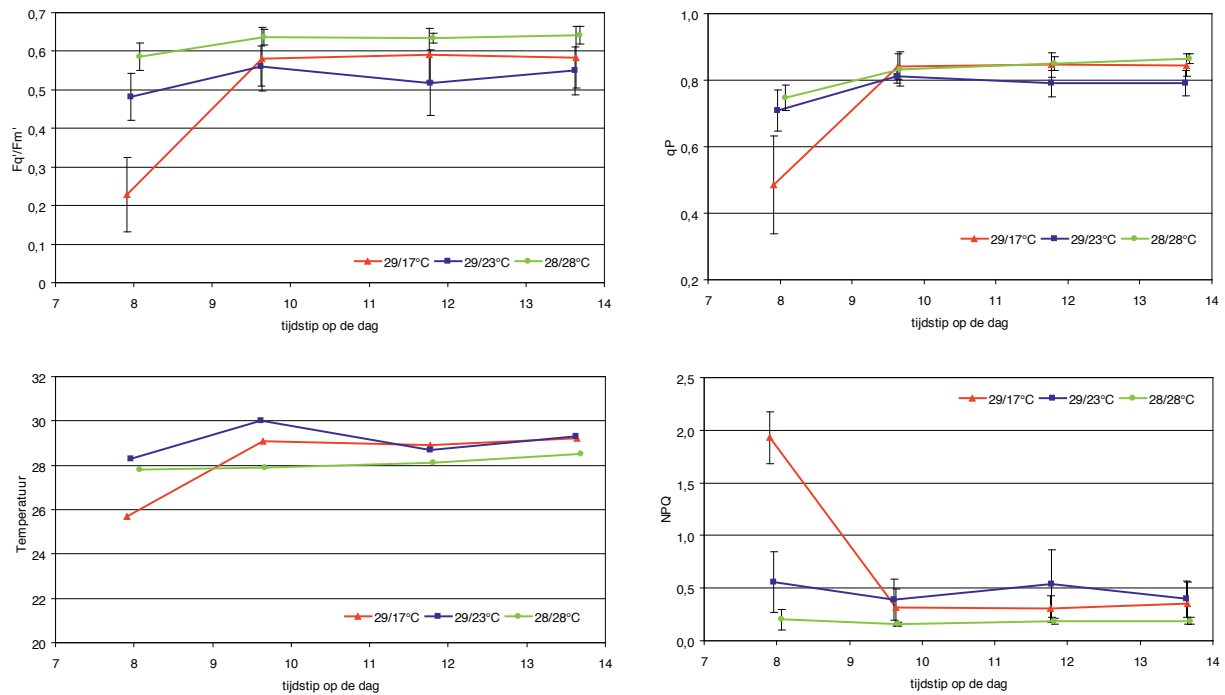
4.8 Chlorophylfluorescentie

Bruno Pollet van het Laboratorium voor Plantecologie, Universiteit Gent (België) heeft chlorofylfluorescentie gemeten met een fluorometer (LI-COR 6400) bij de drie temperatuurbehandelingen. De metingen zijn uitgevoerd aan 6 volledig uitgegroeide volwassen bladeren per behandeling van de cultivar Lennestadt. Chlorofylfluorescentie fungeert als indicator voor de kwaliteit van het fotosyntheseproces en de gezondheidstoestand van een plant. Een meting bestaat uit de bepaling van de hoeveelheid fluorescente straling die door chlorofylmoleculen wordt uitgezonden na de absorptie van zonlicht. Het overgrote deel van het geabsorbeerde zonlicht wordt voor het fotosyntheseproces aangewend. Chlorofylmoleculen zetten immers, via de lichtreacties van de fotosynthese, de zonne-energie om tot chemische energie (ATP en NADPH) die vervolgens in de donkerreacties wordt verbruikt voor de vorming van suikers. Een beperkt aandeel van de geabsorbeerde zonne-energie kan echter verloren gaan via fluorescente straling (0,6 tot 5%) en warmteverlies. Doordat de fotochemische reacties van de fotosynthese, de warmtedissipatie en de emissie van fluorescente straling met elkaar in competitie treden, zal een beschadiging van het fotosyntheseapparaat (bv. door lage temperaturen) zich vertalen in een toename van de hoeveelheid fluorescente straling. Aldus maken metingen van de hoeveelheid fluorescente straling indirect een kwalitatieve beoordeling mogelijk van het fotosyntheseproces.

De meetprocedure ving aan met een donkeradaptatieperiode van 20 min. Hiertoe werd gebruik gemaakt van bladklemmetjes. Na de donkeradaptatie werd het minimale fluorescentieniveau (F_0) gemeten door het blad bloot te stellen aan licht met een zeer lage intensiteit ($< 0.1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Vervolgens werd het maximale fluorescentieniveau (F_m) bepaald door het blad te onderwerpen aan een verzadigende lichtpuls gedurende 0.8 s en een lichtintensiteit van ca. $1500 \mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Op deze manier kon de maximale fotosynthetische efficiëntie ($F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$) worden berekend. Na 5 min belichting van het blad met actinisch¹ licht (ca. $80 \mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$) werden de actuele fotosynthetische efficiëntie (F_q'/F_m'), de fotochemische quenching (qP) en de niet-fotochemische quenching (NPQ) berekend.

¹ Actinisch licht = licht waarvan de lichtintensiteit voldoende is om het volledige fotosyntheseproces (licht- en donkerreacties) te activeren.

Uit de resultaten van de fluorescentiemetingen (Figuur 7.) blijkt dat 's ochtends om 8.00 uur (=1 uur na de start van de daglichtperiode en overgang naar dagtemperatuur) de planten bij de controlebehandeling van 28/28 °C het best scoorden, gevolgd door de planten van de 29/23 °C-behandeling. De planten die bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C werden geteeld scoorden het minst goed. Na 8.00 uur treedt echter zeer snel herstel op en ongeveer 2 uur na het begin van de daglichtperiode kunnen geen opmerkelijke verschillen meer worden waargenomen voor de verschillende fluorescentieparameters.



Figuur 7. Verloop van de fluorescentieparameters over de dag gemeten bij de cultivar Lennestadt. Linksonder F_q/F_m' = actuele fotosynthetische efficiëntie, rechtsonder qP = fotochemische quenching = energie die gebruikt wordt voor fotosynthetisch gerelateerde processen, rechtsonder NPQ = Niet-fotochemische quenching = energie die gebruikt wordt voor niet fotosynthetisch gerelateerde processen en linksonder kastemperatuur op betreffende meettijdstippen.

5 Resultaten generatieve fase

5.1 Gele vlekken

Bij de cultivar Chalk Dust werden na de start van de koeling gele vlekjes zichtbaar op het blad. Bij de planten opgekweekt bij de controlebehandeling waren er weinig tot geen vlekken zichtbaar (Foto 1.). Bij de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C waren meer vlekken zichtbaar en bij de planten uit de 29/17 °C -opkweek waren de meeste vlekken te zien. De gele vlekjes zijn waarschijnlijk het gevolg van Cymbidiummozaïekvirus wat latent aanwezig is geweest en door verandering van de temperatuur tot expressie is gekomen. In de loop van de koeling en afkweek zijn de meeste symptomen weggetrokken. Bij alle andere 7 cultivars zijn geen vlekken waar genomen.



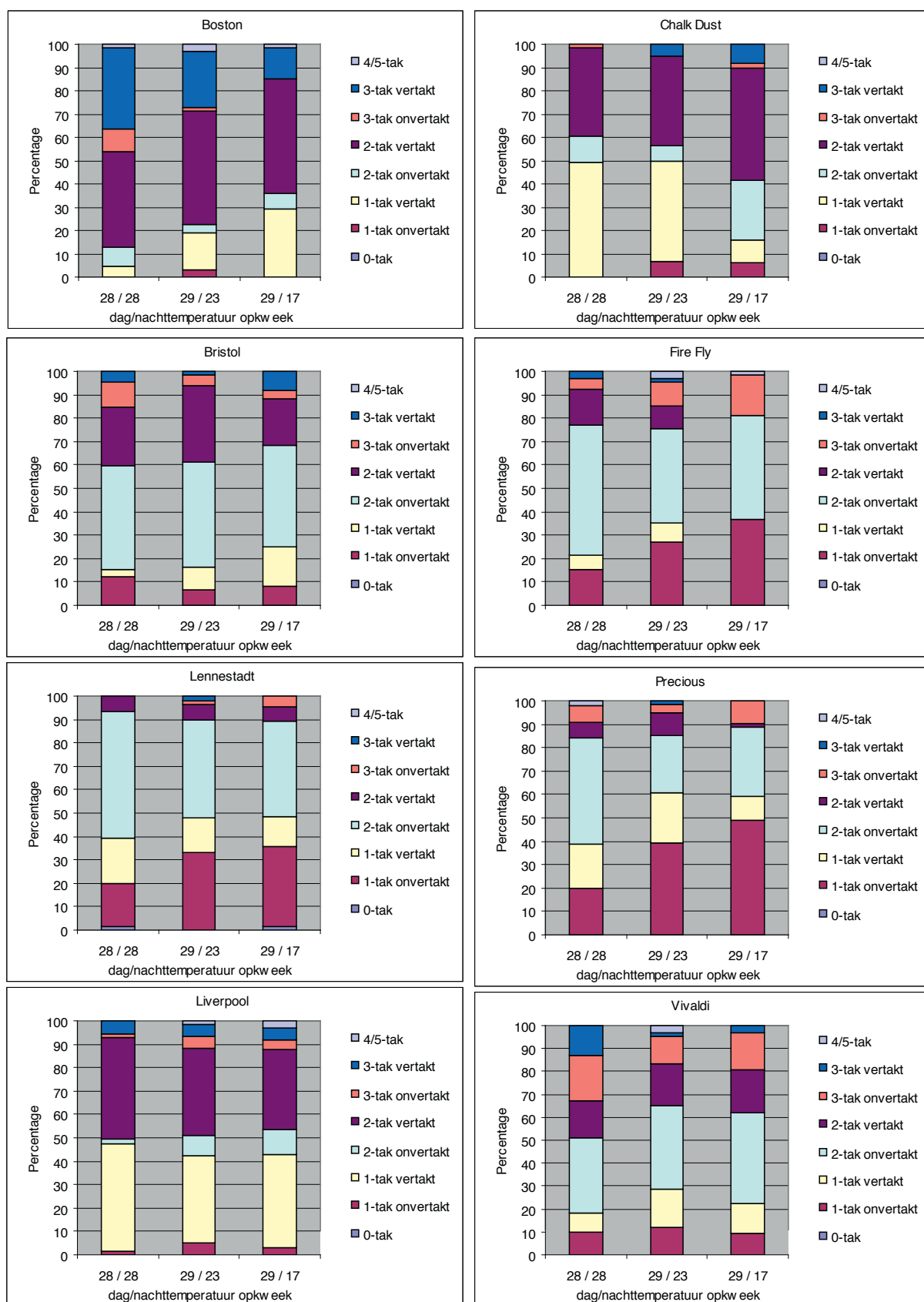
Foto 1. Planten van de cultivar Chalk Dust in de koeling na een opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C (links), 29/23 °C (midden) en 29/17 °C (rechts).

5.2 Bloemtakvorming

Bij de verkoop van Phalaenopsis zijn het aantal bloemtakken, vertakkingen en aantal bloemknoppen belangrijke kwaliteitscriteria. Hoe meer bloemtakken en hoe meer bloemknoppen hoe hoger de opbrengst van een plant en een vertakte plant brengt meer op dan een onvertakte plant. Voor de afzet worden planten daarom ingedeeld in klassen o.b.v. het aantal bloemtakken per plant, vertakt/onvertakt en het aantal bloemen per plant. Om na te gaan in hoeverre de drie opkweektemperaturen na-effecten geven op de bloemtakvorming en kwaliteit in de generatieve fase zijn alle planten onder gelijke omstandigheden gekoeld en afgekweekt.

5.2.1 Percentage meertakkers

Ondanks het achterblijven van het aantal afgesplitste bladeren en de weggeknijpte voortakken bij de opkweek bij een lagere nachttemperatuur waren er bij de eindmeting geen betrouwbare verschillen in percentage meertakkers (=planten met 2 of meer bloemtakken) gemiddeld van de 8 cultivars. Als de harttakken en te kleine takken buiten beschouwing worden gelaten, dan was het percentage meertakkers na een opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 29/23 °C gemiddeld 8% lager en na een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C tijdens de opkweek was het percentage meertak 5% lager dan de controle opkweek bij 28/28 °C (Tabel 17). De reactie van de cultivars na de drie opkweektemperaturen was niet bij alle cultivars gelijk. Er was een betrouwbare interactie tussen de opkweektemperatuur en de cultivars. Uitgesplitst per cultivar was er alleen een betrouwbaar na-effect bij de cultivar Chalk Dust (Tabel 17. en Figuur 8.). Bij deze cultivar was het percentage meertakkers na een opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C hoger dan na een opkweek bij 28/28 °C of 29/23 °C. Dit is tegengesteld aan de andere 7 cultivars. Bij de andere 7 cultivars was er geen betrouwbaar verschil in het percentage meertakkers als gevolg van de opkweektemperatuur en was er vaak meer een tendens dat het percentage meertakkers na een lagere nachttemperatuur wat achter bleef.



Figuur 8. Percentage planten ingedeeld in klassen o.b.v. aantal volwaardige bloemtakken (excl. harttakken en te kleine takken) en vertakt/onvertakt van 8 cultivars opgekweekt bij dag-/nachttemperatuur van 28/28, 29/23 en 29/17 °C ($n=2 \times 35$ planten per cultivar per behandeling).

Tabel 17. Gemiddeld percentage meertakkers, aantal volwaardige bloemtakken, volwaardige harttakken, volwaardige takken (=volwaardige bloemtakken + volwaardige harttakken), te kleine bloemtakken, te kleine harttakken en open bloemen per plant van acht Phalaenopsiscultivars opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C gemeten in het veilingrijpe stadium (n= 2*35 planten per cultivar per behandeling).

cultivar	d/n temp. tijdens opkweek (°C)	% meertakkers	Aantal volwaardige normale bloemtakken	aantal volwaardige harttakken	Totaal aantal volwaardige takken	aantal te kleine bloemtakken	aantal te kleine harttakken	Aantal open bloemen op meet-datum
Boston	28 / 28	95,2 a*	2,43 b	0,00 a	2,43 b	0,06 a	0,00 a	0,70 a
	29 / 23	80,8 a	2,14 ab	0,02 a	2,16 ab	0,11 a	0,00 a	1,82 ab
	29 / 17	71,0 a	1,88 a	0,02 a	1,89 a	0,13 a	0,00 a	2,46 b
Bristol	28 / 28	84,4 a	2,00 a	0,00 a	2,00 a	0,00 a	0,00 a	2,10 a
	29 / 23	83,8 a	1,90 a	0,00 a	1,90 a	0,02 a	0,00 a	2,37 a
	29 / 17	75,0 a	1,87 a	0,00 a	1,87 a	0,02 a	0,00 a	2,07 a
Chalk Dust	28 / 28	50,7 a	1,52 a	0,15 a	1,67 a	0,00 a	0,00 a	3,61 a
	29 / 23	50,0 a	1,55 a	0,25 a	1,80 a	0,05 a	0,02 a	3,42 a
	29 / 17	84,2 b	1,94 b	0,50 b	2,44 b	0,05 a	0,03 a	3,72 a
Fire Fly	28 / 28	78,6 a	1,86 a	0,73 a	2,59 a	0,43 a	0,10 b	1,50 a
	29 / 23	64,6 a	1,82 a	0,76 a	2,58 a	0,80 b	0,02 a	2,31 ab
	29 / 17	63,5 a	1,84 a	0,76 a	2,60 a	1,00 b	0,00 a	2,83 b
Lennestadt	28 / 28	60,6 a	1,59 a	0,00 a	1,59 a	0,00 a	0,00 a	1,31 a
	29 / 23	52,2 a	1,56 a	0,00 a	1,56 a	0,10 a	0,00 a	1,33 a
	29 / 17	51,6 a	1,55 a	0,02 a	1,56 a	0,05 a	0,00 a	1,63 a
Liverpool	28 / 28	52,7 a	1,60 a	0,16 a	1,76 a	0,24 a	0,15 b	0,67 a
	29 / 23	57,7 a	1,71 a	0,13 a	1,85 a	0,17 a	0,07 a	1,53 ab
	29 / 17	57,3 a	1,73 a	0,14 a	1,87 a	0,18 a	0,02 a	2,02 b
Precious	28 / 28	61,3 a	1,72 a	0,30 a	2,02 ab	0,64 a	0,02 a	0,90 a
	29 / 23	39,4 a	1,44 a	0,21 a	1,66 a	0,67 a	0,05 a	1,02 a
	29 / 17	41,0 a	1,51 a	0,56 b	2,06 b	0,74 a	0,00 a	1,20 a
Vivaldi	28 / 28	81,9 a	2,15 a	0,00 a	2,15 a	0,21 a	0,02 a	1,29 a
	29 / 23	71,3 a	1,91 a	0,05 a	1,95 a	0,21 a	0,00 a	2,06 a
	29 / 17	77,7 a	1,97 a	0,00 a	1,97 a	0,37 a	0,00 a	2,07 a
Gemiddelde	28 / 28	70,7	1,86	0,17	2,03	0,20	0,04	1,51
8 cultivars	29 / 23	62,5	1,75	0,18	1,93	0,27	0,02	1,98
	29 / 17	65,2	1,78	0,25	2,03	0,32	0,01	2,25

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Betrouwbare verschillen zijn per cultivar apart weergegeven.

5.2.2 Aantal bloemtakken per plant

Statistische analyse van het aantal volwaardige bloemtakken per plant (excl. harttakken) laat ook weinig betrouwbare verschillen zien (Tabel 17). Er was wel weer sprake van een betrouwbare interactie tussen cultivar en temperatuurbehandeling. Bij 6 van de 8 cultivars was er geen betrouwbaar verschil in het aantal bloemtakken per plant. Bij de cultivar Boston was het aantal bloemtakken bij de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C lager dan bij de planten opgekweekt bij de controlebehandeling met 28/28 °C. Net als bij het percentage meertakkers was het bij de cultivar Chalk Dust juist precies tegenovergesteld en gaven de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C meer bloemtakken per plant dan de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C of 29/23 °C.

5.2.3 Aantal harttakken

Bij de cultivars Chalk Dust, Fire Fly, Liverpool en Precious werden naast de gewone bloemtakken die uit een okselknop van een blad aan de zijkant van de stengel komen, ook harttakken gevormd. Een harttak is een bloemtak uit het eindgroeipunt van de scheut (Foto 2.). Normaal gesproken blijft dit eindgroeipunt meestal vegetatief, maar bij sommige cultivars kan het eindgroeipunt wel een bloemtak geven. Een harttak wordt minder gewaardeerd dan een gewone bloemtak, o.a. omdat de plant dan niet meer vegetatief verder kan groeien vanuit het eindgroeipunt bij de consument. Het na-effect van de opweektemperatuur op het aantal harttakken verschilt per cultivar. Bij Fire Fly en Liverpool was er geen verschil in het aantal volwaardige harttakken als gevolg van de opweektemperatuur (Tabel 17), maar het aantal kleine harttakken was na een opweek bij continu 28 °C wel wat hoger dan bij de twee opweektemperaturen met een lage nachttemperatuur. Bij Chalk Dust en Precious werden juist bij de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C meer harttakken gevormd dan bij de planten opgekweekt bij 28/28 °C en 29/23 °C en was er geen betrouwbaar verschil in het aantal te kleine harttakken. Bij de cultivars Boston, Bristol, Lennestadt en Vivaldi werden nauwelijks harttakken gevormd.



Foto 2. Phalaenopsisplant met een harttak (=bloemtak uit het eindgroeipunt van de stengel) bij de cultivar Precious opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C.

Indien de volwaardige harttakken worden meegeteld in het totaal aantal volwaardige bloemtakken per plant (Tabel 17) dan valt op dat de na-effecten van de opweektemperatuur meer gaan verschillen tussen de cultivars. Bij 5 cultivars is er nog steeds geen verschil in aantal bloemtakken per plant. Bij Boston blijft het aantal bloemtakken per plant na een opweek bij 29/17 °C lager dan van de controlebehandeling (28/28 °C). Bij Chalk Dust blijft de reactie precies tegengesteld met meer bloemtakken na een opweek bij 29/17 °C ten opzichte van continu 28 °C tijdens de opweek, maar het verschil wordt nog wel wat groter. Bij de cultivar Precious wordt het aantal bloemtakken na een opweek bij 29/23 °C nu betrouwbaar lager dan bij een opweek van 29/17 °C.

5.2.4 Aantal te kleine bloemtakken

Bij het sorteren van Phalaenopsisplanten voor de veiling moet een bloemtak minimaal 3 bloemen en/of bloemknoppen hebben en moet de lengte van de bloemtak groter zijn dan de hoogte van de onderste knop aan hoofdbloemtak om als volwaardige bloemtak te mogen mee tellen (productspecificatie Phalaenopsis in pot, 2008). Daarom zijn te kleine bloemtakken die niet als volwaardige bloemtak mee geteld mogen worden apart geteld (Tabel 17). Bij 7 van de 8 cultivars was er geen betrouwbaar verschil in het aantal kleine bloemtakken per plant als gevolg van de opkweektemperatuur. Bij de cultivar Fire Fly was er wel een na-effect van de opkweektemperatuur. Bij Fire Fly gaven de planten opgekweekt bij een lage nachttemperatuur van 23 of 17 °C meer kleine bloemtakken per plant dan bij de controlebehandeling met een nachttemperatuur van 28 °C.

5.2.5 Bloeisnelheid

Omdat bij de eindmeting sommige proefvelden iets eerder veilingrijp waren dan andere proefvelden is het aantal open bloemen geteld bij de eindmeting. Meer open bloemen betekent dus dat de planten eerder veilingrijp waren en de teeltduur van de generatieve fase korter was. Er was geen betrouwbare interactie aanwezig tussen cultivar en opkweektemperatuur voor het aantal open bloemen en gemiddeld over alle cultivars was er geen betrouwbaar verschil in bloeisnelheid (Tabel 17). Uitsplitsend per cultivar blijkt er bij 5 cultivars geen betrouwbaar verschil in teeltsnelheid en bij de cultivars Boston, Fire Fly en Liverpool waren er bij de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C meer open bloemen dan bij de controlebehandeling. Er van uitgaande dat het ongeveer 4 dagen duurt tot een volgende bloem open gaat, zou dit bij Fire Fly en Liverpool een verkorting van de teeltduur betekenen van 5 dagen bij planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C en bij Boston zou het dan gaan om een vervroeging van 7 dagen in bloeitijdstip ten opzichte van de controlebehandeling (Foto 3.). De oorzaak van dit verschil in teeltsnelheid is niet geheel duidelijk. Waarschijnlijk waren sommige generatieve okselknoppen bij de lage nachttemperatuur van 17 °C in de opkweekfase al wat verder ontwikkeld dan bij de controlebehandeling en hadden de bloemtakken daardoor wat voorsprong opgebouwd.



Foto 3. Rijpheid van de cultivar Boston op 11 maart 2010 na opweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C (links), 29/23 °C (midden) en 29/17 °C (rechts) en onder gelijke omstandigheden gekoeld en afgekweekt.

5.2.6 Herkomst bloemtakken

In de praktijk wordt er vaak van uit gegaan dat een weggeknipte voortak een bloemtak kost in de koeling/afkweek. In dit onderzoek was dit niet zo. Ondanks het hoge percentage voortakken bij een aantal cultivars en behandelingen in de opkweek was er toch weinig verschil in het aantal bloemtakken per plant. Onder normale omstandigheden komen er bij een tweetakker (=plant met twee bloemtakken) meestal 2 bloemtakken onder de bovenste 3 à 4 bladeren en aan weerszijden van de stengel van de plant (Foto 4. – links). Bij planten waarbij al voortakken waren weggeknipt werden nieuwe bloemtakken gevormd uit lager gelegen okselknoppen die normaal gesproken meestal niet uit lopen en bij sommige cultivars werden ook meer harttakken gevormd uit het eindgroeipunt van de stengel (Foto 4. - rechts).



Foto 4. *Phalaenopsis*plant met twee normale bloemtakken aan weerszijden van de plant (links) en een *Phalaenopsis*plant met 4 bloemtakken nadat er tijdens de opweek 1 voortak is weggeknipt. Twee bloemtakken komen uit laag gelegen okselknoppen die onder normale omstandigheden meestal niet uitlopen en één bloemtak komt uit het eindgroeipunt van de stengel (=harttak).



Foto 5. *Phalaenopsis*plant waarbij naast een weggesneden voortak in hetzelfde bladoksel een 2e bloemtak lijkt te zijn gevormd.

Bij sommige planten leek soms een 2^e bloemtak te verschijnen in hetzelfde bladoksel als waar eerder een voortak was weggeknipt (Foto 5.). Bij *Phalaenopsis* zijn in elk bladoksel doorgaans 2 groeipunten aanwezig, één vegetatief groeipunt en één generatief groeipunt. Als een generatief groeipunt in de opweek een voortak heeft gegeven, wordt er in het algemeen vanuit gegaan dat in dit bladoksel dan geen nieuwe bloemtak meer gevormd kan worden in de koeling. Bij sommige planten met een nieuwe bloemtakken in een bladoksel waar eerder een voortak is weggeknipt zou de 2^e tak uit een lager gelegen okselknop gekomen kunnen zijn. De bloemtak is dan niet door de bladbasis van de lager gelegen okselknop naar buiten door gebroken, maar is binnen de bladbasis langs de stengel omhoog gegaan en bij een hoger gelegen blad verschenen waar al eerder een voortak was weggeknipt. Bij een aantal randplanten met ogenschijnlijk 2 bloemtakken uit één bladoksel zijn de bladeren verwijderd en is de stengel doorgesneden (Foto 6.). In sommige gevallen leek de 2^e bloemtak inderdaad uit een lager gelegen okselknop te zijn ontstaan, maar in andere gevallen kon niet duidelijk worden vastgesteld of de bloemtak uit hetzelfde of een ander oksel afkomstig was.



Foto 6. Randplanten met ogenschijnlijk 2 bloemtakken uit één bladoksel waarbij de bladeren zijn verwijderd en de stengel is doorgesneden.

Bij sommige planten kwamen er 2 bloemtakken aan dezelfde kant van de plant in plaats van aan weerszijden van de plant, doordat er eerder een voortak was weggeknipt tijdens de opkweek (Foto 7. – links). Dit is minder wenselijk vanuit het oogpunt van plantkwaliteit. Bij andere planten werden ondanks 2 weggeknippte voortakken tijdens de opkweek toch nog 4 bloemtakken gemaakt (Foto 7. – rechts).



Foto 7. *Phalaenopsis*plant met twee bloemtakken aan één kant van de plant (links) en *Phalaenopsis*plant met 4 bloemtakken nadat eerder in de opkweek 2 voortakken zijn weggeknipt (rechts).

5.3 Plantkenmerken in veilingrijpe stadium

In het veilingrijpe bloeistadium konden geen betrouwbare verschillen worden aangetoond tussen de drie opkweektemperaturen in de vers- en drooggewichten van de vegetatieve plantendelen (blad en stengel), wortels en bloemtakken (Tabel 18). Er was wel een trend dat de biomassa van de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C wat achter bleef. Opvallend is dat van deze planten het vers- en drooggewicht van de vegetatieve plantendelen en wortels relatief meer achterblijft dan het vers- en drooggewicht van de bloemtakken. Bij het vers- en drooggewicht van de bloemtakken was er minder verschil tussen de drie opkweektemperaturen dan in het vers- en drooggewicht van blad/stengel en wortels.

Tabel 18. Vers- en drooggewicht per plant van blad en stengel, wortels en bloemtakken in het veilingrijpe stadium gemiddeld van acht *Phalaenopsis*cultivars opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C en daarna onder gelijke omstandigheden gekoeld en afgekweekt. Van alle cultivars zijn, voor zover aanwezig, 2*3 planten per behandeling per cultivar met voortak en 2*3 planten zonder voortak gemeten. In de tabel het gewogen gemiddelde op basis van het percentage voortakken.

d/n temp. (°C)	Versgewicht (gram)				Drooggewicht (gram)			
	blad en stengel	wortels	bloemtakken	Totaal	blad en stengel	wortels	bloemtakken	Totaal
28 / 28	111,0 a	73,4 a*	63,6 a	247,9 a	6,7 a	6,2 a	5,7 a	18,6 a
29 / 23	108,0 a	71,5 a	63,9 a	243,4 a	6,4 a	6,0 a	5,6 a	18,1 a
29 / 17	91,1 a	65,5 a	61,8 a	218,4 a	5,6 a	5,3 a	5,3 a	16,2 a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

Er konden ook geen betrouwbare verschillen worden aangetoond in planthoogte, aantal bloemknoppen per plant en percentage droge stof van blad/stengel, wortels en bloemtakken als gevolg van de drie verschillende opkweektemperaturen (Tabel 19). Net als aan het einde van de opkweek was er wel een trend dat de bladoppervlakte van de planten opgekweekt bij 29/17 °C lager was in vergelijking met de twee andere opkweektemperaturen en dat de bladoppervlakte van 28/28 °C en 29/23 °C vrijwel gelijk was.

*Tabel 19. Planthoogte, aantal volwaardige vertakkingen (=vertakking die meetellen als vertakt volgens veilingvoorschriften), aantal te jonge vertakkingen (mogen niet meegeteld worden als vertakt in veilingvoorschriften), aantal bloemknoppen (groter dan 5 mm), bladoppervlakte per plant en percentage droge stof van blad/stengel, wortels en bloemtakken gemiddeld van acht Phalaenopsis-cultivars opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C en daarna onder gelijke omstandigheden gekoeld en afgekweekt. Van alle cultivars zijn 2*3 planten per cultivar per behandeling met voortak en 2*3 planten zonder voortak gemeten. In de tabel het gewogen gemiddelde op basis van het percentage voortakken.*

d/n tempe- ratuur (°C)	Plant- hoogte (cm)	Aantal volwaar- dige vertak- kingen	Aantal te jonge vertak- kingen	Aantal bloem- knoppen per plant	Bladop- pervlak- te per plant (cm ²)	Percentage droge stof		
						Blad en stengel	wortels	Bloem- takken
28 / 28	73,0 a*	1,36 a	0,61 a	23,6 a	534,0 a	6,0	8,6	8,9
29 / 23	71,1 a	1,60 a	0,44 a	24,0 a	519,9 a	6,0	8,6	8,9
29 / 17	70,4 a	1,44 a	0,33 a	22,7 a	438,0 a	6,2	8,3	8,6

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

5.4 Na-effect voortak in opkweek

Bij 14 proefvelden waar voldoende planten met voortakken en voldoende planten zonder voortakken aanwezig waren is een vergelijking gemaakt in plantkenmerken in het veilingrijpe bloeistadium tussen planten zonder en met voortakken in de opkweek. Eind september en aan het einde van de opkweek zijn alle gevormde voortakken weggeknipt. Planten met voortakken hebben daardoor geïnvesteerde biomassa in de voortakken verloren. Gemiddeld over 14 proefvelden was bij de planten die een voortak gaven tijdens de opkweek het aantal bloemtakken per plant 0,06 lager dan bij de planten die geen voortak hadden gegeven. Dit verschil is minder groot dan tot dusver verondersteld in de praktijk.

Ondanks de weggeknipte voortakken gaven de planten die tijdens de opkweek al wel een voortak hadden gegeven, in het veilingrijpe stadium een hoger vers- en drooggewicht aan vegetatieve plantendelen en wortels (Tabel 20). De gemiddelde planthoogte, aantal vertakkingen, aantal bloemknoppen en bladoppervlakte per plant (Tabel 21) leken bij de planten met voortakken ook wat groter dan bij de planten die geen voortakken gemaakt hadden tijdens de opkweek. Opvallend was dat er in het veilingrijpe bloeistadium weinig verschil was in vers- en drooggewicht van de bloemtakken tussen planten die wel of geen voortak tijdens de opkweek hadden gemaakt. Hieruit zou afgeleid kunnen worden dat het geven van een voortak tijdens de opkweek geen nadelige gevolgen heeft voor het vers- en drooggewicht in het veilingrijpe bloeistadium. Het lijkt er misschien eerder op dat de planten met voortak mogelijk meer vers- en drooggewicht kunnen produceren dan planten zonder voortak.

Tabel 20. Vers- en drooggewicht per plant van blad en stengel, wortels en bloemtakken in het veilingrijpe stadium van *Phalaenopsis*planten zonder of met voortakken tijdens de opkweek en daarna onder gelijke omstandigheden gekoeld en afgekweekt.

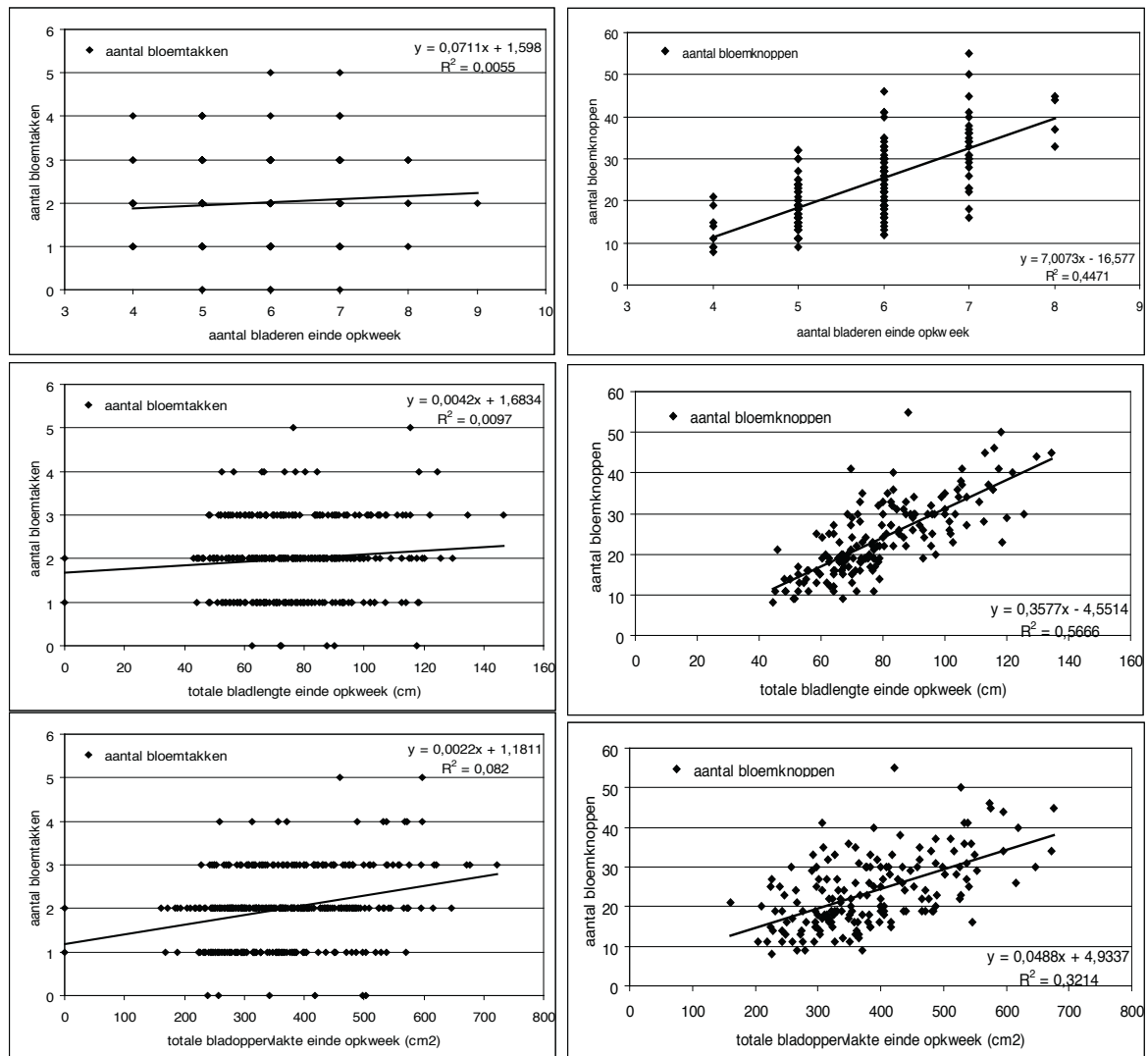
	Aantal bloemtakken/plant	Versgewicht (gram)				Drooggewicht (gram)			
		blad en stengel	wortels	bloemtakken	Totaal	blad en stengel	wortels	bloemtakken	Totaal
- voortak	1,86	103,5	63,8	63,5	230,8	6,2	5,4	5,6	17,1
+ voortak	1,80	120,0	83,9	62,9	266,8	7,1	6,7	5,8	19,5

Tabel 21. Planthoogte, aantal volwaardige vertakkingen (=vertakking die meetellen als vertakt volgens veilingvoorschriften), aantal te jonge vertakkingen (=vertakkingen die nog niet meegeteld mogen worden), aantal bloemknoppen (=groter dan 5 mm), bladoppervlakte per plant en percentage droge stof van blad/stengel, wortels en bloemtakken van *Phalaenopsis*planten zonder of met voortakken tijdens de opkweek en daarna onder gelijke omstandigheden gekoeld en afgekweekt (n=42).

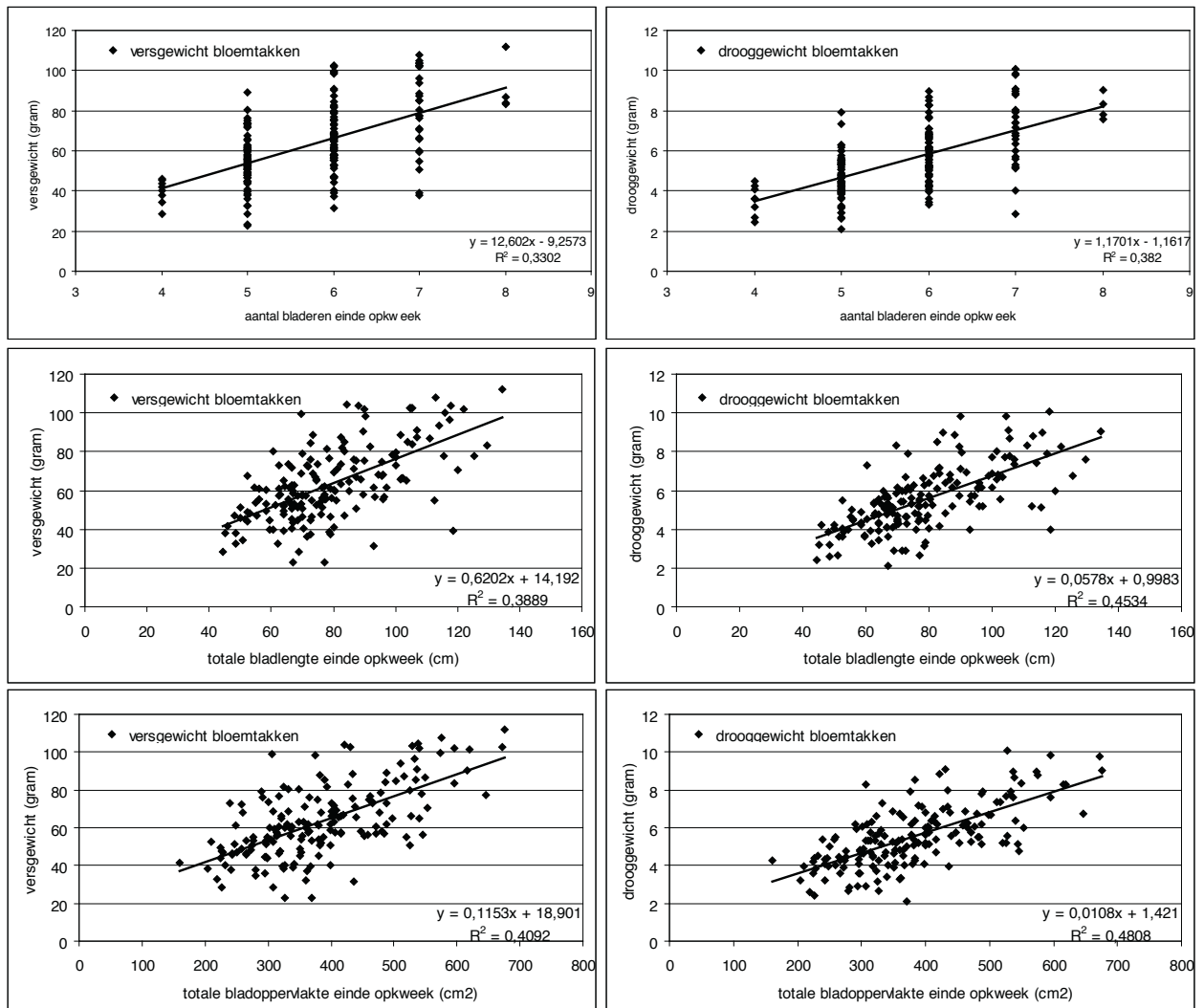
	Plant-hoogte (cm)	Aantal volwaardige vertakkingen	Aantal te jonge vertakkingen	Aantal bloemknoppen per plant	Bladoppervlakte per plant (cm ²)	Percentage droge stof		
						Blad en stengel	wortels	Bloemtakken
- voortak	73,6	1,3	0,4	23,5	513,8	6,0	8,4	8,8
+ voortak	78,2	1,8	0,7	25,3	573,9	6,0	8,1	9,2

5.5 Correlatie tussen einde opkweek en bloei

Op verzoek van de BCO is nagegaan in hoeverre er een correlatie aanwezig was tussen het aantal bladeren, totale bladlengte en totale bladoppervlakte per plant aan het einde van de opkweek en de bloeikenmerken per plant in het veilingrijpe plantstadium. Er was weinig verband tussen het aantal bloemtakken en het aantal bladeren, totale bladlengte en totale bladoppervlakte aan het einde van de opkweek (Figuur 9. – links). De correlatiecoëfficiënt (R^2) was erg laag. De kwaliteit van de bloemtakken in de vorm van het aantal bloemknoppen en het vers- en drooggewicht van de bloemtakken in het veilingrijpe plantstadium werd wel meer verklaard door de plantgrootte aan het einde van de opkweek, hoewel het verband nog niet heel sterk was. Het aantal bloemknoppen en het vers- en drooggewicht van de bloemtakken nam toe naarmate het aantal bladeren, totale bladlengte en totale bladoppervlakte aan het einde van de opkweek groter was. Het aantal bloemknoppen (Figuur 9. – rechts) werd het beste verklaard uit de totale bladlengte aan het einde van de opkweek en het vers- en drooggewicht van de bloemtakken was het meest gecorreleerd met de totale bladoppervlakte aan het einde van de opkweek (Figuur 10).



Figuur 9. Correlatie van aantal bladeren (boven), totale bladlengte (midden) en totale bladoppervlakte (onder) met het aantal bloemtakken (links) en het aantal bloemknoppen (rechts) per plant ($n=375$ planten voor aantal bloemtakken en $n=174$ voor aantal bloemknoppen).



Figuur 10. Correlatie van aantal bladeren (boven), totale bladlengte (midden) en totale bladoppervlakte (onder) met het versgewicht (links) en drooggewicht (rechts) van de bloemtakken in het veilingrijpe plantstadium (n=174).

6 Energieberekeningen

6.1 Uitgangspunten voor de Kaspro berekening

In de kasproef is de temperatuur na het einde van lichtperiode geforceerd naar beneden gebracht om te testen of de planten bij de meest grootste temperatuurdaling in de nacht ook nog vegetatief zouden blijven. Om zoveel mogelijk energie te besparen zal dit bij toepassing in een praktijksituatie niet gebeuren. Dan zal de warmte in de kas zoveel mogelijk binnen gehouden worden om energieverlies te voorkomen. Daarom was het bepalen van het gasverbruik in de uitgevoerde kasproef minder zinvol en is berekend wat de energiebesparing zou zijn als de hoge dag- en lagere nachttemperatuur onder praktijkomstandigheden toegepast zou worden. Daarbij zijn twee varianten doorgerekend. In de eerste variant is de energiebesparing berekend als de temperatuur geforceerd naar beneden wordt gebracht en in de tweede variant is de energiebesparing berekend als het warmteverlies zoveel mogelijk wordt beperkt. Bij de berekeningen is uitgegaan van een daglengte van 14 uur als er belicht wordt (in tegenstelling tot de 12 uur toegepast in de kasproef) omdat dit de daglengte is die in de praktijk het meest gangbaar is. Dit betekent dat de dagtemperatuur gedurende 14 uur op 29 °C gehouden moet worden. Verder is bij de berekeningen als uitgangspunt genomen dat de temperatuur al op 29 °C moet zijn als de dag begint en/of de belichting aan gaat 's ochtends.

Aan de hand van een inventarisatie met twee teeltadviseurs in combinatie met kennis uit voorgaande projecten met Phalaenopsis is een referentieteelte gedefinieerd. Met behulp van het kasklimaatmodel Kaspro is het klimaat in de referentieteelte berekend uitgaande van een SEL jaar. Het SEL jaar is een samengesteld jaar van maanden uit verschillende jaren in de periode 2000-2009. Kaspro is een virtuele kas waarin de warmte, water en gasstromen worden gemodelleerd op basis van het buitenklimaat, het gewas en de installatie met bijbehorende setpoints en instellingen. Ten behoeve van dit project zijn een aantal aanpassingen aan het model gemaakt specifiek voor de Phalaenopsis teelt. Zo is de verdamping uit de bark en van het gewas en de vloer apart in het model opgenomen omdat dit in grote mate het klimaat in de kas bepaalt. De met Kaspro berekende resultaten van de referentieteelte zijn in eerste instantie vergeleken met metingen in bestaande kassen ter validatie. Vervolgens zijn de effecten van toepassing van een lagere nachttemperatuur onder gangbare praktijkomstandigheden doorgerekend. Bij deze berekeningen is uitgegaan van onderstaande uitgangspunten.

Verwarmingssysteem:	Een ondernet van 18 buizen van 51 mm per 12.8 meter kap onder de tafels, en een bovennet van 6 51-ers per 12.8 meter kap. De maximale verwarmingscapaciteit door de ketel geleverd is 180 W m ² .
Minimumbuis:	In de warme afdeling wordt overdag een minimum buistemperatuur van 50 °C voor het ondernet (onder de roltafels) aangehouden en op het boven net 40 °C. In de nacht wordt deze verlaagd naar respectievelijk 40 en 35 °C. Overdag wordt deze afgebouwd naar de kasluchttemperatuur over een buitenstralingstraject van 200 tot 500 W/m ² . Op de dagen dat de watergift plaatsvindt wordt de minimumbuistemperatuur van het bovennet in de ochtend met 20 graden verhoogd en van het ondernet met 10 graden tot 4 uur na het moment van watergift.
Ventilatie:	De ramen worden geopend als de kasluchttemperatuur 1 °C boven de stooktemperatuur ligt. Er wordt een P-band van 2 °C gebruikt in de berekeningen, wat inhoudt dat de ramen volledig geopend zijn indien de kasluchttemperatuur 2 °C boven de ventilatietemperatuur uitkomt. De windzijdige ramen gaan open als de lezijdige ramen verder dan 50% zijn geopend.

- Luchtvochtigheid:** De kas ventileert op vocht bij een luchtvochtigheid groter dan 70%. Er wordt niet extra verwarmd indien het ventileren niet voldoende vocht afvoert. In de winter wordt een maximale vochtkier van 1% aangehouden voor het LS10 doek, vanaf 1 maart 2%, vanaf 1 mei 4% en vanaf 1 september 2% tot 1 november. Het schaduw scherm wordt maximaal 10% geopend op vocht.
- Belichting:** In de gehele kas wordt assimilatiebelichting met een lichtintensiteit van 6000 lux ($=72 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) toegepast (58 W/m^2 geïnstalleerd elektrisch vermogen). De belichting wordt gebruikt van 1 september tot 1 mei. Het licht wordt aangeschakeld als de lichtintensiteit buiten onder de 6000 lux zakt (72 W/m^2 globale straling). Van 19:00 uur tot 05:00 uur is de belichting geblokkeerd. De totale lichtsom op een dag moet ongeveer 4 mol/m^2 bedragen wat neer komt op 200 J/cm^2 .
- Kasconstructie:** Het kasdek materiaal is conventioneel glas, wat bij 80-85% van de bedrijven het gebruikte materiaal is. Er wordt verneveling toegepast als de luchtvochtigheid onder de 60% zakt. Het energiescherm dat wordt gebruikt is een LS 10-scherm. Dit scherm is het gehele jaar gesloten. Er wordt een schaduw-scherm gebruikt in de nacht en indien het lichtniveau in de kas boven de $80 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ komt. In de winter gaat het scherm dicht boven de 150 W m^{-2} globale straling, vanaf 1 maart boven de 200 W m^{-2} en vanaf 1 mei tot 1 september vanaf 300 W m^{-2} , dit in relatie tot het krijten en de benodigde lichtsom.
- Krijten:** Van 1 maart tot 1 oktober wordt er gekrijt om minder licht toe te laten. Vanaf 1 maart wordt 65% van het licht tegengehouden, vanaf 1 mei 75% en op 1 september wordt nog 65% tegengehouden ten gevolge van veroudering van het krijt. Op 1 oktober wordt het krijt verwijderd.

De verdamping in de Phalaenopsis teelt komt enerzijds van de plant zelf (CAM-plant) en anderzijds door verdamping uit de pot. De verdamping van Phalaenopsis is extreem laag (Baas, 2009). De verdamping vindt voornamelijk in de pot plaats. Gemiddeld is de verdamping ongeveer 1 l m^{-2} per etmaal met een variatie van 0.4 tot maximaal 2.3 l m^{-2} . De verdamping uit de pot is gesimuleerd in het model als een oppervlak van een halve vierkante meter welke nat is. Dit natte oppervlak staat waterdamp af aan de omringende lucht en daarbij koelt het oppervlak, die vervolgens weer wordt verwarmd door de omringende lucht.

Het water dat zich in de bark bevindt werkt als een warmtebuffer. Op basis van de verdampingsgegevens is de warmtecapaciteit van de bark vergelijkbaar gemaakt met 3 liter water. Indien er in 5 dagen 5 liter per m^2 kan verdampen moet de warmtecapaciteit na een sproeibeurt 5 liter zijn. Net voor een sproeibeurt zal de bark bijna droog zijn en dus minder dan 1 liter bevatten. Gemiddeld zal de bark 3 liter bevatten. Deze warmtecapaciteit zorgt ervoor dat de luchttemperatuur in de kas minder snel kan variëren aangezien de temperatuur van dit oppervlak na-ijlt.

Er wordt eens in de 5 dagen water gegeven rond 9.00 uur 's morgens. In het model wordt hierbij het gewas nat en de vloer. Dit wordt gesimuleerd door het natte oppervlak in de kas te verdubbelen. Deze vergroting van het oppervlak neemt af met de verdamping, waarbij er totaal 100 ml wordt verdampt voor het oorspronkelijk oppervlak weer wordt bereikt.

Voor de verwarming is uitgegaan van een ketel aangezien het verwarmingssysteem niet van belang is voor het onderzoek. De CO_2 dosering is om deze reden ook buiten beschouwing gelaten. Het SEL jaar is gebruikt voor het buitenklimaat. Dit jaar is een samengesteld jaar van maanden uit verschillende jaren in de periode 2000-2009. Van elke maand is de gemiddelde temperatuur bepaald. De maand die dichtbij deze gemiddelde temperatuur komt is gekozen als de maand in het SEL jaar.

6.2 Doorgerekende scenario's

In het eerste scenario (Case 1a) wordt de stooktemperatuur tijdens de periode dat het licht is op 29 °C ingesteld en tijdens de donkerperiode op 23 °C (Tabel 22). Dit houdt in dat gedurende de periode dat er belichting wordt gebruikt de temperatuur om 5:00 zijn hoogste niveau bereikt en vanaf 19:00 wordt verlaagd. Vanaf 1 mei wordt de hoogste temperatuur bereikt bij zonsopgang en de laagste temperatuur 1 uur na zonsondergang. De dode zone blijft in de eerste berekening op 1 graad wat betekent dat er direct na de lichte periode actief wordt gekoeld om de 23 °C te halen. In de tweede berekening (Case 1b) wordt de dode zone indien de stooktemperatuur wordt verlaagd naar 23 °C, verhoogd naar 7 graden. Een zelfde aanpak wordt gedaan voor de scenario's waarbij de temperatuur naar 17 °C wordt verlaagd in de nachtelijke periode (Case 2a en 2b). Een temperatuurverschil van 6 of zelfs 12 graden is een groot verschil over de dag. Een kas kan niet in een zeer korte tijd van temperatuur veranderen.

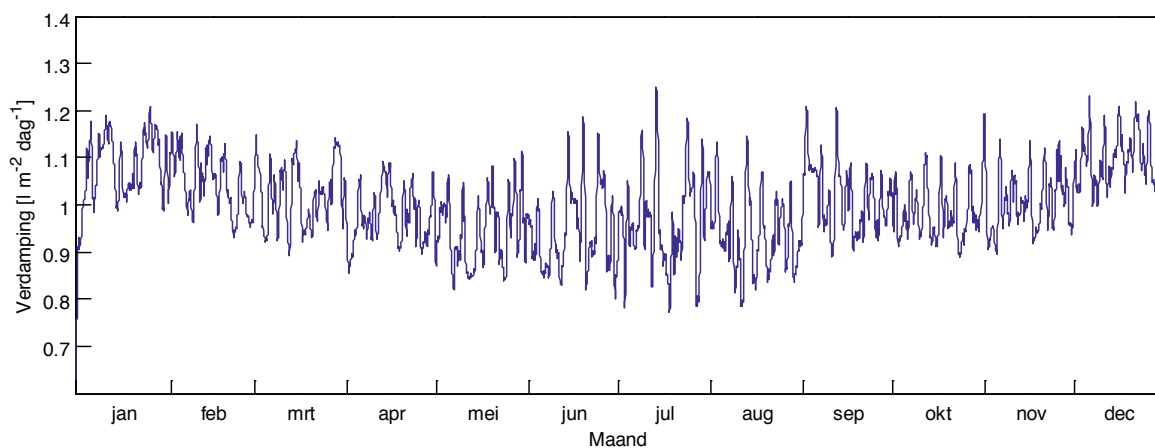
Tabel 22. Instellingen van de doorgerekende scenario's.

	Dagtemperatuur (°C)	Dode zone (°C)	Nachttemperatuur (°C)	Dode zone (°C)
Referentie	28	1	28	1
Case 1 a	29	1	23	1
Case 1 b	29	1	23	7
Case 2 a	29	1	17	1
Case 2 b	29	1	17	13

6.3 Resultaten energieberekeningen

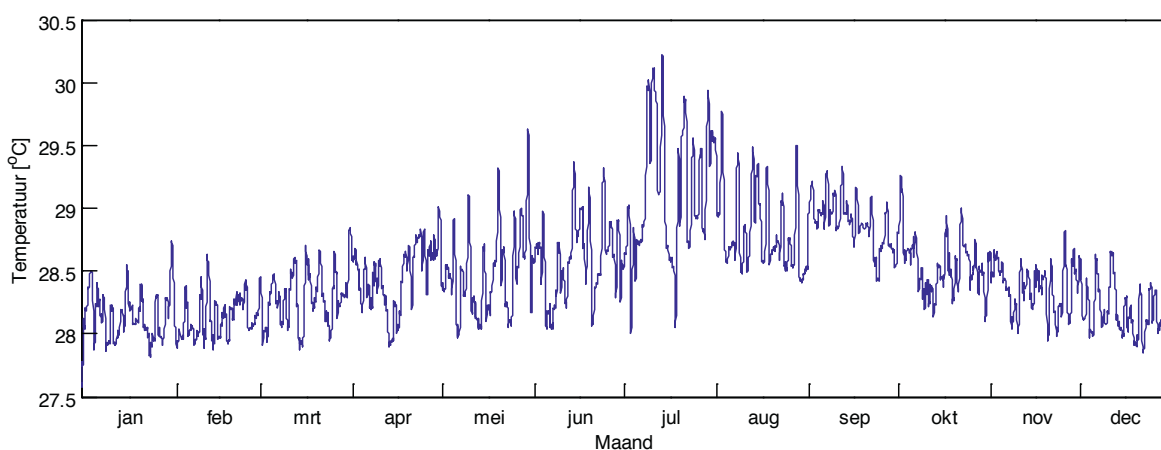
6.3.1 Referentieteelt

De referentie situatie is eerst doorgerekend en vergeleken met de praktijk gegevens.



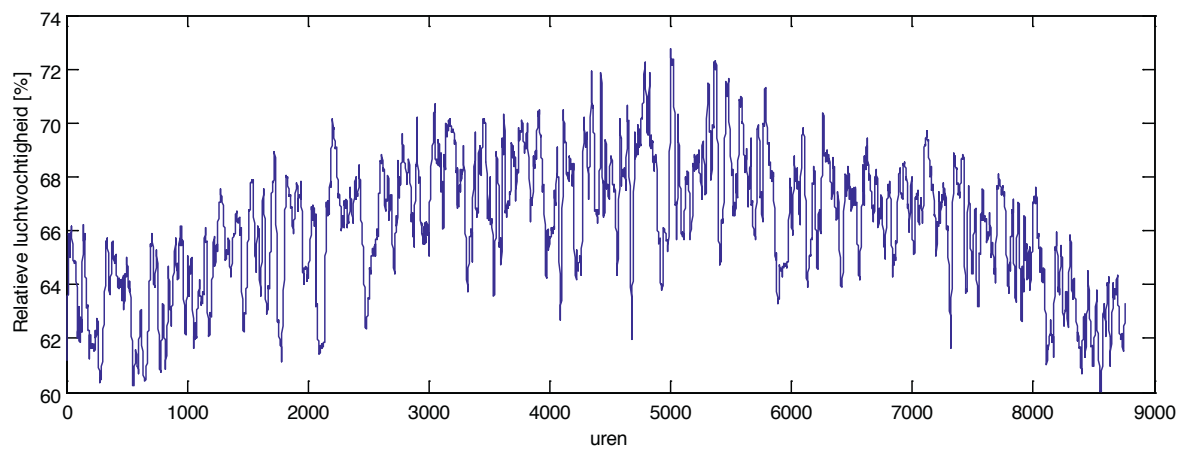
Figuur 11. 24 uurs gemiddelde verdamping over het jaar.

De jaarlijkse verdamping in de referentie situatie is 365 l m^{-2} (Figuur 11), wat goed overeenkomt met de gegevens uit de praktijk. Deze verdamping is samengesteld uit de gewasverdamping en de verdamping uit de pot.



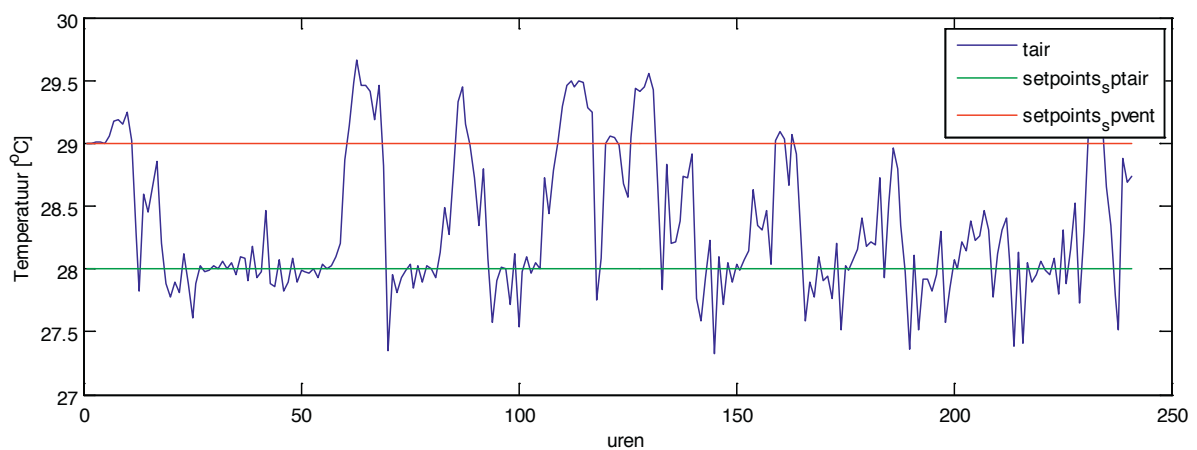
Figuur 12. 24 uurs gemiddelde temperatuur over het jaar.

Op dagen dat er water wordt gegeven ligt de iets temperatuur lager door het koelende effect van de verdamping en het feit dat er meer gelucht wordt om de luchtvochtigheid weer te laten dalen (Figuur 12).



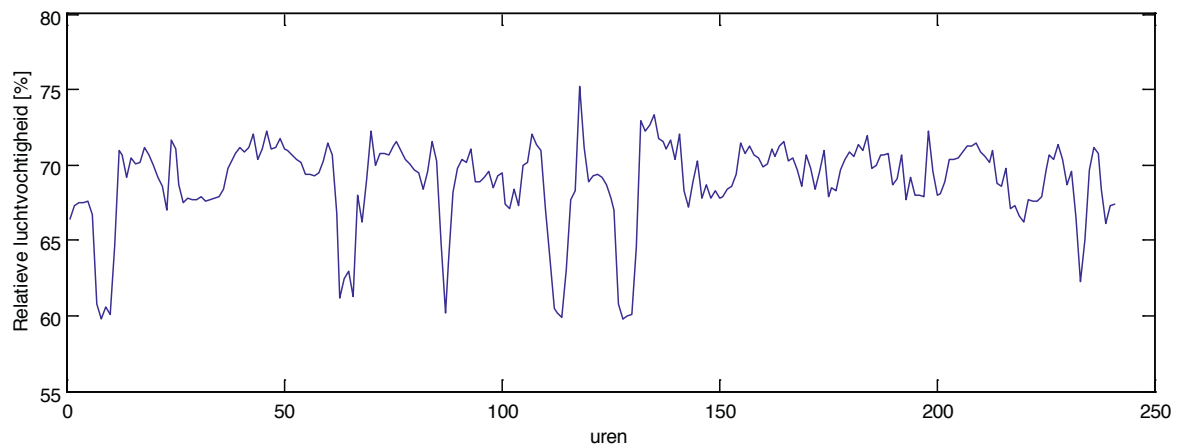
Figuur 13. 24 uurs gemiddelde relatieve luchtvochtigheid over het jaar.

De relatieve luchtvochtigheid blijft goed onder controle door de hoge kasluchttemperatuur ten opzichte van de buitenlucht (Figuur 13). Alleen op dagen van watergift moet er actiever worden geventileerd om het vocht te verwijderen. De verneveling wordt nauwelijks ingezet om de luchtvochtigheid boven de 60% te houden.



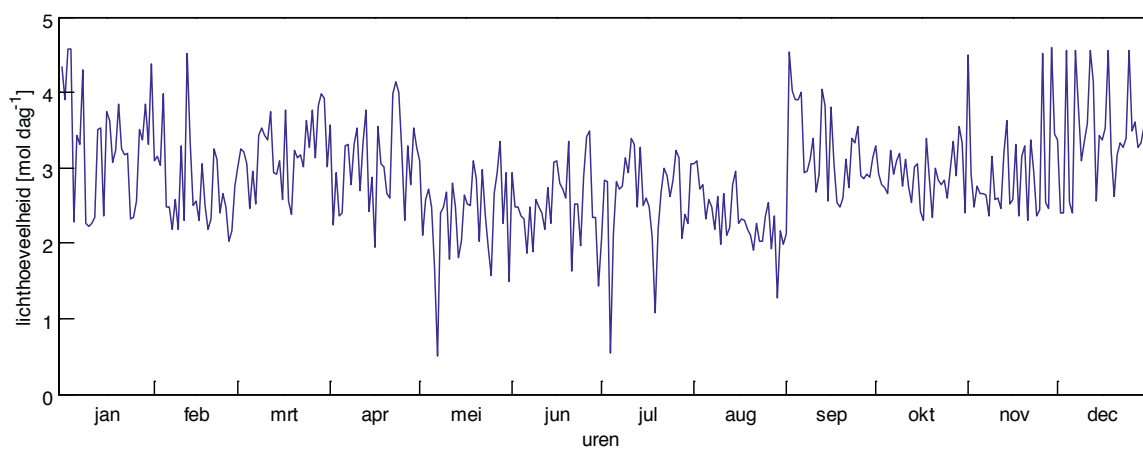
Figuur 14. Uurlijkse waarden van de temperatuur (blauw) in een 10 daagse periode gedurende de zomer waarbij het setpoint voor de ventilatie (rode lijn) en het moment van stoken (groene lijn) ook zijn weergegeven.

Op een kleinere temperatuur schaal is te zien dat de temperatuur in de range blijft die is ingesteld (Figuur 14).



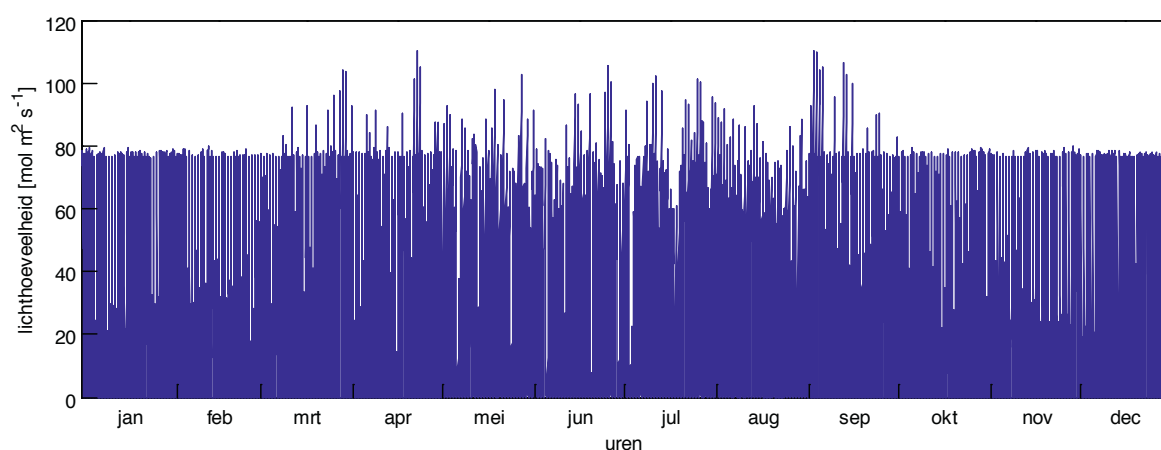
Figuur 15. Uurlijkse waarden van de relatieve luchtvochtigheid in een 10 daagse periode gedurende de zomer.

De ontvochtiging en bevochtiging in de zomer zorgen ervoor dat de relatieve luchtvochtigheid binnen de gestelde grenzen blijft (Figuur 15).



Figuur 16. Lichtsom per dag over het jaar.

Bovenstaande figuur laat de lichtsom per dag zien over het jaar. Gemiddeld ligt de lichtsom rond de 4 mol m² wat overeenkomt met de waarden die in de praktijk worden gehandhaafd.



Figuur 17. Uurlijkse waarden van het lichtniveau over het jaar.

Het lichtniveau over het jaar ligt gemiddeld op $80 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ met een paar uitschieters naar boven (Figuur 17). Het jaarlijkse energieverbruik in de referentie situatie is 1870 MJ (59.1 a.e.).

6.3.2 Energieverbruik scenario's

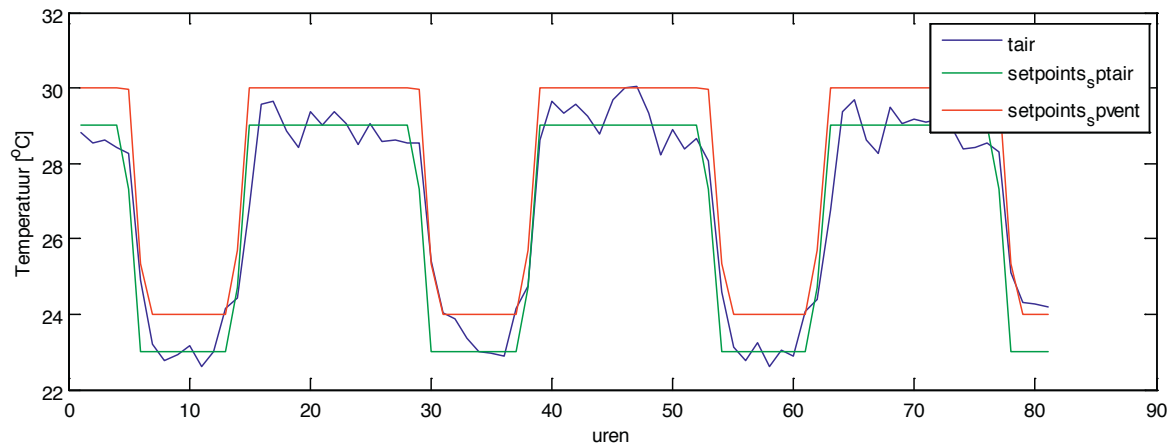
Vervolgens zijn de berekeningen gedaan voor de scenario's zoals geschetst in Tabel 22. In onderstaande tabel is het energieverbruik voor de verschillende situaties beschreven.

Tabel 23. Energieverbruik van de referentie en doorgerekende scenario's.

	Energie [a.e.]	Procentueeel
Referentie	59.1	100
Case 1a	56.1	95
Case 1b	54.3	92
Case 2a	62.3	105
Case 2b	54.3	92

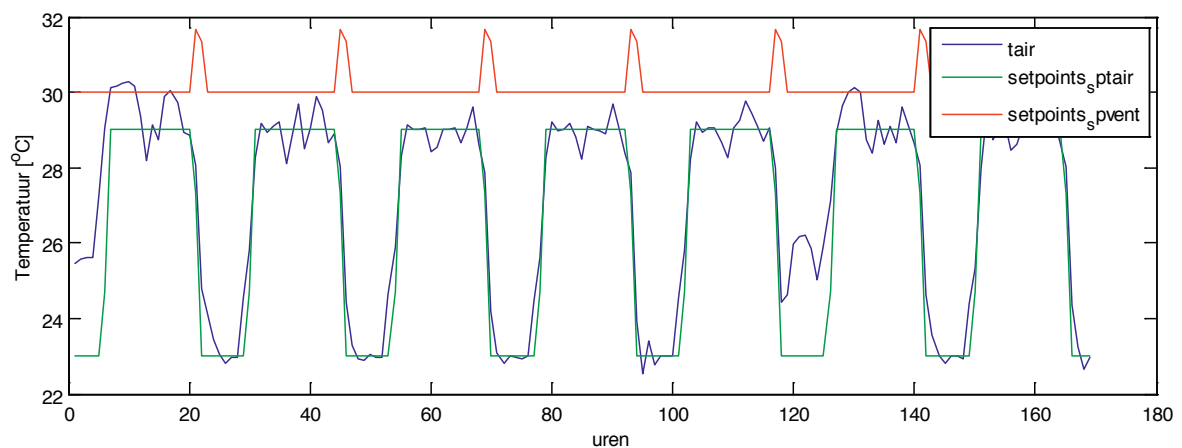
De besparing op energie is minder groot dan aanvankelijk werd verwacht (30%). En in case 2a wordt er zelfs meer energie gebruikt. De energiebesparing wordt begrensd door het feit dat de temperatuur overdag bij de alternatieven een graad hoger ligt, het feit dat de periode waarin de temperatuur wordt verlaagd kleiner is dan de periode met een hoge temperatuur (10 uur vs. 14 uur in de winterperiode) en de standaard minimumbuisinstellingen zoals gangbaar in de praktijk. Daarnaast kost het geforceerd verlagen van de temperatuur en het vervolgens weer op temperatuur brengen (scenario's a) extra energie omdat de energie die wordt weggegooid vervolgens weer in de kas gebracht moet worden. Bij een grote verlaging van de temperatuur (case 2a) zorgt dit zelfs voor een hoger energieverbruik dan de referentie.

Het niet geforceerd naar beneden brengen van de temperatuur door ventilatie zorgt ervoor dat het energieverbruik daalt. Er is nauwelijks verschil tussen het energieverbruik bij een grote en een kleine verlaging zoals in Tabel 23. te zien is. Dit komt door het feit dat de temperatuur niet snel wegzakt als hier niet actief op wordt geregeld. In het geval dat de temperatuur 5 graden mag wegzakken (scenario 1) wordt deze temperatuur bijna nooit gehaald en wordt er dus nauwelijks gestookt in de koude periode. In scenario 2b wordt de lage temperatuur bijna helemaal niet gehaald. Kortom een verlaging zoals in scenario 2 is voorgesteld geeft geen extra energiebesparing ten opzichte van de verlaging van scenario 1.



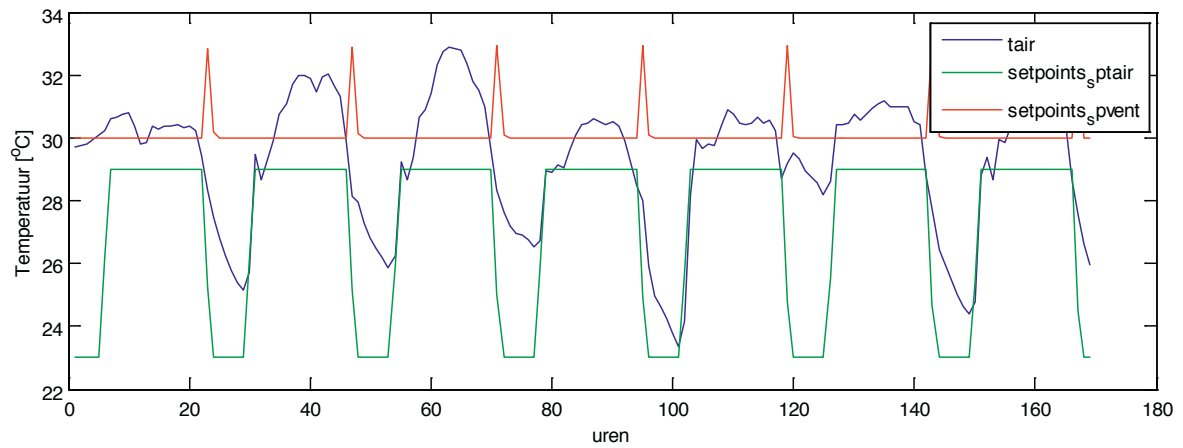
Figuur 18. Temperatuurverloop voor scenario 1a (blauw= kasluchttemperatuur, groen= stooktemperatuur; rood= ventilatietemperatuur).

Bovenstaande figuur laat het temperatuurverloop over 3 dagen zien voor scenario 1a (Figuur 18).



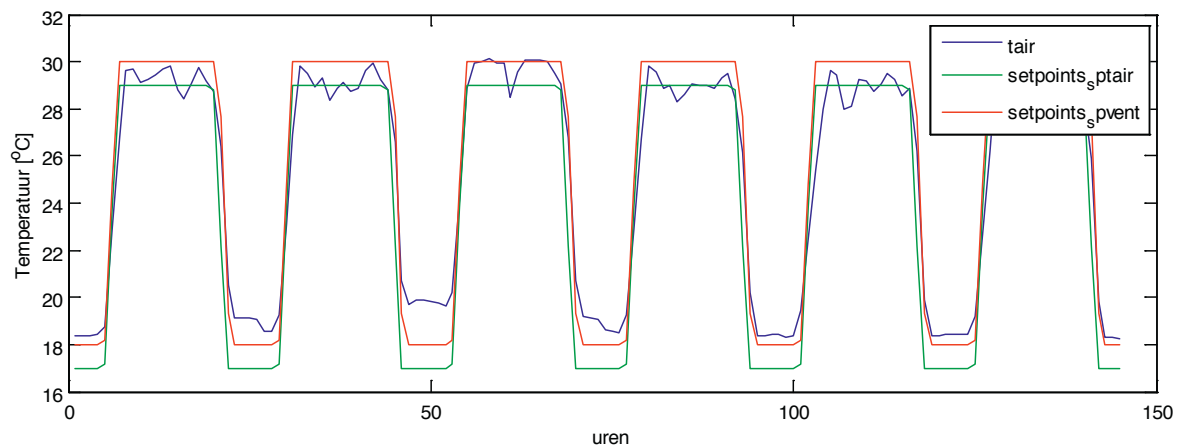
Figuur 19. Temperatuurverloop voor scenario 1b op een aantal dagen in januari (blauw= kasluchttemperatuur, groen= stooktemperatuur; rood= ventilatietemperatuur).

In de winterperiode volgt de temperatuur de stooktemperatuur ondanks dat er niet actief geventileerd wordt (case 1b) door het grote temperatuurverschil tussen kas en buitenlucht (Figuur 19). De pieken in de ventilatielij zijn het gevolg van de snelle daling van de stooklijn waarop de regeling anders reageert. Dit heeft geen gevolg voor de resultaten. Rond uur 120 in de figuur is te zien dat de temperatuur in de kas minder daalt als de overige dagen, dit komt omdat de verwarming wordt opgestookt voor de watergiftbeurt.



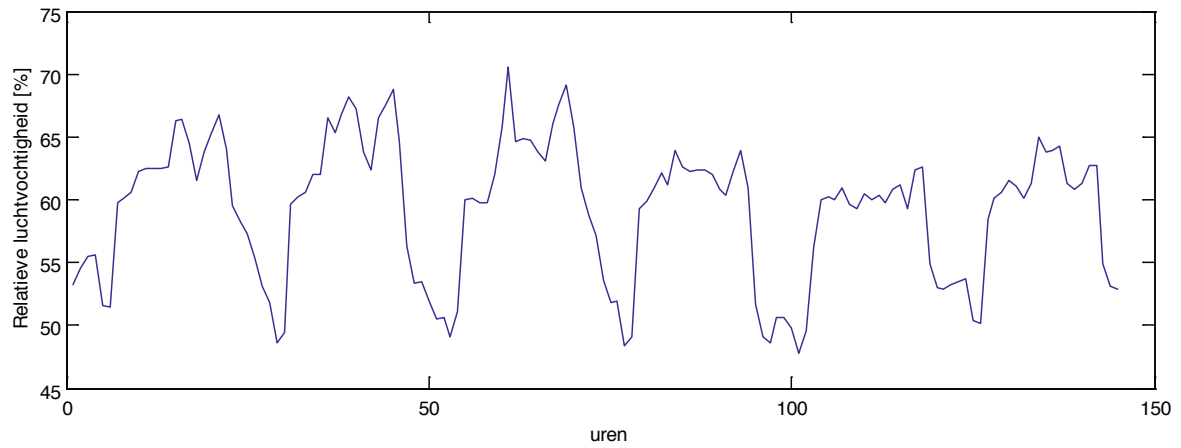
Figuur 20. Temperatuurverloop voor scenario 1b in juli (blauw= kasluchttemperatuur, groen= stooktemperatuur; rood= ventilatietemperatuur).

In de zomer daalt de temperatuur in de kas minder snel op het moment dat er niet actief gelucht wordt ten gevolge van de hogere buitentemperatuur (Figuur 20).



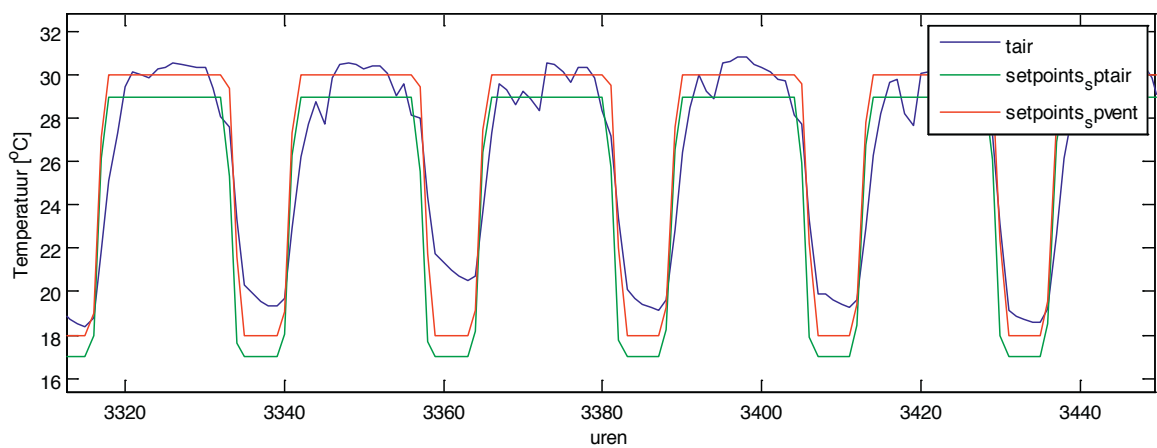
Figuur 21. Temperatuurverloop voor scenario 2a in de winterperiode (blauw= kasluchttemperatuur, groen= stooktemperatuur; rood= ventilatietemperatuur).

In de winterperiode is het goed mogelijk het temperatuurtraject te volgen (Figuur 21).



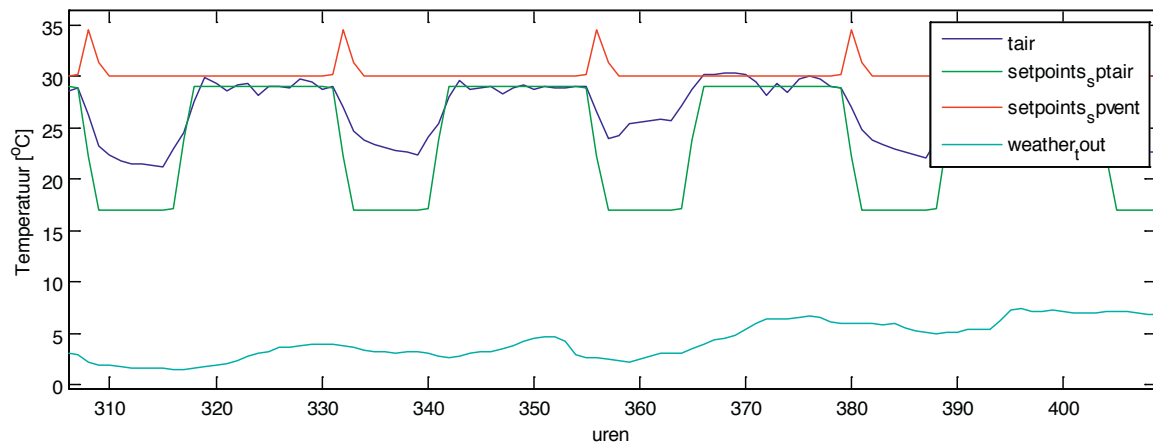
Figuur 22. Relatieve luchtvochtigheid voor scenario 2a in de winterperiode.

De relatieve luchtvochtigheid in de winter laat zien dat ondanks dat de temperatuur snel daalt in de kas, de relatieve luchtvochtigheid onder controle blijft (Figuur 22). Dit omdat de buitenlucht op dat moment ook droog is.



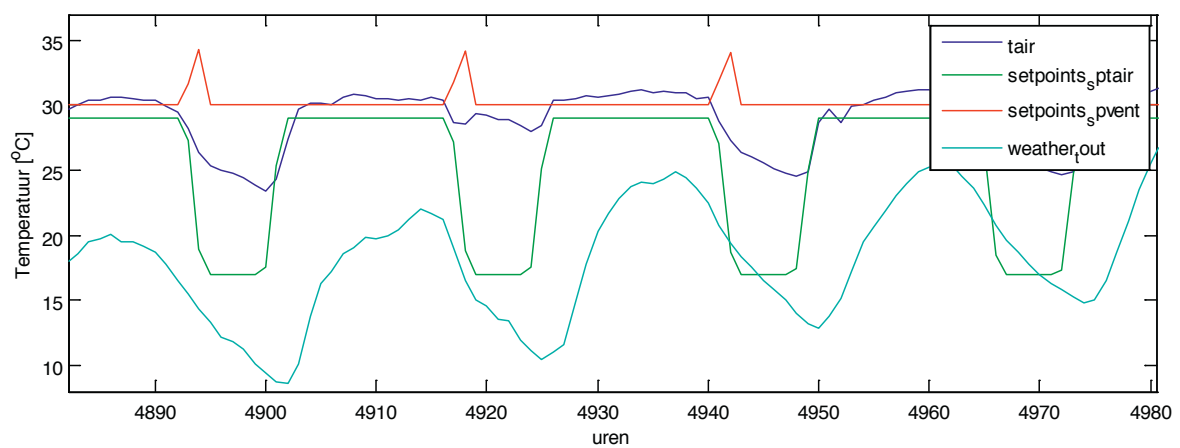
Figuur 23. Temperatuurverloop voor scenario 2a in de zomerperiode (blauw= kasluchttemperatuur, groen= stooktemperatuur; rood= ventilatietemperatuur).

In de zomerperiode is het niet mogelijk de lage temperatuur te halen (Figuur 23).



Figuur 24. Temperatuurverloop voor scenario 2b op winterse dagen (blauw= kasluchttemperatuur, groen= stooktemperatuur; rood= ventilatietemperatuur; lila= buitentemperatuur).

Ondanks de koude buitentemperatuur daalt de temperatuur in de kas niet tot de stooktemperatuur van 17 °C als er niet actief wordt gekoeld (Figuur 24).



Figuur 25. Temperatuurverloop voor scenario 2b op zomerse dagen (blauw= kasluchttemperatuur, groen= stooktemperatuur; rood= ventilatietemperatuur; lila= buitentemperatuur).

In de zomerperiode wordt de minimum temperatuur in de kas voor case 2b helemaal niet gehaald (Figuur 25). Dit houdt in dat er in deze periode in de donkere uren niet gestookt hoeft te worden.

7 Conclusies en Discussie

7.1 Conclusies

Een hoge dagtemperatuur blijkt niet bij alle Phalaenopsis-cultivars de bloei tegen te houden.

Het tegenhouden van de bloei door middel van een dagtemperatuur van 29 °C en een lage nachttemperatuur tijdens de opkweek van Phalaenopsis blijkt sterk afhankelijk te zijn van de cultivar. Bij de cultivars Boston, Bristol en Lennestadt werd de bloemtakvorming gedurende de eerste 23 weken van de opkweek wel voldoende tegen gehouden, maar bij de andere 5 cultivars werden al meer of minder snel voortakken gevormd. Omdat op Phalaenopsis-bedrijven in de praktijk een groot scala aan cultivars bij elkaar in 1 afdeling staan en een hoge dag-/lage nachttemperatuur niet bij alle cultivars voldoende is om voortijdige bloemtakvorming tegen te houden lijkt toepassing van een lage nachttemperatuur zoals toegepast in dit onderzoek niet geschikt voor toepassing in de praktijk. Als cultivars zoals Boston, Bristol en Lennestadt in een aparte afdeling gezet kunnen worden, lijkt toepassing van een lagere nachttemperatuur wel mogelijk gedurende de eerste 23 weken van de opkweek (tot het wijder zetten) omdat bij deze cultivars in die periode weinig voortakken werden gevormd.

Lagere bladafsplittingsnelheid bij een lagere nachttemperatuur

Bij de planten opgekweekt bij een lagere nachttemperatuur was het aantal afgesplitste bladeren aan het einde van de opkweek lager dan bij een dag-/nachttemperatuur van continu 28 °C. Dit komt door een lagere bladafsplittingsnelheid naarmate de etmaaltemperatuur lager is.

Minder vers- en drooggewicht bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C

Bij de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/17 °C was de totale bladoppervlakte per plant en het totaal vers- en drooggewicht aan het einde van de opkweek lager dan bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C en 29/23 °C. Er was geen betrouwbaar verschil tussen de 29/23 °C en 28/28 °C behandeling.

Weinig nadelige na-effecten van opkweek bij lagere nachttemperatuur.

Ondanks het achterblijven van de vegetatieve groei en de weggeknippte voortakken bij een lagere nachttemperatuur tijdens de opkweek, waren er bij de eindmeting geen grote verschillen in het percentage meertakkers. Als de harttakken en te kleine takken buiten beschouwing worden gelaten dan was het percentage meertakkers na een opkweek bij een lagere nachttemperatuur gemiddeld 5 tot 8% lager dan na een standaard opkweek bij 28/28 °C. Bij de destructieve eindmeting viel op dat de totale bladoppervlakte en vers- en drooggewicht van blad/stengel en wortels na een lage nachttemperatuur in de opkweek wel wat lager was, maar dat er relatief weinig verschil was in het vers- en drooggewicht van de bloemtakken tussen de 3 opkweektemperaturen.

Een voortak tijdens de opkweek heeft weinig effect op het aantal bloemtakken in de koeling.

In de praktijk ging men er altijd vanuit dat een weggeknippte voortak een bloemtak kost in de koeling. In dit onderzoek was er weinig verschil in het aantal bloemtakken tussen planten met en zonder weggeknippte voortakken in de opkweek. Bij planten waarbij een voortak was weggeknippt werden meer bloemtakken gevormd uit lager gelegen okselknoppen waaruit normaal gesproken geen of weinig bloemtakken gevormd worden. Bij sommige planten waren de bloemtakken daardoor wel wat minder gelijk en soms verschenen de bloemtakken aan één zijde van de plant, waardoor de planten kwalitatief minder goed beoordeeld werden. Daarnaast is de extra arbeid die nodig is voor het wegknippen van de voortakken een extra kostenpost. Hoewel het voortakken het uiteindelijke aantal bloemtakken weinig lijkt te beïnvloeden, is het daarom toch niet wenselijk om voortakken te krijgen, en zal de teelt op het voorkomen van voortakken gestuurd blijven worden.

Een dagtemperatuur van 29 °C met een nachttemperatuur van 23 of 17 °C geeft 8% energiebesparing.

Een verlaging van de nachttemperatuur bij een verhoging van de dagtemperatuur naar 29 °C zorgt voor energiebesparing. Indien de verlaging geforceerd gebeurt middels luchten dan gaat de besparing teniet indien de verlaging groot is. Indien de verlaging niet geforceerd wordt uitgevoerd zorgt dit altijd voor energiebesparing. Met behulp van het Kaspro-model is berekend dat bij toepassing onder de huidige praktijkomstandigheden 8% energie (=4,8 m³ gas) bespaard kan worden op het warmteverbruik in de opkweek van *Phalaenopsis*. Het maakt daarbij niet uit of de temperatuur tot 23 of tot 17 °C terug mag zakken.

7.2 Discussie

Vraag rijst waarom in het Amerikaans onderzoek (Blanchard en Runkle, 2006) geen bloemtakken werden gevormd en in deze proef wel. In het Amerikaanse onderzoek is met twee cultivars gewerkt, terwijl in dit onderzoek met acht cultivars grote verschillen gevonden zijn tussen de cultivars. Waarschijnlijk zijn er in het Amerikaanse onderzoek twee cultivars gebruikt vergelijkbaar met de drie cultivars die in dit onderzoek ook lang weinig voortakken gaven. Het Amerikaanse onderzoek heeft 20 weken geduurd en hier bleven deze 3 cultivars ook gedurende de eerste 23 weken nagenoeg vrij van voortakken. In vervolgonderzoek van Newton en Runkle (2009) met vier cultivars geteeld bij een daglengte van 16 uur en periodes van 0, 4, 8, 12 en 24 uur hoge dagtemperatuur in het midden van de daglichtperiode heeft ook laten zien dat de reactie sterk afhankelijk is van de cultivar en de plantleeftijd. Oudere planten bleken een langere periode van hoge temperatuur nodig te hebben tijdens de dag om de bloei tegen te houden dan jonge planten. Verder bleek dat 8 of 12 uur 29 °C bij 2 cultivars (*Phalaenopsis* 'Mosella' en 'Explosion') voldoende was om de bloemtakvorming tegen te houden. Bij 2 andere cultivars werd de bloemtakvorming wel vertraagd, maar niet volledig tegen gehouden. Bij *Phalaenopsis* 'Golden Treasure' gaf 8 of 12 uur 29 °C een vertraging van respectievelijk 4 of 6 weken in de bloemtakvorming. Bij *Doritaenopsis* 'Newberry Parfait' gaf 8 of 12 uur 29 °C een vertraging van 5 weken.

In de discussies met telers zijn een aantal aspecten naar voren gekomen die het optreden van voortakken in dit onderzoek mogelijk hebben bevorderd. De gemeten bladtemperatuur in de proefkassen was wat lager t.o.v. de gerealiseerde kasttemperatuur dan doorgaans in de praktijk gemeten wordt. Dit roept de vraag op of de planttemperatuur tijdens de dagperiode wellicht net onder de kritische grens lag om de bloei voldoende tegen te houden en of de effecten van een hoge dag- en lagere nachttemperatuur wellicht anders zouden zijn geweest als de planttemperatuur gedurende de dagperiode hoger zou zijn geweest. Verder is pas gestart met de temperatuurverhoging op het moment dat het licht aanging en/of het scherm open ging en wellicht dat de bloei meer wordt tegen gehouden als de temperatuur al hoog is op het moment dat het licht wordt. Ten slotte is in dit onderzoek het temperatuurprofiel (dag/nacht) strak gehandhaafd door geforceerd de temperatuur te verlagen in de avond. Dit zou bij toepassing in de praktijk niet gebeuren, waardoor de lage temperatuur minder vaak en minder lang gehaald zou worden.

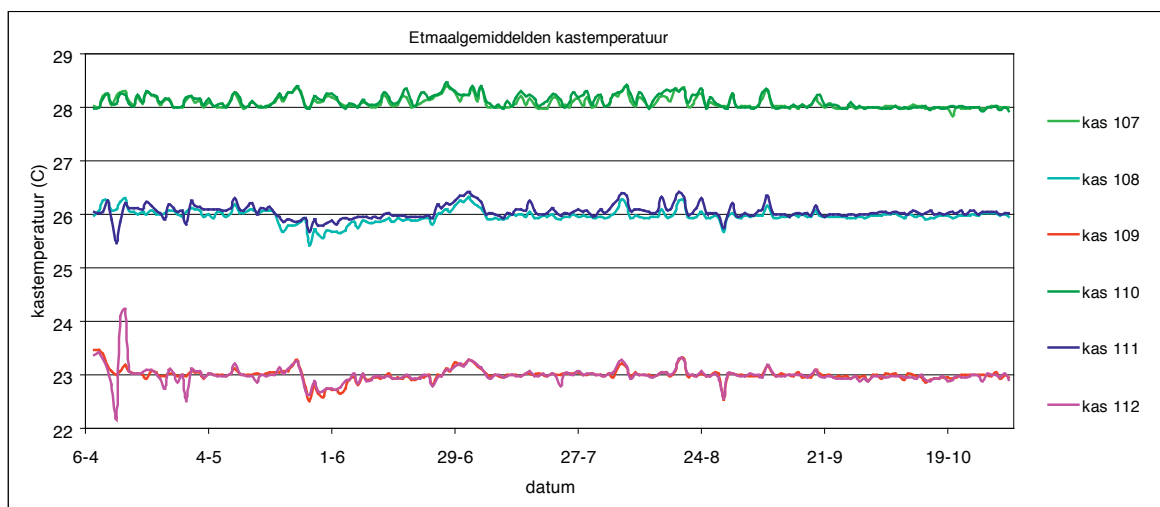
Om antwoord te kunnen geven op de vraag in hoeverre een lagere nachttemperatuur perspectief biedt voor de *Phalaenopsis* teelt in Nederland dient een afweging gemaakt te worden tussen de winst door energiebesparing enerzijds en kosten voor verwijderen van eventuele voortakken en opbrengstderving door kwaliteitsverlies of lager percentage meertakkers anderzijds. Bij een gasprijs van € 0,26 en berekende energiebesparing van 5 m³ gas per m² levert de energiebesparing door een lagere nachttemperatuur bij *Phalaenopsis* € 1,30 op per m². Hoewel er gemiddeld over de 8 cultivars geen betrouwbare verschillen zijn gevonden in het percentage meertakkers, was er wel een tendens van een 5 tot 8% lager aantal planten met 2 of meer bloemtakken (Tabel 17). Doordat meertakkers gemiddeld € 1,- meer opbrengen dan een 1-takker (pers. med. *Phalaenopsis* telers) en uitgaande van gemiddeld 40,5 plant/jaarm² (Vermeulen, 2010) levert 5% minder meertakkers al een opbrengstderving op van € 2,- per m² per jaar. Dit weegt niet op tegen de besparing aan energiekosten en daarbij is nog geen rekening gehouden met extra arbeid voor het verwijderen van voortakken of eventuele opbrengstderving door ander kwaliteitsverlies. Toepassing bij alle *Phalaenopsis* cultivars biedt daarom weinig perspectief. Als cultivars zoals Boston, Bristol en Lennestadt in een aparte afdeling gezet kunnen worden, lijkt toepassing van een lagere nachttemperatuur wel mogelijk gedurende de eerste 23 weken van de opkweek (tot het wijder zetten) omdat bij deze cultivars in die periode weinig voortakken werden gevormd.

De energiebesparing van 8% ligt beduidend lager dan de vooraf geschatte energiebesparing van 30%. Deze hoge schatting kwam voort uit de globale stelregel dat 1 graad temperatuurverlaging zorgt voor 10% energiebesparing en berekeningen vooraf met het programma Pregas. Daarin is echter alleen uitgegaan van het energieverbruik voor het op temperatuur houden van de kas en niet voor ontvochtiging. Er is dus geen rekening gehouden met de standaard minimumbuis instelling die 's nachts in de praktijk altijd aangehouden wordt. Bovendien wordt in de praktijk zwaar geschermd (dubbel scherm) bij hoge temperaturen waardoor de regel van '1 graad temperatuurverlaging zorgt voor 10% energiebesparing' niet geheel opgaat. In het Pregasprogramma is verder gerekend met de natuurlijke daglengte, terwijl in de praktijk door belichting in de winter de nacht (en dus de periode met lage temperatuur) veel korter is (ca. 10 uur). Bij de berekeningen in KASPRO is op advies van de BCO uitgegaan van een nachtperiode van 10 uur in de winter waarin de temperatuur mag weg zakken. Bovendien is ook op advies van de BCO bij de KASPRO-berekeningen er vanuit gegaan dat de temperatuur al 29 °C moet zijn als het licht aangaat/licht wordt en niet pas vanaf dat het licht wordt zoals toegepast in de kasproef. Doordat de temperatuurverlaging maar voor een deel van de dag ingezet kan worden, heeft dit ook tot gevolg dat de kas telkens weer moet worden opgewarmd wat veel energie vraagt. Dit maakt dat de energiebesparing geringer is dan aanvankelijk werd aangenomen.

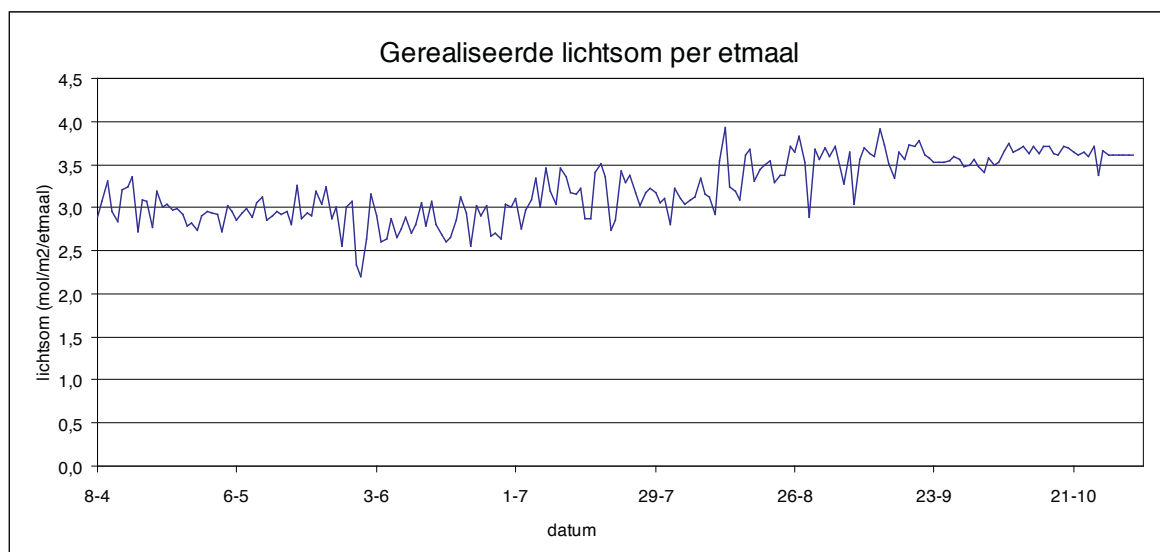
Literatuur

- Baas, R. (2009).
Invloed luchtbeweging op de verdamping en groei van Phalaenopsis in semi-gesloten kas. Rapport FytoFocus. [S.I.].
- Blanchard, M. G. and Runkle, E. S., (2006).
Temperature during the day, but not during the night, controls flowering of Phalaenopsis orchids. *Journal of experimental Botany*. 57(15). 4043-4049.
- Blanchard, M., G., en Runkle, E.S., (2008).
Benzyladenine promotes flowering in Doritaenopsis and Phalaenopsis orchids. *J. Plant. Growth. Regul.*
- Chen, C. and R. S. Lin (2004).
Nondestructive estimation of dry weight and leaf area of Phalaenopsis leaves. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 20(4): 467-472.
- Dueck, T., De Boer-Tersteeg, P.M., en van Noort, F.R. (2010).
Teeltversnelling Phalaenopsis door klimaat optimalisatie. Rapport GTB 1016. Wageningen UR Glastuinbouw. Wageningen.
- Dueck, T., Meinen, E., en Kromwijk, A. (2008).
Nachtbelichting en CO₂-dosering bij Phalaenopsis. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw 214. Wageningen UR Glastuinbouw. Wageningen.
- Inoue Y. and H. Higuchi, (1990).
The year-round production system in Phalaenopsis by means of "Hybrid Plant Factorial System". *Proceedings of NIOS, Nagoya*.
- Kataoka, k., Sumitomo, K., Fudano, T., en Kawase, K., (2004).
Changes in sugar content of Phalaenopsis leaves before floral transition. *Scientia Horticulturae* 102 (2004) 121-132.
- Kromwijk A., (2003).
Voorkomen van voortakken bij Phalaenopsis. Invloed kastemperatuur op voortakken Phalaenopsis (Project 42 – 5207). PPO - rapport GT12050.
- Kromwijk, A. (2008).
Effect dag-/nachttemperatuur tijdens opkweek en effect CO₂ tijdens afkweek van Phalaenopsis. *Nota / Wageningen UR, Glastuinbouw*;540. Wageningen UR Glastuinbouw. Bleiswijk.
- Kromwijk, A., Klap, J., van Os, P., en Wertwijn, R., (2003). *Statistische analyse zomer koelproef Phalaenopsis*.
- Lopez, R. G., Runkle, E.S. (2005).
Environmental Physiology of Growth and Flowering of Orchids. *HortScience* 40(7): 1969-1973.
- Newton, L. A., and Runkle, E. S., (2009).
High-temperature inhibition of flowering of Phalaenopsis and Doritaenopsis Orchids. *Hortscience*. 44(5). 1271-1276.
- Vermeulen, P.C.M., (2010).
Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2010. Kengetallen voor Groenten, Snijbloemen – Potplanten teelten. Rapport GTB-1037.
- Warmenhoven, M.G., Marissen, N., en Kromwijk, J.A.M., (2003).
Invloed van licht en CO₂ bij Phalaenopsis. PPO-rapport GT133017.

Bijlage I Gerealiseerde etmaaltemperatuur en lichtsom tijdens opkweek

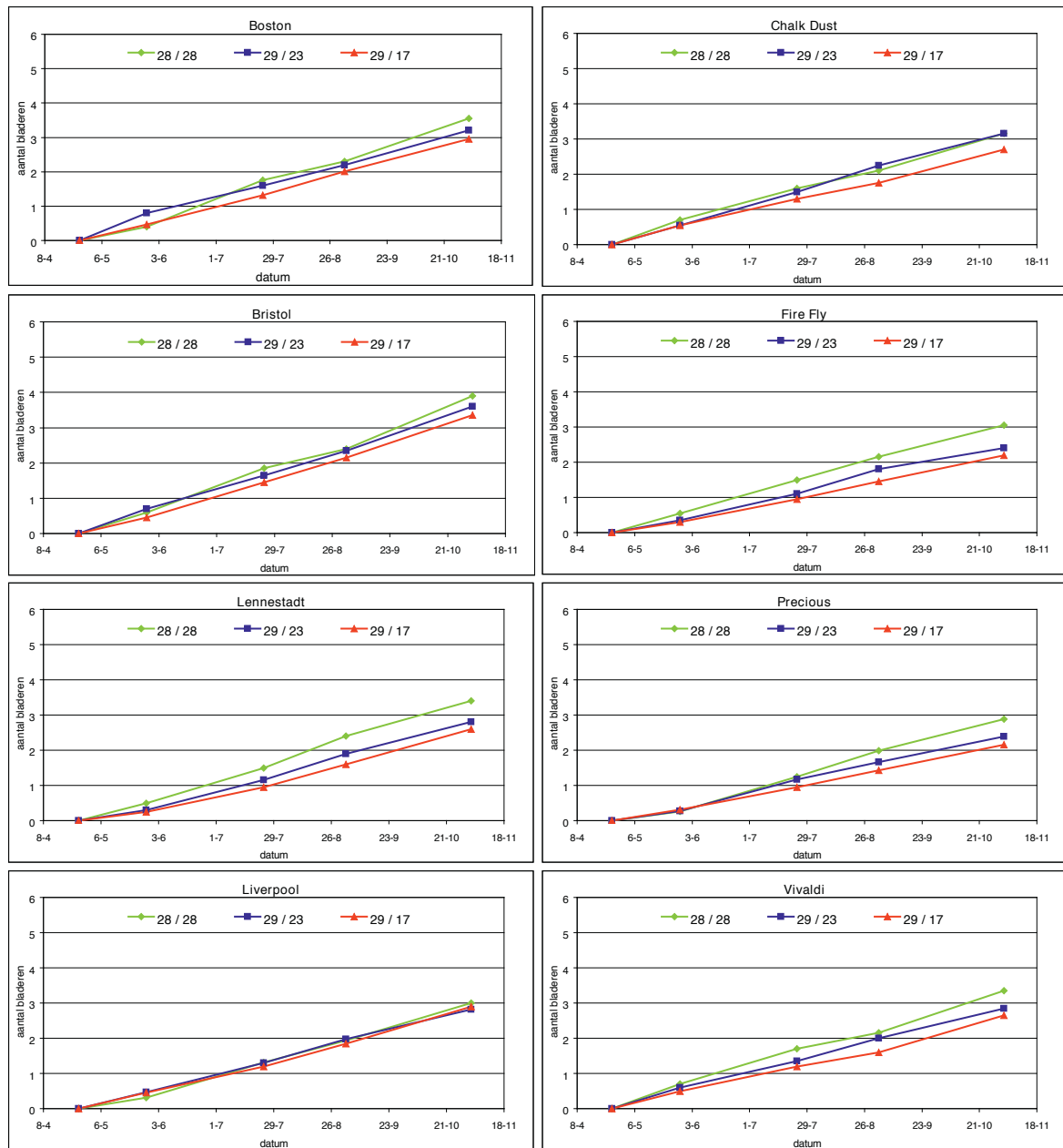


Figuur A. Gerealiseerde etmaalgemiddelden van de kasttemperatuur bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C tijdens de opkweek in 6 proefkassen van 8 april t/m 2 november 2009.

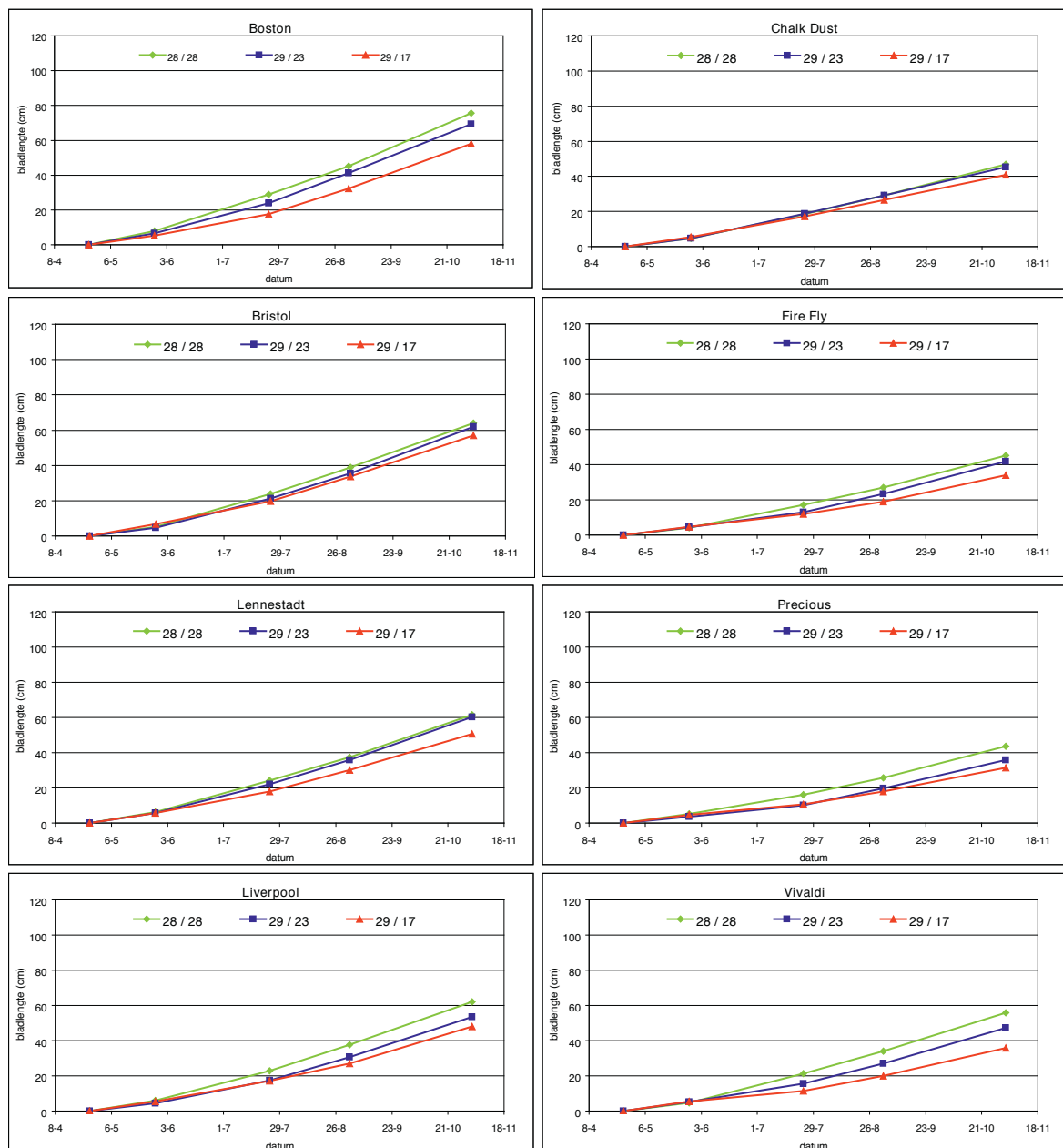


Figuur B. Gerealiseerde lichtsom per etmaal tijdens de opkweek van 8 april t/m 2 november 2009.

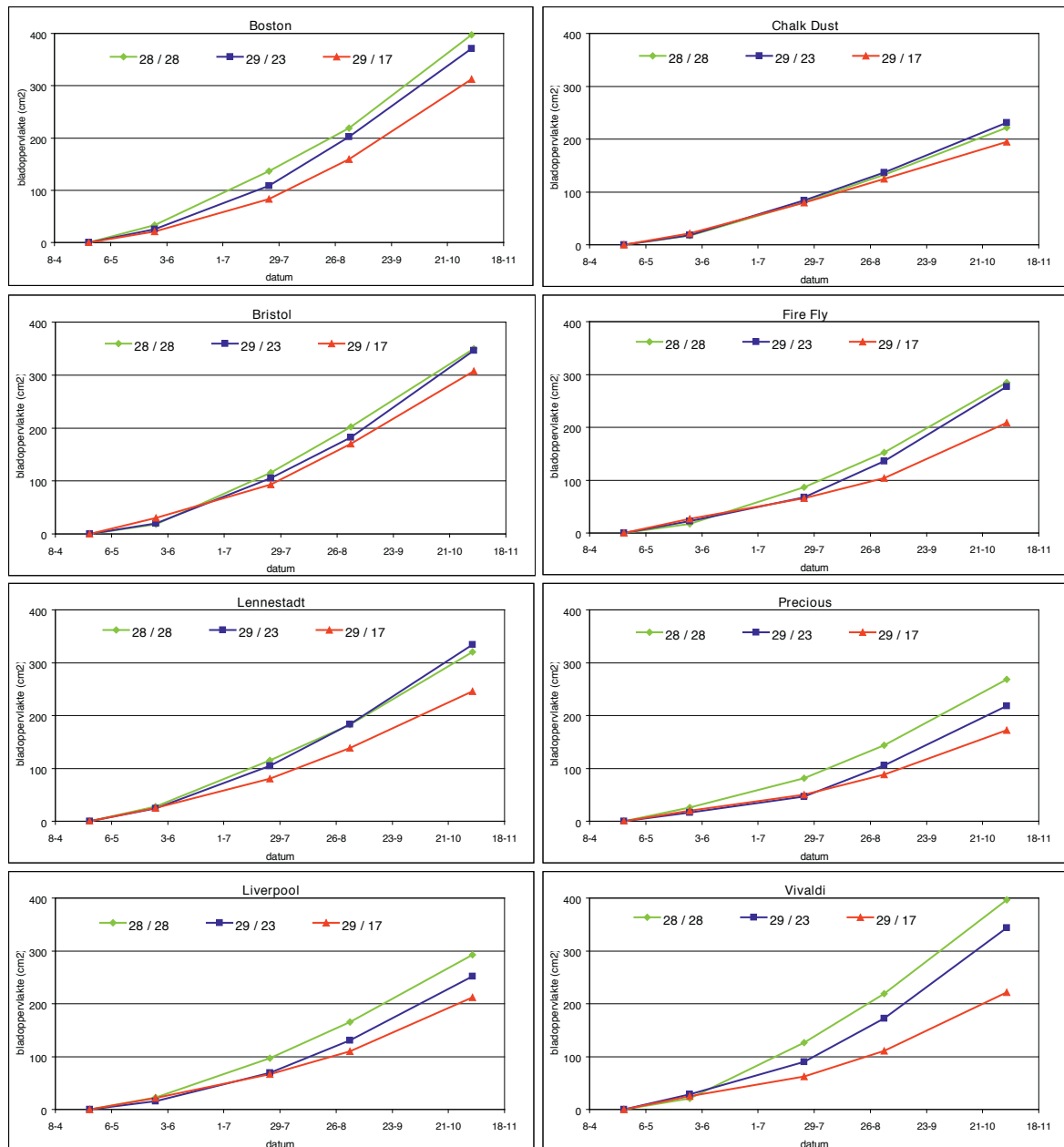
Bijlage II Toename vegetatieve groei per cultivar



Figuur C. Toename aantal bladeren van eerste bladmeting tot en met einde opkweek van acht Phalaenopiscultivars geteeld bij een dag-/nacht-temperatuur van 28/28, 29/23 en 29/17°C.



Figuur D. Toename totale bladlengte per plant (=bladlengtes van alle bladeren bij elkaar opgeteld) van eerste bladmeting tot en met einde opkweek van acht Phalaenopsis-cultivars geteeld bij een dag-/nacht-temperatuur van 28/28, 29/23 en 29/17 °C.



Figuur E. Toename totale berekende bladoppervlakte per plant van eerste bladmeting tot en met einde opkweek van acht *Phalaenopiscultivars* geteeld bij een dag/nacht-temperatuur van 28/28, 29/23 en 29/17 °C.

Bijlage III Waarnemingen na 23 weken opkweek per cultivar

Tabel A. Gemiddeld vers- en drooggewicht van blad en stengel, wortels en bloemtak van acht *Phalaenopsis* cultivars na 23 weken opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28°C, 29/23°C en 29/17°C (n=2*3 planten per behandeling per cultivar zonder voortak).

cultivar	d/n temp. (°C)	Versgewicht			Drooggewicht		
		Blad en stengel	Wortels	Totaal	Blad en stengel	Wortels	Totaalv
Boston	28 / 28	67.7	34.1	101.9	3.48	2.63	6.10
	29 / 23	48.4	26.4	74.8	2.52	1.91	4.44
	29 / 17	43.4	29.4	72.7	2.25	1.91	4.16
Bristol	28 / 28	61.5	35.3	96.9	3.02	2.40	5.42
	29 / 23	73.0	43.3	116.3	3.49	2.89	6.38
	29 / 17	56.3	41.3	97.6	2.72	2.39	5.11
Chalk Dust	28 / 28	54.1	47.4	101.5	3.08	3.10	6.18
	29 / 23	50.3	33.0	83.3	2.86	2.64	5.50
	29 / 17	42.7	29.3	72.0	2.43	2.05	4.48
Fire Fly	28 / 28	50.6	33.1	83.6	2.78	2.64	5.42
	29 / 23	53.5	31.6	85.2	2.77	2.55	5.32
	29 / 17	35.7	25.9	61.5	2.01	2.21	4.22
LenneStadt	28 / 28	56.1	27.5	83.7	2.74	1.97	4.71
	29 / 23	57.5	29.8	87.3	2.77	2.05	4.82
	29 / 17	48.5	25.8	74.4	2.29	1.61	3.89
Liverpool	28 / 28	57.7	32.2	89.8	2.93	2.44	5.37
	29 / 23	61.0	35.6	96.6	2.96	2.74	5.70
	29 / 17	52.4	34.9	87.3	2.53	2.29	4.82
Precious	28 / 28	43.3	30.0	73.3	2.42	2.47	5.00
	29 / 23	45.9	35.3	81.2	2.50	2.64	5.15
	29 / 17	31.5	21.1	52.6	1.80	2.03	3.82
Vivaldi	28 / 28	60.1	35.7	95.8	2.93	2.37	5.30
	29 / 23	53.9	32.0	85.9	2.71	2.47	5.18
	29 / 17	41.9	28.9	70.7	2.19	1.94	4.13

*Tabel B. Totale bladoppervlakte en bladlengte per plant, grootste lengte, breedte en oppervlakte per blad per plant en percentage droge stof van blad en stengel, wortels en bloemtak van acht Phalaenopsis-cultivars na 23 weken opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C (n=2*3 planten per behandeling per cultivar zonder voortak).*

cultivar	d/n temp. (°C)	Totale blad-oppervlak	totale blad-lengte	Grootste blad-lengte	Grootste blad-breedte	Grootste blad-oppervlak	% droge stof blad en stengel	% droge stof wortels
Boston	28 / 28	404	92.5	24.9	7.7	127.1	5.2%	7.8%
	29 / 23	296	75.9	22.1	7.0	104.4	5.1%	7.0%
	29 / 17	270	67.2	19.8	7.0	97.5	5.1%	6.4%
Bristol	28 / 28	332	73.1	19.0	7.8	108.7	4.9%	6.8%
	29 / 23	359	72.2	20.6	8.3	121.8	4.8%	6.6%
	29 / 17	299	66.4	19.0	7.3	105.1	4.8%	5.8%
Chalk Dust	28 / 28	293	73.7	16.4	6.6	80.5	5.7%	7.1%
	29 / 23	270	68.5	16.8	7.0	85.3	5.7%	8.0%
	29 / 17	230	65.0	15.8	6.4	76.4	5.6%	7.0%
Fire Fly	28 / 28	306	57.1	18.7	9.2	122.8	5.5%	8.0%
	29 / 23	297	63.0	19.6	8.5	115.5	5.2%	8.2%
	29 / 17	220	42.8	14.8	8.1	88.7	5.7%	8.4%
Lennestadt	28 / 28	326	77.1	20.3	7.3	106.0	4.9%	7.2%
	29 / 23	325	78.0	22.9	7.5	123.7	4.8%	6.9%
	29 / 17	268	67.8	22.7	6.8	110.4	4.7%	6.3%
Liverpool	28 / 28	304	82.7	22.3	6.5	102.0	5.1%	7.6%
	29 / 23	301	82.6	22.2	6.6	106.6	4.9%	8.2%
	29 / 17	244	69.5	19.8	6.0	85.7	4.8%	6.6%
Precious	28 / 28	267	56.3	15.8	8.3	97.1	5.6%	7.7%
	29 / 23	258	48.8	16.7	8.8	110.3	5.4%	7.5%
	29 / 17	196	41.4	14.9	7.3	73.6	5.7%	9.6%
Vivaldi	28 / 28	347	63.3	18.1	9.6	125.9	4.9%	6.7%
	29 / 23	318	58.8	17.6	9.5	123.0	5.0%	7.8%
	29 / 17	252	52.2	17.4	8.8	105.6	5.4%	6.7%

Bijlage IV Vers- en drooggewicht einde opkweek per cultivar

Tabel C. Vers- en drooggewicht per plant van blad en stengel, wortels en totaal na 29 weken opkweek van acht Phalaenopsis-cultivars bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C. (n=2*3 planten met voortak en 2*3 planten zonder voortak per cultivar per behandeling. In de tabel staat het gewogen gemiddelde op basis van het percentage voortakken).

cultivar	d/n temp. (°C)	Versgewicht (gram)			Drooggewicht (gram)		
		blad en stengel	wortels	Totaal	blad en stengel	wortels	Totaal
Boston	28 / 28	80,0 a*	40,7 a	120,6 a	4,1 a	3,3 a	7,4 a
	29 / 23	72,8 a	31,3 a	104,2 a	3,6 a	2,5 a	6,1 a
	29 / 17	65,1 a	33,6 a	98,7 a	3,1 a	2,3 a	5,4 a
Bristol	28 / 28	88,5 ab	46,7 a	135,2 a	4,2 a	3,4 a	7,7 a
	29 / 23	100,7 b	57,3 a	158,1 a	4,7 a	4,0 a	8,7 a
	29 / 17	75,6 a	47,9 a	123,5 a	3,8 a	3,0 a	6,8 a
Chalk Dust	28 / 28	58,1 a	38,5 ab	96,5 ab	3,3 ab	3,4 ab	6,7 ab
	29 / 23	70,2 a	54,4 b	124,6 b	4,0 b	4,8 b	8,8 b
	29 / 17	48,0 a	32,0 a	80,0 a	2,6 a	2,7 a	5,2 a
Fire Fly	28 / 28	74,7 b	43,6 a	118,3 a	4,0 a	3,5 a	7,5 a
	29 / 23	54,6 ab	29,6 a	84,2 a	3,0 a	2,5 a	5,4 a
	29 / 17	51,3 a	30,6 a	82,0 a	2,8 a	2,5 a	5,3 a
Lennestadt	28 / 28	63,5 a	31,3 a	94,8 a	3,1 a	2,4 a	5,5 a
	29 / 23	68,3 a	27,5 a	95,8 a	3,2 a	1,8 a	5,1 a
	29 / 17	50,5 a	26,2 a	76,8 a	2,4 a	1,6 a	4,0 a
Liverpool	28 / 28	79,6 a	39,3 a	118,9 a	3,8 a	3,1 a	6,9 a
	29 / 23	72,3 a	34,4 a	106,7 a	3,4 a	2,7 a	6,2 a
	29 / 17	65,7 a	50,6 a	116,3 a	3,2 a	3,5 a	6,8 a
Precious	28 / 28	70,3 a	46,7 a	116,9 a	3,7 a	3,7 a	7,3 a
	29 / 23	57,3 a	34,9 a	92,2 a	3,0 a	2,7 a	5,8 a
	29 / 17	55,2 a	38,3 a	93,4 a	3,2 a	3,5 a	6,7 a
Vivaldi	28 / 28	102,6 b	60,2 b	162,8 b	4,9 b	4,1 a	9,0 a
	29 / 23	72,1 a	39,5 a	111,6 a	3,5 a	2,8 a	6,3 a
	29 / 17	65,9 a	45,3 ab	111,2 a	3,4 a	3,3 a	6,6 a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Betrouwbare verschillen zijn per cultivar apart weergegeven.

Tabel D. Aantal volwaardige bladeren, totaal aantal bladeren, percentage droge stof van blad en stengel, wortels en totale bladoppervlakte per plant na 29 weken opkweek van acht Phalaenopsis-cultivars bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C. (n=2*3 planten met voortak en 2*3 planten zonder voortak per cultivar per behandeling. In de tabel het gewogen gemiddelde op basis van het percentage voortakken).

cultivar	d/n temp. (°C)	Aantal bladeren		% droge stof		Bladoppervlakte/plant (cm ²)
		Volwaardig	Totaal	Blad en stengel	wortels	
Boston	28 / 28	5,2 a*	6,5 b	5,1 a	8,1 b	471 b
	29 / 23	4,8 a	5,3 ab	5,0 a	8,1 ab	410 ab
	29 / 17	4,8 a	4,8 a	4,8 a	6,9 a	368 a
Bristol	28 / 28	5,8 b	7,0 a	4,8 a	7,3 a	445 b
	29 / 23	5,5 ab	6,8 a	4,7 a	7,1 a	484 b
	29 / 17	4,7 a	6,0 a	5,0 a	6,3 a	339 a
Chalk Dust	28 / 28	6,6 a	7,9 a	5,7 a	8,7 a	317 ab
	29 / 23	6,7 a	8,3 a	5,7 a	8,9 a	371 b
	29 / 17	5,8 a	7,2 a	5,4 a	8,3 a	259 a
Fire Fly	28 / 28	5,2 b	5,5 ab	5,4 a	8,0	441 b
	29 / 23	4,4 ab	5,8 b	5,4 a	8,4	345 ab
	29 / 17	4,0 a	4,2 a	5,4 a	8,3	295 a
Lennestadt	28 / 28	4,5 a	5,7 a	4,9 a	7,5	343 a
	29 / 23	4,8 a	5,5 a	4,7 a	6,7	360 a
	29 / 17	4,7 a	5,0 a	4,7 a	6,2	278 a
Liverpool	28 / 28	6,2 a	6,7 a	4,8 a	7,9	406 b
	29 / 23	5,5 a	6,5 a	4,8 a	8,2	336 ab
	29 / 17	5,8 a	6,7 a	4,9 a	7,0	287 a
Precious	28 / 28	5,1 a	6,1 a	5,2 a	7,9	370 a
	29 / 23	4,2 a	5,7 a	5,3 a	7,8	310 a
	29 / 17	4,7 a	5,6 a	5,7 a	8,9	294 a
Vivaldi	28 / 28	6,0 b	7,0 a	4,8 a	6,7	557 b
	29 / 23	5,3 b	6,6 a	4,8 a	7,2	408 a
	29 / 17	4,4 a	6,2 a	5,1 a	7,2	361 a

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Betrouwbare verschillen zijn per cultivar apart weergegeven.

Bijlage V Plantkenmerken veilingrijpe planten per cultivar

Tabel E. Vers- en drooggewicht van blad/stengel, wortels en bloemtakken in het veilingrijpe stadium van acht Phalaenopsis-cultivars opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C en daarna onder gelijke omstandigheden gekoeld en afgekweekt. Van alle cultivars zijn, voor zover aanwezig, 2*3 planten per behandeling per cultivar met voortak en 2*3 planten zonder voortak gemeten. In de tabel het gewogen gemiddelde op basis van het percentage voortakken.

cultivar	d/n temp. (°C)	Versgewicht (gram)				Drooggewicht (gram)			
		blad en stengel	wortels	bloem-takken	Totaal	blad en stengel	wortels	bloem-takken	Totaal
Boston	28 / 28	116,0	55,1	75,7	246,8	6,9	4,9	6,1	17,9
	29 / 23	121,7	57,2	90,7	269,6	7,3	5,7	7,6	20,6
	29 / 17	100,2	54,8	79,7	234,7	6,4	5,0	6,5	17,8
Bristol	28 / 28	130,8	85,8	72,5	289,0	7,4	7,3	6,6	21,3
	29 / 23	140,4	81,1	62,8	284,3	8,0	6,3	5,8	20,1
	29 / 17	115,7	81,6	67,7	265,0	6,9	6,3	6,2	19,4
Chalk Dust	28 / 28	80,5	95,6	56,0	232,1	4,7	8,0	4,9	17,6
	29 / 23	96,1	110,0	72,4	278,6	5,8	9,4	6,1	21,3
	29 / 17	82,6	79,3	69,8	231,7	5,3	6,9	5,9	18,1
Fire Fly	28 / 28	75,9	52,3	46,0	174,2	5,0	4,6	3,9	13,5
	29 / 23	95,5	73,9	72,2	241,6	6,2	6,4	6,1	18,8
	29 / 17	70,5	52,5	52,4	175,4	4,6	4,6	4,2	13,5
Lennestadt	28 / 28	123,3	73,1	68,9	265,3	7,3	5,8	6,4	19,6
	29 / 23	110,1	57,1	49,8	217,1	6,1	3,9	4,5	14,5
	29 / 17	90,2	56,2	50,2	196,7	5,4	3,5	4,5	13,4
Liverpool	28 / 28	130,7	91,8	70,1	292,6	7,8	7,0	6,7	21,5
	29 / 23	102,2	65,1	49,1	216,4	5,9	5,1	4,9	15,9
	29 / 17	108,3	82,2	71,2	261,7	6,5	5,9	6,3	18,7
Precious	28 / 28	103,5	54,7	61,4	219,6	6,8	6,1	5,5	18,4
	29 / 23	84,2	46,9	56,9	188,0	5,5	5,1	4,9	15,5
	29 / 17	65,0	38,0	52,7	155,6	4,2	4,2	4,4	12,9
Vivaldi	28 / 28	126,9	78,5	58,2	263,7	7,4	6,1	5,4	19,0
	29 / 23	113,9	80,3	57,3	251,4	6,7	6,4	5,0	18,1
	29 / 17	96,4	79,6	50,4	226,4	5,7	5,7	4,4	15,8

Tabel F. Planthoogte, aantal volwaardige vertakkingen, aantal te jonge vertakkingen (mogen niet meegeteld worden als vertakt in veilingvoorschriften), aantal bloemknoppen (groter dan 5 mm), bladoppervlakte per plant en percentage droge stof van blad/stengel, wortels en bloemtakken van acht Phalaenopsiscultivars opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 °C, 29/23 °C en 29/17 °C en daarna onder gelijke omstandigheden gekoeld en afgekweekt. Van alle cultivars zijn 2*3 planten per cultivar per behandeling met voortak en 2*3 planten zonder voortak gemeten. In de tabel het gewogen gemiddelde op basis van het percentage voortakken.

cultivar	d/n tempe- ratuur (°C)	Plant- hoogte (cm)	Aantal volwaar- dige vertak- kingen	Aantal te jonge vertak- kingen	Aantal bloem- knoppen per plant	Bladop- pervlak- te per plant (cm ²)	Percentage droge stof		
							Blad en stengel	wortels	Bloem- takken
Boston	28 / 28	78,7	3,5	1,0	33,0	602,9	6,0	8,9	8,1
	29 / 23	80,2	5,0	0,3	37,8	643,3	6,0	10,0	8,3
	29 / 17	80,5	3,7	0,5	32,0	512,0	6,4	9,1	8,1
Bristol	28 / 28	70,5	1,8	0,2	29,0	571,4	5,7	8,5	9,1
	29 / 23	68,3	1,7	0,0	24,8	613,6	5,7	7,7	9,3
	29 / 17	70,2	1,5	0,0	26,3	515,1	6,0	7,8	9,2
Chalk Dust	28 / 28	74,8	1,2	1,2	23,8	393,2	5,8	8,3	8,8
	29 / 23	70,8	1,3	1,2	33,5	469,8	6,0	8,5	8,5
	29 / 17	73,3	2,0	0,2	32,0	420,3	6,4	8,7	8,4
Fire Fly	28 / 28	56,5	0,0	0,0	12,5	419,1	6,5	8,9	8,4
	29 / 23	66,3	0,3	0,7	19,7	508,0	6,5	8,7	8,5
	29 / 17	56,8	0,0	0,3	14,5	382,7	6,6	8,9	8,0
Lennestadt	28 / 28	86,5	1,2	0,3	25,4	590,8	5,9	7,9	9,4
	29 / 23	75,7	0,8	0,0	19,5	535,0	5,5	6,7	9,1
	29 / 17	78,4	0,8	0,0	20,9	435,4	6,0	6,3	9,0
Liverpool	28 / 28	81,2	2,8	0,5	29,2	566,8	6,0	7,6	9,5
	29 / 23	75,2	2,0	0,3	22,3	409,5	5,8	7,9	10,0
	29 / 17	79,7	2,3	0,5	25,7	426,7	6,0	7,2	8,8
Precious	28 / 28	67,2	0,2	0,6	17,0	512,6	6,6	11,2	8,9
	29 / 23	62,3	0,3	0,5	14,7	425,0	6,6	10,9	8,6
	29 / 17	59,4	0,5	1,0	13,3	335,2	6,5	11,2	8,3
Vivaldi	28 / 28	68,9	0,2	1,1	18,8	614,9	5,8	7,8	9,3
	29 / 23	69,8	1,3	0,5	19,8	554,7	5,9	8,0	8,6
	29 / 17	65,0	0,7	0,2	17,2	476,5	5,9	7,1	8,7

