



Energiezuiniger watergeefmethode Phalaenopsis

Onderzoek in het kader van Kas als Energiebron

Arca Kromwijk¹, Rob Baas², Frank Kempkes¹ en Filip van Noort¹

¹ Wageningen UR Glastuinbouw, ² Fytofocus



Referaat

In opdracht van het onderzoeksprogramma Kas als Energiebron is onderzoek uitgevoerd naar mogelijkheden om het energieverbruik voor het droogstoken van Phalaenopsis te verminderen door de planten na het bovendoor watergeven droog te blazen of door de planten te dompelen zodat de planten helemaal niet meer nat worden. Om druppels van de bladeren te blazen is een sterke luchtstroom nodig. Bij de bovenste bladeren gaf het blazen goede resultaten, maar bij de onderste bladeren werden druppels of plasjes water onvoldoende weggeblazen. Bovendien was de benodigde blaaskracht zo hoog, dat bij jonge planten stukjes bark uit de pot werden geblazen. Na het droogblazen waren de planten wel sneller droog dan zonder droogblazen. Het dompelen gaf goede resultaten. De bark ging niet drijven en de potten kunnen 8 cm diep (2.7 cm onder potrand) gedompeld worden. Een dompeltijd van 15 seconden was al voldoende en de wateropname was gelijk dan bij bovendoor watergeven. Hoewel er na 21 weken dompelen wel wat meer zoutophoping was bovenin de pot, was de blad- en wortelgroei gelijk of zelfs hoger dan bij bovendoor watergeven.

Abstract

Wageningen UR Greenhouse Horticulture investigated the possibilities of two new low-energy watering methods in the cultivation of Phalaenopsis: watering from the top followed by forced air drying of the crop and dipping of the plants so that the crop does not get wet at all. The research showed that forced air drying of the crop requires a strong wind force to remove the droplets from the leaves, whereas the underlying leaves are insufficiently dried. Another problem is that the required wind force is so strong that small pieces of bark are blown out of the pot of young plants that have just been potted. Dipping gives good results. The bark does not float and the pots can be dipped into the water to a depth of 8 cm. A dipping time of 15 seconds is already effective. Dipping results in a more even water uptake than watering from the top. After 21 weeks off dipping no negative effects on growth have been found, although more salt accumulation was measured in the top of the pot.

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

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

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
1.1	Technische doelstellingen	8
2	Dompelen	9
2.1	Proef 1: Oriëntatie	9
2.1.1	Materiaal en methode proef 1	9
2.1.2	Resultaten en discussie proef 1	9
2.2	Proef 2: Invloed watergeefmethode, plantleeftijd en dompelduur (1)	10
2.2.1	Materiaal en methode proef 2	10
2.2.2	Resultaten en discussie proef 2	10
2.3	Proef 3: Invloed watergeefmethode en plantleeftijd (1)	11
2.3.1	Materiaal en methode proef 3	11
2.3.2	Resultaten en discussie proef 3	11
2.4	Proef 4: Invloed dompeltijd en -diepte (1)	12
2.4.1	Materiaal en methode proef 4	12
2.4.2	Resultaten en discussie proef 4	12
2.5	Invloed watergeefmethode en plantleeftijd (2)	13
2.5.1	Materiaal en methode dompelen en bovendoor	13
2.5.1.1	EC-meting	15
2.5.2	Resultaten en discussie dompelen en bovendoor	15
2.6	Invloed dompeltijd en dompeldiepte (2)	20
2.6.1	Materiaal en methode dompeltijd en dompeldiepte	20
2.6.2	Resultaten en discussie dompeltijd en dompeldiepte	21
3	Droogblazen	23
3.1	Methoden van droogblazen	23
3.1.1	Snelheid van drogen na het droogblazen	28
4	Discussie en Conclusies	31
5	Literatuur	35
Bijlage I	Klimaatomstandigheden	37
Bijlage II	Gegevens per watergift bovendoor en dompelen	39
Bijlage III	Gegevens per watergift per dompeldiepte en dompeltijd	41
Bijlage IV	Berekening watervolume bij dompelsysteem Phalaenopsis	43

Samenvatting

In het project 'Energiezuinig teeltconcept Phalaenopsis' zijn componenten van het energieverbruik in de teelt van Phalaenopsis in kaart gebracht. Hieruit kwam o.a. naar voren dat wanneer het gewas niet nat zou worden tijdens het watergeven, 5% energie bespaard kan worden op het gasverbruik in de opkweek en 10% in de koeling/afkweek. Als de verdamping uit de pot verminderd kan worden, kan daarmee 14-18% energie bespaard worden in de opkweek en 2-8% in de koeling/afkweek. Dit was de aanleiding voor een onderzoek naar de ontwikkeling van een meer energiezuinigere watergeefmethode voor de teelt van Phalaenopsis. In dit onderzoek zijn de mogelijkheden en beperkingen onderzocht om het gewas droog te blazen na het bovendoor watergeven (zoals in een autowasstraat) en het dompelen van planten waardoor het gewas helemaal niet meer nat wordt. Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Productschap Tuinbouw en het ministerie van EL&I in het kader van het onderzoeksprogramma Kas als Energiebron.

Droogblazen

Bij het droogblazen blijkt het belangrijk te zijn de druppels op de bladeren goed te raken met de luchtstroom. Bij voldoende kracht lukt het bij het bovenste blad wel goed om de druppels van het blad af te blazen, maar de druppels of plasjes water op de bladeren daaronder worden onvoldoende of niet weggeblazen doordat de luchtstroom daar niet voldoende grip op krijgt. Dit wordt versterkt door de bladstand van Phalaenopsis, waarbij de bladeren vrij recht boven elkaar staan. Ook bij planten in kokers is het lastig om de onderste bladeren voldoende droog te blazen. Daar worden de bladeren soms nog meer tegen elkaar gedrukt, waardoor de druppels op de onderste bladeren nog moeilijker te bereiken zijn. Omdat bij de jonge planten het blad meer meebuigt, werden de bladeren daar minder goed droog geblazen dan bij oudere planten. Bovendien moet zo hard geblazen worden, dat bij jonge net opgepote planten ook stukjes bark uit de pot worden geblazen. Het effect van het droogblazen is onvoldoende om alle bladeren droog te blazen, maar de planten zijn na een watergift wel sneller droog dan zonder droogblazen. De combinatie van uitvloeier en droogblazen bleek niet te werken. Bij het gebruik van uitvloeier in het water, ontstaan geen druppels, maar een dun laagje water op het blad na het watergeven. De luchtstroom van het droogblazen heeft daar geen grip op en daardoor wordt er weinig tot geen water weg geblazen. Bij bovendoor watergeven zonder droogblazen, droogden de planten bij het gebruik van uitvloeier wel sneller op dan zonder uitvloeier. Dit kan daardoor ook een methode zijn om het energieverbruik van het droogstoken na een watergift te verminderen.

Dompelen

Het idee voor dompelen is ontstaan naar aanleiding van het dompel-systeem bij Anthuriumkwekerij Evanty. De planten hangen in een open tafelbodem, zodat er een goede luchtcirculatie mogelijk blijft rondom de planten. De tafels circuleren in een kap en worden vooraan in de kap van onderaf gedompeld. In de proeven met handmatig dompelen van Phalaenopsis gaf het dompelen goede resultaten. De bark ging niet drijven en de 12 cm potten kunnen tot 8 cm diep in het water gedompeld worden (tot 2.7 cm onder de potrand). Bij het dompelen is er een gelijkere wateropname dan bij bovendoor watergeven. De uniformiteit in watergift die daardoor ontstaat zou een voordeel kunnen geven in de teelt. Bij de jonge planten werd bij het dompelen meer water opgenomen dan bij het bovendoor watergeven en daardoor bleven de potten langer nat. Bij de oudere planten nam dat verschil af en was bij het watergeven naar behoefte de watergeeffrequentie gelijk. Er was weinig verschil in wateropname bij dompeltijden van 15, 30, 45 en 60 seconden. Bij een dompeldiepte van 8, 7, 6 en 5 cm nam de wateropname af, naarmate minder diep gedompeld werd.

Na 21 weken dompelen zonder tussentijds doorspoelen zijn er positieve effecten op de groei gevonden. Het aantal bladeren, som van de bladlengtes, bladoppervlakte en vers- en drooggewicht van de plant en wortels in de pot was na 21 weken dompelen gelijk tot hoger dan bij bovendoor watergeven. Vooral bij de jonge planten was dit ook aan het gewas te zien. De gedompelde planten waren groter dan de planten die bovendoor water kregen. Bij de jonge planten was er bij het dompelen gemiddeld wat minder overworteling dan bij het bovendoor watergeven. Bij de planten waarbij in het halfwas of bloeibare stadium gestart is met dompelen was er gemiddeld meer overworteling dan bij het bovendoor watergeven.

Bij EC-metingen na verzadiging met regenwater was de EC in de onderste helft van de gedompelde potten gemiddeld over de 3 plantleeftijden 13% hoger en in de gehele pot van de gedompelde potten gemiddeld 26% hoger dan bij bovendoor watergeven met gelijke EC. Bij analyse van het barksubstraat van de jonge planten via de substraatvochtmethode was er weinig verschil in EC in de bark uit de onderste helft van de pot na 21 weken bovendoor watergeven en 21 weken dompelen. Bij beide methoden was er vooral een grote zoutophoping bovenin de pot. Bij toepassing van het dompelen in de praktijk zou het dompelen daarom afgewisseld kunnen worden met bv. 1 maal in de 2 maanden bovendoor watergeven om de potten door te spoelen.

Gezien bovenstaande conclusies lijkt het dompelen meer perspectief te bieden dan droogblazen na het bovendoor watergeven als perspectiefvolle manier om te komen tot een energiezuiniger teeltmethode. Met dompelen worden planten helemaal niet meer nat waardoor er niet gelucht hoeft te worden na een watergift om het vocht snel af te voeren en de planten binnen een etmaal droog te krijgen. Daarentegen blijkt de potverdamping echter niet geringer te zijn bij dompelen. Het water trekt bij dompelen grotendeels op naar de bovenzijde van de pot en omdat er meer vocht wordt opgenomen dan bij bovendoor watergeven is de substraatverdamping zeker niet minder. De zoutophoping was daardoor iets, maar niet verontrustend veel hoger dan bij bovendoor watergeven.

Een nadeel van dompelen is de ingrijpend benodigde aanpassingen aan het teeltsysteem. Dit zal een volledig aanpassing van de huidige teeltwijze vergen met transport van -aangepaste - roltafels naar een dompelunit. Afgezien van de mogelijk technische kinderziekten hiervan is er de onbekendheid van risico's op verspreiding van wortelziekten via het dompelwater. Als het gebruikte water na iedere dompelbeurt ontsmet zou moeten worden neemt het rendement van de energiebesparing uiteraard af door de toenemende ontsmettingskosten.

Anderzijds zou echter het risico op *Pseudomonas* kunnen afnemen omdat deze niet meer door spatwater van het bovendoor watergeven verspreid kan worden. Op basis van deze onzekerheden is er momenteel onvoldoende draagvlak in de praktijk gebleken om een vervolg van dit project te financieren.

1 Inleiding

In het project Energiezuinig teeltconcept Phalaenopsis (Dueck *et al.* 2011) zijn componenten van energieverbruik in de verschillende teeltfasen van de Phalaenopsisteelt in kaart gebracht. Hieruit kwamen t.a.v. het gasverbruik de volgende reductiemogelijkheden naar voren:

1. Zorgen dat het gewas niet nat wordt tijdens het watergeven.
 - Dit geeft 5% besparing op het gasverbruik in de opkweekfase en 10% in de koeling/afkweekfase.
2. Vermindering van de verdamping uit de pot.
 - Dit geeft een besparing van 14-18% in de opkweek en 2-8% in de koeling/afkweekfase.
3. Vermindering van het gebruik van de minimumbuis.
 - In de koeling/afkweek kan dit een energiebesparing van 40% geven indien de minimumbuis helemaal niet meer wordt ingezet, voor de warme afdeling is dit 9%.
4. Verhoging van de toegestane relatieve luchtvochtigheid.
 - In de opkweek afdeling zorgt een verhoging van de toegestane luchtvochtigheid van 65% naar 75% voor een energiebesparing van 12%.
5. Combinaties van bovenstaande maatregelen (gewas niet nat na gift, minder verdamping uit pot, geen/minder minimumbuis) geven nog hoger berekende energiebesparingen:
 - tot 29% in de opkweek en meer dan 50% in de koeling/afkweek.

Op 11 januari 2011 zijn bovenstaande resultaten besproken met een groep Phalaenopsistelers en adviseurs. Uit deze bijeenkomst kon o.a. geconcludeerd worden:

- RV van 75% is algemeen geaccepteerd als mogelijkheid om groei te verbeteren en energie te besparen (overigens beter te spreken van vochtdeficiet; bij 28 °C is deze ruim 7 g/m³).
- Onderzoek naar alternatieve watergift is interessant (maar moet op “korte” termijn voor praktijk wel toepasbaar/rendabel zijn i.v.m. investeringskosten).
- Wat betreft toepassing van een dompelsysteem in de Phalaenopsisteelt zijn vooral wat betreft de alternatieve watergift nog veel onzekerheden: gaat de bark niet drijven en hoe kan het drijven van bark in de startfase van de opkweek voorkomen worden? Hoe moeten planten vastgehouden worden? Wat is optimale opvoerhoogte/-tijd? Moet alternatief substraat gebruikt worden? Is gebruik van een potkraag een optie?
- Een alternatief van dompelen wat dichter aansluit bij de huidige praktijksituatie is een systeem met roulerende tafels met watergift bovendoor op één centrale locatie (systeem opkweek Floricultura) in combinatie met droogblazen na het watergeven. Hierbij kan nog aanvullend gedacht worden aan het gebruik van uitvloeier en waterafstotende bovenlaag om potverdamping tegen te gaan. Zo'n ‘giet- en droogstraat’ (tafels komen naar centraal punt of hoofdpad voor watergift, krijgen daar water en worden daarna bv. droog geblazen) als alternatieve watergift zou beter bekeken moeten worden.
- Verminderen van substraatverdamping door bv. afdekken is als minder interessant/risicovol gezien. Het heeft alleen waarde indien op andere manier dan nu standaard, wordt water gegeven.
- Onderzoek naar vermindering gebruik minimumbuis(verhoging) is interessant.
- Aanzuigen buitenlucht + luchtbeweging als alternatief voor gebruik minimumbuisverhoging voor droogstoken en luchtbeweging is interessant.
- Er zijn twijfels omtrent uitkomsten geringe energiebesparing als grond niet nat wordt na watergift. Hierbij kunnen afhankelijk van de ondergrond wel grote verschillen op bedrijfsniveau voorkomen.
- Beginnen met opkweek in het een vervolgproject is gewenst omdat 1) halfwas planten niet uniform aan te leveren zijn, 2) halfwas planten andere voorgeschiedenis hebben (watergift via bovendoor => risico als geswitcht wordt naar onderdoor), 3) beoordeling groei veel lastiger is. Daarom heeft men voorkeur om te starten met opkweek.

N.a.v. deze bespreking is een onderzoek opgestart om de mogelijkheden/beperkingen te onderzoeken van dompelen of centraal beregenen en droogblazen van tafels in een 'giet- en droogstraat', vergelijkbaar met een wasstraat voor de auto. Dit rapport geeft een beschrijving van de uitgevoerde proeven en resultaten van dit onderzoek. De klimaatomstandigheden bij deze proeven zijn ingesteld in overeenstemming met de omstandigheden in de praktijk (zie Bijlage I).

1.1 Technische doelstellingen

Bij de start van het project zijn de volgende technische doelstellingen vastgesteld:

- Testen van watergeven d.m.v. dompelen of bovendoor watergeven en droogblazen in een 'giet- en droogstraat' als alternatief voor het gangbare bovenover watergeven zoals nu in de praktijk gebeurt. Vaststellen van mogelijkheden en beperkingen en zoeken naar oplossingen voor beperkingen.
- Het meten van het energieverbruik en de energiebesparing was geen onderdeel van dit onderzoek.

2 Dompelen

2.1 Proef 1: Oriëntatie

2.1.1 Materiaal en methode proef 1

Op 12 juli is gestart met een eerste dompelproef met 1 tray van 12 jonge, net opgepotte planten uit de praktijk. De planten stonden in 12 cm pot met een holte midden onder de pot van 1,8 cm hoog. Pothoogte was 10,7 cm. De 12 planten zijn individueel gewogen vóór de watergift. Deze watergift was 4 dagen na de 1^e aangietbeurt na het oppotten. De planten stonden in een tray met 12 ringen, waarin de potten bleven hangen bij het dompelen. Om na te gaan of en wanneer de bark zou gaan drijven zijn de planten in een tray in een lege bak geplaatst en is in ongeveer 8 minuten tijd de bak langzaam gevuld met voedingsoplossing. Dit als simulatie dat de planten heel langzaam in 8 minuten tijd in een bak met water worden gedompeld tot een uiteindelijke dompeldiepte van 8,5 cm. Daarna bleven de potten gedurende 5 minuten 8,5 cm diep in het water (=2,2 cm onder de bovenrand van de pot) laten staan en zijn daarna terug gezet op een tafel met gaasbodem. Na 15 minuten uit lekken zijn de planten opnieuw gewogen om de opgenomen hoeveelheid water te bepalen.

2.1.2 Resultaten en discussie proef 1

De bark ging niet drijven en bleef netjes in de pot. Net vóór het bereiken van de waterhoogte van 8,5 cm begonnen 2 potten wat los te komen van de bodem van de bak (=begin van drijven). Dus bij opvoerhoogte net onder 8,5 cm gingen potten en bark nog niet drijven. De planten hadden gemiddeld 56 gram water opgenomen (zie Tabel 1.). De bark was gemiddeld tot een hoogte van 9.6 cm vochtig geworden, dit is 1,1 cm onder de potrand. Van bovenaf gezien was het bovenste laagje bark nog droog (lichter van kleur) met hier en daar wat kleine donkere plekjes waarbij wel vochtige bark boven op de pot zichtbaar was. Bij deze watergift was er nog condens tegen binnenkant van potten zichtbaar, dus in de praktijk zou er nog geen water gegeven zijn.

Omdat bij een opvoerhoogte net onder 8,5 cm de potten nog niet gingen drijven, is bij vervolproeven tot maximaal 8 á 8,5 cm diep gedompeld. Zoals toegepast in deze eerste oriënterende proef zou de dompelbehandeling in totaal 13 minuten duren (8 minuten langzaam zakken en 5 minuten in water houden). Dit is lang voor toepassing in de praktijk. Daarom zijn in volgende proeven kortere dompeltijden onderzocht. Verder was er nog condens te zien tegen de binnenkant van de pot vóór het dompelen. De potten waren waarschijnlijk nog niet zo droog als normaal in de praktijk wanneer water wordt gegeven. De vraag is of bij drogere potten ook voldoende water wordt opgenomen en ook zo diep gedompeld kan worden voordat de potten gaan drijven. Daarom zijn de volgende proeven zoveel mogelijk uitgevoerd op moment dat in de praktijk de watergift plaats zou vinden. Tegelijkertijd zijn ook planten bovendoor water gegeven om de wateropname van het dompelen te kunnen vergelijken met de huidige manier van watergeven in de praktijk.

Tabel 1. Gemiddelde wateropname, hoogte tot waar substraat vochtig geworden is en uniformiteit van de wateropname 15 minuten na het dompelen door de potten 8 minuten langzaam te laten zakken en 5 minuten in water te houden op 12 juli 2011 (n=12 planten).

Behandeling	Gewicht plant+pot vóór watergift (gram)	Hoogste punt tot waar substraat zichtbaar vochtig is (cm)	Gewicht plant+pot ná watergeven (gram)	Verschil in gewicht vóór en ná watergeven (gram)	Variatie-coëfficiënt* (-)
dompelen	257	9.6	313	56	14.3

* variatiecoëfficiënt is berekende spreiding gedeeld door gemiddelde. Hoe kleiner dit getal, hoe uniformer de wateropname.

2.2 Proef 2: Invloed watergeefmethode, plantleeftijd en dompelduur (1)

2.2.1 Materiaal en methode proef 2

Proef met drie plantleeftijden: net opgepote planten, planten halverwege opkweek en koelbare planten. De planten waren afkomstig uit de praktijk en de halfwas en koelbare planten waren daar opgekweekt met bovendoor watergeven. De planten zijn 8 juli naar WUR Glastuinbouw gebracht en op donderdag 14 juli vond de 1e watergift na levering van de planten plaats zoals hier beschreven. De potten waren nog niet geheel opgedroogd, er was nog wat condens aan de binnenkant van de pot zichtbaar. In de praktijk zou men mogelijk pas een dag laten water gegeven hebben. Van alle 3 plantleeftijden zijn 24 planten gedompeld en 24 planten bovendoor water gegeven (zoals gangbaar in de praktijk met 10 liter water per m²). Alle planten zijn individueel gewogen vóór het watergeven en ná 15 minuten uitlekken na het watergeven of dompelen. Uit het verschil in gewicht is de wateropname berekend. Bij het bovendoor watergeven is de berekende wateropname inclusief het gewicht aan water wat nog óp de planten lag na het watergeven. De werkelijke wateropname door het substraat zal dus wat lager zijn dan hier berekend. De planten stonden in trays van 12 ringen, waarbij een tray als geheel in één keer handmatig gedompeld is. Bij de jonge en halfwas planten stonden 12 planten per tray. Bij de bloeibare planten stonden 6 planten per tray.

Bij het dompelen zijn 2 manieren van dompelen vergeleken:

- Bij 12 planten is gefaseerd gedompeld door planten in een lege bak te zetten en in 6 minuten de bak langzaam vol te laten lopen tot 8,5 cm waterhoogte en daarna 5 minuten in het water te laten staan, zoals toegepast in de eerste proef.
- Bij 12 planten is snel gedompeld door de planten rustig in bak met water te zetten met 8,5 cm dompeldiepte en 4 minuten laten staan.

2.2.2 Resultaten en discussie proef 2

Het dompelen gaf goede resultaten voor wat betreft wateropname. Zowel bij 11 minuten gefaseerd als bij 4 minuten snel dompelen was er een vergelijkbare wateropname. De dompeltijd kan dus zonder problemen terug naar 4 minuten. Lang gefaseerd dompelen is niet nodig. Na het dompelen was de toename in gewicht groter dan bij het bovendoor watergeven (zie Tabel 2.). De bark ging niet drijven en werd tot een hoogte van 8,5 tot 10 cm nat (Foto 1.). Bij enkele potten was er enige beweging bij het bereiken van een dompeldiepte van 8-8,5 cm, maar de potten bleven wel op hun plek in de tray. Bij de korte dompeltijd was de variatie in wateropname kleiner dan bij het bovendoor watergeven (zie variatiecoëfficiënt in Tabel 2.). Dit betekent dat de wateropname bij het dompelen uniformer was dan bij het bovendoor watergeven.



Foto 1. Halfwas planten (Foto links) en bloeibare planten (Foto rechts) na watergift bovendoor (plant links op beide foto's) en na 8 cm diep dompelen (plant rechts op beide foto's).

Tabel 2. Gemiddelde wateropname, hoogte tot waar substraat vochtig geworden is en uniformiteit van de wateropname bij bovendoor watergeven (n=24 per plantleeftijd) en langzaam en snel dompelen na 15 min. uitlekken (n=12 per plantleeftijd) op 14 juli 2011.

Behandeling	Plantleeftijd	gewicht vóór watergift (gram)	hoogte substraat vochtig (cm)	gewicht ná watergeven (gram)	verschil in gewicht vóór en na watergeven (gram)	Variatie-coëfficiënt* (-)
bovendoor	jong	251		293	42	12
bovendoor	Halfwas	376		435	59	12
bovendoor	Koelbaar	420		488	68	10
11 min. dompelen	jong	251	8.5	314	63	10
11 min. dompelen	Halfwas	375	9.8	450	75	9
11 min. dompelen	Koelbaar	420	9.4	499	80	11
4 min. dompelen	jong	248	8.5	310	62	8
4 min. dompelen	Halfwas	383	9.9	463	80	7
4 min. dompelen	Koelbaar	415	9.1	488	73	9

* variatiecoëfficiënt is berekende spreiding gedeeld door gemiddelde. Hoe kleiner dit getal, hoe uniformer de wateropname.

2.3 Proef 3: Invloed watergeefmethode en plantleeftijd (1)

2.3.1 Materiaal en methode proef 3

Proef met planten van drie plantleeftijden. Dezelfde 24 planten per plantleeftijd zijn gebruikt als voor proef 2 op 14 juli 2011. De proef is uitgevoerd op woensdag 20 juli bij de 2^e watergift na levering van de planten. Bij sommige potten was nog wat condens aan binnenkant van de pot zichtbaar, bij andere potten was alle condens weg. Planten zijn individueel gewogen vóór en ná het bovendoor watergeven of dompelen. Bij het dompelen zijn de planten gedurende 4 minuten 8 cm diep gedompeld.

2.3.2 Resultaten en discussie proef 3

Het dompelen gaf goede resultaten. Bij de toegepaste dompeldiepte van 8 cm en dompeltijd van 4 minuten ging de bark niet drijven en de potten kwamen nauwelijks tot niet los uit de tray. Bij het dompelen namen de potten gemiddeld over de 3 plantleeftijden 14 gram meer water op dan bij bovendoor watergeven (Tabel 3.). Bij de jonge planten was het verschil het grootst met 19 gram meer wateropname. Bij de halfwas planten was er een verschil van 13 gram en bij de koelbare planten namen de gedompelde planten 10 gram water meer op dan bij het bovendoor watergeven.

De gedompelde jonge en halfwas planten waren vóór de start van de 2^e watergift zwaarder (minder ver ingedroogd) dan de planten die de 1^e keer bovendoor water hadden gekregen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de grotere wateropname na de 1^e watergift door middel van dompelen. Bij het dompelen, zoals hier toegepast, zou een volgende watergift daardoor mogelijk iets uitgesteld kunnen worden. Bij de koelbare planten was er tussen de twee manieren van watergeven weinig verschil in gewicht vóór de start van de 2^e watergift. Door de grotere wateropname en het grotere gewicht vóór het watergeven was het gewicht na het dompelen groter dan na het bovendoor watergeven.

Bij het dompelen was de variatie in wateropname veel kleiner dan bij het bovendoor watergeven (zie variatiecoëfficiënt in Tabel 3.). Bij 8 cm diep dompelen werd het substraat tot een hoogte van 8,5 tot 10 cm nat. Bij jonge planten lijkt het substraat iets minder hoog nat te worden dan bij de oudere planten. De planten die bij de 1^e watergift zijn gedompeld waren tussen de 1^e en 2^e watergift gemiddeld iets meer in gewicht afgenomen (potverdamping) dan de planten die bovendoor water hebben gekregen bij de 1^e watergift.

De afname was groter naarmate de planten ouder waren. Het dompelen had hier dus niet tot resultaat dat de verdamping afnam door een eventuele drogere bovenlaag. Dit zou mogelijk (mede) het gevolg kunnen zijn van de grotere vochthoeveelheid in de pot na het dompelen. In 6 dagen tijd was het gewicht van pot met plant gemiddeld 7 tot 11 gram per dag afgenomen in gewicht (bij een kasttemperatuur van 28 °C en een RV van 80%).

Tabel 3. Gemiddelde wateropname, hoogte tot waar substraat vochtig geworden is en uniformiteit van de wateropname na 15 minuten uit lekken na de 2^e keer dompelen (=Dompel) en bovendoor watergeven (=Boven) bij 3 plantleeftijden, 20 juli 2011 (n=24 planten per behandeling).

Behandeling	Plantleeftijd	gewicht vóór watergift (gram)	hoogte tot waar substraat vochtig is (cm)	gewicht ná watergeven (gram)	Variatie-coëfficiënt* wateropname (-)	Afname gewicht na vorige watergift (gram)	Afname gewicht per dag (gram)
Boven	jong	252		291	18	41	6,8
Boven	halfwas	384		437	14	51	8,5
Boven	koelbaar	425		484	23	63	10,6
	gemiddeld	354		404	18	52	8,6
Dompel	jong	263	8,5-9	321	7	49	8,1
Dompel	halfwas	398	9-10,5	465	9	58	9,7
Dompel	koelbaar	427	8,5-10	496	9	67	11,1
	gemiddeld	363	8,5-10,5	427	8	58	9,6

* variatiecoëfficiënt is berekende spreiding gedeeld door gemiddelde. Hoe kleiner dit getal, hoe uniformer de wateropname.

2.4 Proef 4: Invloed dompeltijd en -diepte (1)

2.4.1 Materiaal en methode proef 4

In een proef met jonge net opgepotte planten zijn op 21 juli 2011 verschillende dompeltijden (4, 3, 2 en 1 minuten) getest om na te gaan of de dompeltijd verder verkort kan worden. Daarnaast zijn ook verschillende dompeldieptes getest van 4,9 tot 8,2 cm diep (zie Tabel 4.). De jonge planten zijn 8 juli opgepot in de praktijk, aangegoten en naar WUR Glastuinbouw gebracht en hebben op 14 juli nog één maal bovendoor water gehad. De planten waren iets verder ingedroogd dan bij proef 3 op 20 juli (7 dagen sinds vorige watergift). Per behandeling zijn 12 planten vóór en ná het dompelen individueel gewogen.

2.4.2 Resultaten en discussie proef 4

Tijdens de uitvoering van de behandelingen bleek al snel dat er vrijwel geen verschil was in de wateropname en de hoogte tot waar het substraat nat wordt bij twee, drie of vier minuten dompelen bij een dompeldiepte van 8,2 cm (Tabel 4.). Bij 1 minuut dompelen leek de wateropname iets lager dan bij 2 of meer minuten, maar de wateropname was nog wel wat hoger dan bij het bovendoor watergeven in proef 3. De dompeltijd kon dus in ieder geval terug naar 2 minuten en mogelijk ook naar 1 minuut.

De potten gebruikt voor deze proef waren vooraf meer ingedroogd (gemiddeld 249 gram per pot) dan de gedompelde jonge planten van 20-7-2011 (gemiddeld 263 gram per pot). Dit is waarschijnlijk het gevolg van het feit dat de vorige watergift nog bovendoor was (bij bovendoor watergeven is de wateropname lager dan bij dompelen) en de 1 dag extra na de vorige watergift. Doordat de potten wat meer ingedroogd waren kwamen sommige potten bij 8,2 cm diep dompelen iets los (meer dan op 20-7-2011). De bark kwam echter niet los of uit de pot, maar de pot kwam in zijn geheel wat los in de tray te hangen, op het moment dat de potten in het water werden gedompeld. Als de potten even hingen, kwamen ze weer recht te hangen. Daarom zijn vervolgens een reeks lagere dompeldieptes getest van 8,2 cm naar 4,9 cm. Bij een dompeldiepte van 7 cm diep kwamen de potten niet meer los (gingen niet meer drijven).

Naarmate de dompeldiepte lager was, nam de wateropname en de hoogte tot waar het substraat vochtig wordt af (gezien vanaf buitenkant pot). Bij de grote dompeldieptes was er een hogere wateropname dan bij het bovendoor watergeven op 20-7-2011 in proef 3. Bij een dompeldiepte van ongeveer 6,4 cm was de wateropname gelijk aan de wateropname bij het bovendoor watergeven op 20-7-2011. Bij een lagere dompeldiepte werd minder water opgenomen dan bij bovendoor watergeven.

Tabel 4. Gemiddelde wateropname en hoogte tot waar substraat vochtig geworden is 15 minuten ná de watergift bij verschillende dompeltijden en dompeldieptes bij jonge *Phalaenopsis* planten, 21 juli 2011 (n=12 planten per behandeling).

Dompel-tijd (min)	Dompel-diepte (cm)	gewicht vóór watergift (gram)	hoogte tot waar substraat vochtig is (cm)	gewicht ná watergeven (gram)	Mate waarin potten gaan drijven (-)	Toename in gewicht (gram)	Variatie-coëfficiënt van de wateropname (-)
4	8,2	242	8,5-9	296	iets los	54	12
3	8,2	244	8,5-9	296	iets los	51	14
2	8,2	248	8,5-9	302	iets los	54	13
1	8,2	247	8,5	293	iets los	46	13
3	7,7	255	8,5-9	304	iets los	48	10
3	7,3	247	8-9	296	iets los	49	12
2*	7	246	7-7,5	291	niet meer los	45	16**
2	6,4	246	6,5	286	niet meer los	40	10
2	5,9	254	6	291	niet meer los	37	10
2	5,4	256	6	290	niet meer los	34	11
2	4,9	258	5,5	292	niet meer los	34	11
2	4,9	247	5-5,5	284	niet meer los	37	9

* Omdat uit de eerste 4 behandelingen gebleken was dat 2 minuten dompelen evenveel wateropname gaf als 3 of 4 minuten is tussentijds overgeschakeld op 2 minuten dompelen.

** deze tray was bij vorige watergift 3 dagen eerder gedompeld en was daardoor mogelijk iets verder ingedroogd dan de andere trays.

2.5 Invloed watergeefmethode en plantleeftijd (2)

2.5.1 Materiaal en methode dompelen en bovendoor

Vanaf 1 augustus is bij 3 plantleeftijden zowel bovendoor water gegeven als 1 minuut gedompeld met een dompeldiepte van 8 cm. Hiervoor zijn de 24 planten per plantleeftijd gebruikt die ook in proef 2, 3 en 5 al met dezelfde manier water hadden gekregen. Dit waren *Phalaenopsis* planten uit de praktijk die op 8 juli 2011 waren geleverd van 3 leeftijden:

- Jong = planten 8 juli opgepot in praktijk, 1 maal bovendoor aangegoten en direct afgeleverd.
- Halfwas = planten halverwege de opkweek (opgekweekt met bovendoor watergeven)
- Bloeibaar = planten aan eind van opkweek (opgekweekt met bovendoor watergeven)

Van elke plantleeftijd hebben 24 planten gedurende 21 weken bovendoor water gekregen met een broes met 10 liter water per m² en 24 planten zijn vanaf 12 juli gedurende 21 weken gedompeld. Bij de eerste watergift is nog gestart met een lange dompeltijd (zie proef 2, 3 en 5), maar vanaf 1 augustus is bij elke watergift 8 cm diep in water met voedingsoplossing gedompeld gedurende 1 minuut. Zowel voor het dompelen als voor het bovendoor watergeven is dezelfde voedingsoplossing gebruikt met een standaard samenstelling voor de opkweek van Phalaenopsis met een EC van 1. Tot 10 augustus hebben beide behandelingen op hetzelfde tijdstip water gehad. Na 11 augustus is op verzoek van de begeleidingscommissie (BCO) bij elke behandeling apart naar behoefte water gegeven. Daarbij is water gegeven op het moment dat de wortels op de wortelpunten na, helemaal grijs waren en geen condens meer zichtbaar was aan de binnenkant van de pot (Foto 2.). Tot en met 11 augustus zijn alle planten individueel gewogen vóór en ná het watergeven. Daarna zijn de planten per tray van 12 planten vóór en ná het watergeven gewogen en is daar het gemiddelde gewicht per pot van uitgerekend.

Op verzoek van de BCO is een uitbreiding van het project aangevraagd om de gewasgroei bij de 2 watergeefmethoden verder te volgen. Na goedkeuring zijn vanaf eind augustus gedurende 3 maanden elke 2 weken groeimetingen aan 5 planten per behandeling uitgevoerd, door een telling van het aantal bladeren en de lengte en breedte van de bladeren te bepalen. 21 weken na de start van het dompelen zijn destructieve metingen aan 10 planten per behandeling uitgevoerd, waarbij het aantal bladeren, bladoppervlakte en vers- en drooggewicht van de bladeren en ondergrondse en bovengrondse (over worteling) wortels apart gemeten zijn. Na 21 weken is ook de zoutophoping in de onderste en bovenste helft van de pot vastgesteld (zie 2.5.1.1.).



Foto 2. Vanaf 11 augustus is naar behoefte water gegeven op het moment dat de wortels op de wortelpunten na helemaal grijs waren en geen condens meer aanwezig was aan de binnenkant van de pot (links). Rechts een voorbeeld van de wortels na watergeven.

2.5.1.1 EC-meting

Na 21 weken is bij 2 planten per behandeling de EC in het uitlekwater na verzadiging bepaald. Hiervoor zijn de potten vooraf gewogen en vervolgens in een gesloten overpot gezet, waarna de pot gevuld werd tot de halve hoogte met regenwater ($EC=0,04$ en $pH=6,2$). Het totaal gewicht (pot+overpot) is bepaald en na 5 minuten is de pot uit de overpot genomen en de EC in het uitlekwater gemeten (=EC in uitlekwater van onderste helft van de pot). Vervolgens is de pot teruggezet in de overpot met uitlekwater en is deze verder gevuld tot de bovenrand van de pot en opnieuw het totaal gewicht van de pot en overpot bepaald. Na 5 minuten is de pot uit de overpot genomen en de EC in het uitlekwater van de gehele pot gemeten. Daarna is het gewicht van de plant+pot opnieuw bepaald. Van de gemeten planten is het versgewicht van de bovengrondse plantendelen gemeten. Met deze gegevens en de gewichten van de overpot en gemeten potvolumes is vervolgens de gemeten EC gecorrigeerd en is een schatting van EC bodemvocht gemaakt.

Daarnaast is bij de destructieve waarnemingen van de jonge planten bark van de onderste en bovenste helft van de pot gescheiden verzameld en ingestuurd voor analyse via de substraatvochtmethode (BLGG).

2.5.2 Resultaten en discussie dompelen en bovendoor

Bij de jonge en halfwas planten was de gewichtstoename na het watergeven bij het dompelen gemiddeld 13 en 6 gram hoger dan bij de planten die bovendoor water kregen (Tabel 5.). Bij het watergeven naar behoefte vanaf 11 augustus (als wortels grijs waren en geen condens meer aan de binnenkant van de pot aanwezig was), was het aantal watergiftten bij het dompelen lager dan bij het bovendoor watergeven en het aantal dagen tussen de watergiftten was bij de jonge planten 2 dagen en bij de halfwas planten gemiddeld 1 dag langer. In Bijlage II staan de gemiddelde potgewichten vóór en ná het watergeven en de toename in gewicht weergegeven per watergift.

Bij het naar behoefte watergeven van de grote koelbare planten was het echter precies andersom. Daar was de gewichtstoename na het dompelen gemiddeld 12 gram minder dan bij het bovendoor watergeven (Tabel 5.). Bij de koelbare planten is even vaak gedompeld als bij het bovendoor watergeven naar behoefte. Gemiddeld werd om de 5 dagen water gegeven.

Bij de interpretatie van de gemeten gewichtstoename is het belangrijk te vermelden dat de planten circa 20-30 minuten na het watergeven gewogen zijn, nadat de planten voldoende uitgelekt waren. Bij de planten die bovendoor water kregen, lagen op dat moment dus nog volop waterdruppels op de bladeren en deze zijn dus meegewogen en meegerekend in de gewichtstoename. De gewichtstoename in Tabel 5. was dus inclusief het water wat nog op de bladeren lag. Op 7 november zijn de planten 1 dag na de watergift (toen het gewas droog was), nog een keer gewogen en is de gewichtstoename van net vóór het watergeven tot 1 dag na de watergift berekend (Tabel 6.). Dan blijkt dat de gedompelde koelbare planten wel meer in gewicht zijn toegenomen dan de koelbare planten die bovendoor water hebben gekregen. Wat daarnaast mogelijk nog een rol heeft gespeeld, is dat bij de koelbare planten gemiddeld bij een iets lager gewicht is gedompeld dan bij het bovendoor watergeven (Tabel 5.). Mogelijk was de bark daardoor meer uitgedroogd en nam de bark daardoor minder water op. Bij de jonge en halfwas planten was het gewicht waarbij gedompeld is, gemiddeld juist iets hoger dan bij de planten die bovendoor water kregen.

Tabel 5. Gemiddelde toename in gewicht, aantal watergiften en aantal dagen tussen 2 watergiften bij bovendoor watergeven en dompelen naar behoefte bij 3 plantleeftijden *Phalaenopsis* van 11 augustus t/m 28 november 2011 (n=24 planten per behandeling).

Plantleeftijd	Watergift methode	gewicht vóór watergeven (gram)	gewicht ná uitlekken (gram)	Toename in gewicht (gram)	aantal watergiften van 12-8 t/m 28-11 (n)	gem. aantal dagen tussen watergift van 12-8 t/m 28-11 (n)
Jong	Bovendoor	275	321	46	18	6.2
	Dompelen	292	351	59	13	8.3
Halfwas	Bovendoor	410	474	64	15	7.2
	Dompelen	424	494	70	13	8.3
Koelbaar	Bovendoor	496	571	74	20	5.4
	Dompelen	485	547	62	20	5.4

Tabel 6. Gemiddeld gewicht vóór het watergeven en direct ná of 24 uur na het bovendoor watergeven en dompelen bij 3 plantleeftijden *Phalaenopsis* op 7 november 2011 (n=24 planten per behandeling).

Plant-leeftijd	Watergift methode	Gewicht per pot 7-11 vóór watergift (gram)	Gewicht per pot 7-11 ná watergift =incl. druppels op gewas (gram)	Gewicht per pot 8-11 gewas droog (gram)	Gewicht-toename van vóór watergift tot 30 min. na watergift (gram)	Gewicht-toename vóór watergift tot dag erna als gewas droog is (gram)	afname gewicht in 24 uur incl. drogen gewas (gram)
Jong	Bovendoor	275	321	309	46	34	13
	Dompelen*	-	-	-	-	-	-
Halfwas	Bovendoor	415	472	458	58	43	15
	Dompelen	434	507	497	73	63	10
Koelbaar	Bovendoor	503	573	549	70	45	25
	Dompelen	489	556	543	67	54	13

*Deze behandeling had op 7-11 geen water nodig.

Bij de eindmetingen na 21 weken watergeven door middel van dompelen of bovendoor watergeven bij 3 plantleeftijden (Foto 3.) was het aantal bladeren, de som van bladlengtes en het bladoppervlak bij de gedompelde planten bijna altijd gelijk of hoger dan bij de planten die bovendoor water gekregen hadden (Tabel 7.). Ook de vers- en drooggewichten van de plant bovengronds en de wortels in de pot waren bij de gedompelde planten gelijk of hoger dan de planten met normale watergift (Tabel 8.). Het apart gemeten vers- en drooggewicht van de luchtwortels (overworteling) was bij de jonge gedompelde planten lager dan bij de standaard watergift bovendoor, maar bij de oudere planten was het vers- en drooggewicht van de luchtwortels bij de gedompelde planten hoger dan bij het bovendoor watergeven (Tabel 8.). Mogelijk dat het overschakelen van bovendoor watergeven naar dompelen halverwege de teelt hierbij een rol speelt (deze planten waren tot halfwas opkweek/bloeibare stadium in de praktijk opgekweekt met bovendoor watergeven en zijn vanaf halfwas opkweek/bloeibare stadium verder gedompeld).

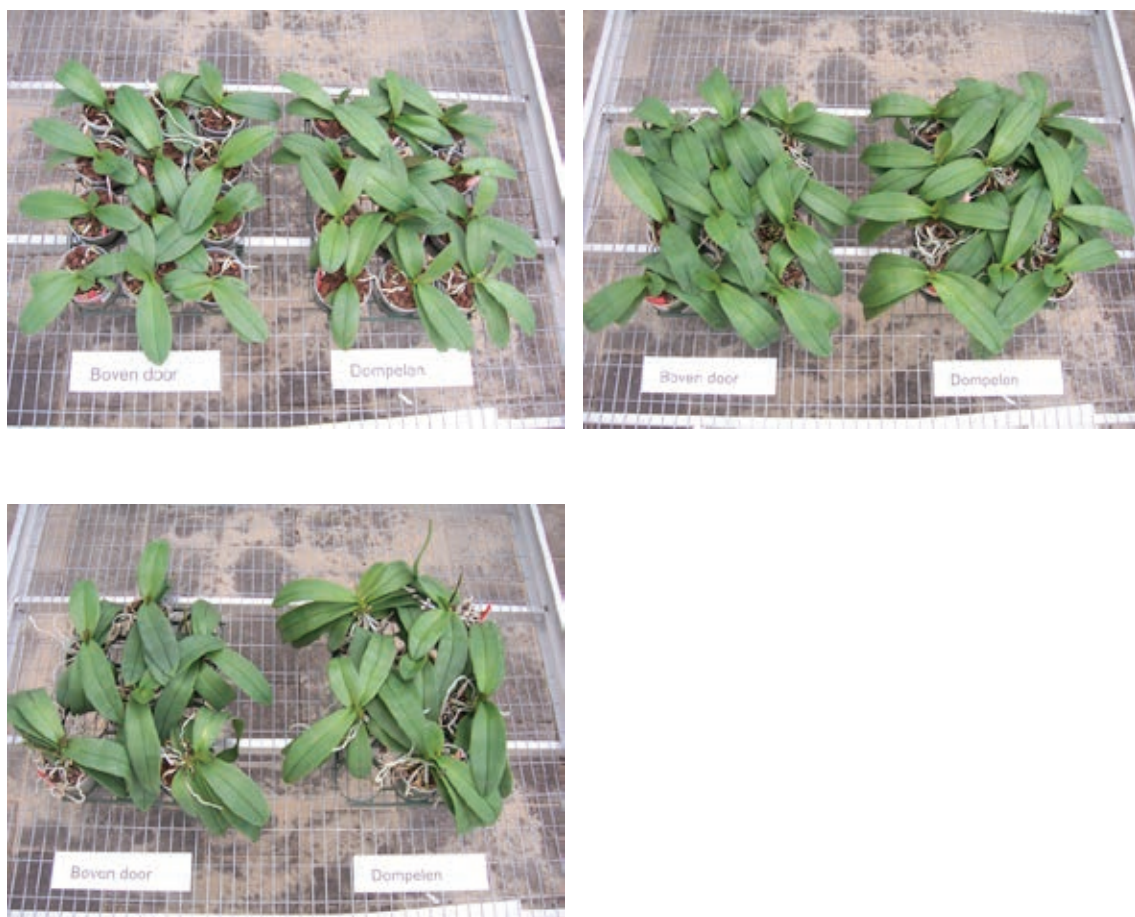


Foto 3. Jonge planten (linksboven), halfwas planten (rechtsboven) en bloeibare planten (linksonder) op 29 november 2011, na 21 weken bovendoor watergeven en dompelen.

Tabel 7. Aantal bladeren, som van alle bladlengtes en bladoppervlak per plant na 21 weken bovendoor watergeven en dompelen bij 3 plantleeftijden (n=10 planten per behandeling).

Plant-leeftijd	Watergift methode	Aantal bladeren (n)	Vershil t.o.v. bovendoor (n)	Som bladlengtes (cm)	Vershil t.o.v. bovendoor (cm)	Blad-oppervlak (cm ²)	Vershil t.o.v. bovendoor (cm ²)
Jong	Bovendoor	8,1		87,5		295	
	Dompelen	8,5	0,4	85,4	-2,1	292	-3
Halfwas	Bovendoor	10,2		139,8		593	
	Dompelen	10,5	0,3	146,0	6,2	627	34
Koelbaar	Bovendoor	12,4		203,2		944	
	Dompelen	12,7	0,3	208,0	4,8	951	7
Gem.	Bovendoor	10,2		143,5		611	
	Dompelen	10,6	0,4	146,5	3,0	623	12

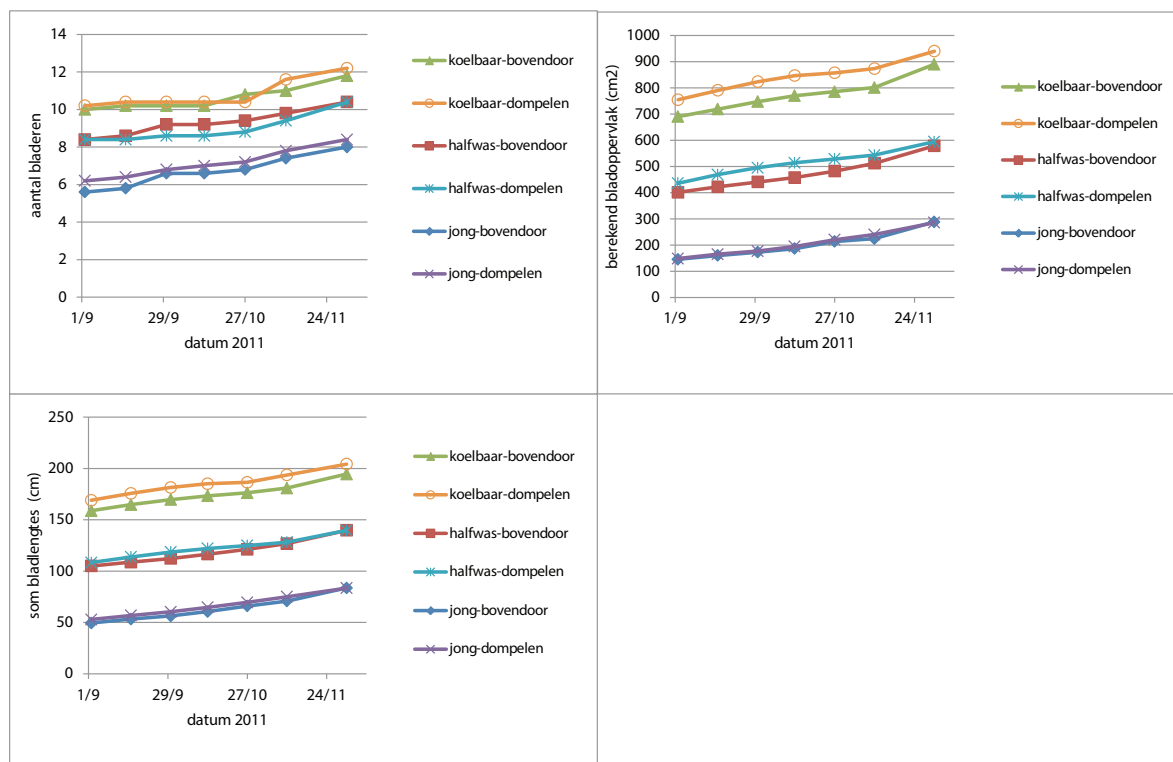
Tabel 8. Vers- en drooggewicht van plant, wortels in pot en luchtwortels na 21 weken bovendoor watergeven en dompelen bij 3 plantleeftijden (n=10 planten per behandeling).

Plant-leeftijd	Watergeef-methode	Versgewicht bovengronds (gram)	Versgewicht wortels in pot (gram)	Versgewicht luchtwortels (gram)	Drooggewicht bovengronds (gram)	Drooggewicht wortels in pot (gram)	Drooggewicht lucht-wortels (gram)
Jong	Bovendoor	49,4	31,2	8,6	3,4	2,7	0,8
	Dompelen	51,9	38,7	7,0	3,4	2,7	0,6
Halfwas	Bovendoor	118,2	52,1	15,3	8,2	4,2	1,6
	Dompelen	127,9	67,9	20,9	8,9	4,9	1,9
Koelbaar	Bovendoor	194,8	74,8	34,1	14,3	6,2	3,7
	Dompelen	197,2	75,0	41,2	15,1	7,1	5,0
Gem.	Bovendoor	120,8	52,7	19,3	8,7	4,4	2,1
	Dompelen	125,7	60,6	23,0	9,2	4,9	2,5

Bij de tweewekelijkse groeimetingen van 2 september t/m 1 december viel op dat er geen eenduidig verschil was in de toename van het aantal bladeren per plant over de 3 plantleeftijden. Gemiddeld over de 3 plantleeftijden was er geen verschil tussen dompelen en bovendoor watergeven. De toename in de som van de bladlengtes en het bladoppervlak was in deze periode bij het dompelen gelijk tot wat lager dan bij het bovendoor watergeven (Figuur 1. en Tabel 9.). Dit zou er op kunnen duiden dat de groeiwinst bij het dompelen vooral in de periode vóór 2 september is ontstaan. Dit zou mogelijk het gevolg kunnen zijn van het gemiddeld nattere substraat tot 10 augustus, toen beide behandelingen nog op hetzelfde tijdstip water kregen en de gedompelde planten gemiddeld wat natter waren. Als dat zo is, dan lijkt er groeiwinst te behalen door natter te telen en is in het tweede deel mogelijk groei blijven liggen doordat te droog geteeld is.

Tabel 9. Toename in aantal bladeren, som van bladlengtes en berekend bladoppervlak per plant van 2-9 t/m 1-12-2011 (=13 weken) bij bovendoor watergeven en dompelen naar behoefte bij 3 plantleeftijden (n=5 planten per behandeling).

Plantleeftijd	Watergift methode	Toename aantal bladeren (n)	Vershil t.o.v. Bovendoor (n)	Toename som bladlengtes (cm)	Vershil t.o.v. bovendoor (cm)	Toename bladoppervlak (cm ²)	Vershil t.o.v. bovendoor (cm ²)
Jong	Bovendoor	2,4		34,1		142,6	
	Dompelen	2,2	-0,2	30,6	-3,5	137,3	-5,3
Halfwas	Bovendoor	2,0		34,7		177,3	
	Dompelen	2,0	0,0	31,4	-3,4	158,5	-18,8
Koelbaar	Bovendoor	1,8		35,7		199,4	
	Dompelen	2,0	0,2	35,2	-0,5	185,5	-13,9
Gemiddeld	Bovendoor	2,1		34,8		173,1	
	Dompelen	2,1	0,0	32,4	-2,4	160,4	-13



Figuur 1. Gemiddeld aantal bladeren (linksboven), som van bladlengtes (linksonder) en berekend bladoppervlak (rechtsboven) per plant van 2 september tot 1 december 2011 (=13 weken) bij bovendoor watergeven en dompelen naar behoefte bij 3 plantleeftijden (n=5 planten per behandeling).

Bij de EC-metingen in het uitlekvocht na verzadiging was de EC in het uitlekvocht van de onderste pothelft van de gedompelde planten gemiddeld 19% hoger dan bij de planten die bovendoor water hadden gekregen (Tabel 10.). In het uitlekvocht van de gehele pot van de gedompelde planten was de EC gemiddeld 26% hoger dan bij de planten die bovendoor water hadden gekregen. Dit geeft aan dat er -zoals verwacht - zoutophoping boven in de pot heeft plaats gevonden, met name bij de gedompelde planten. De dompeldiepte van 5 of 8 cm had weinig invloed op de EC in het uitlekvocht.

Tabel 10. Gemiddelde EC in uitlekvocht na verzadiging (n=2 planten per behandeling). Voor methode zie 2.5.1.1.

Behandeling	EC bodemvocht uitlek onderste helft pot (mS/cm)	EC bodemvocht uitlek hele pot (mS/cm)	verschil hele pot - halve pot (%)	verschil dompelen/ bovendoor onderste helft pot (%)	verschil dompelen/ bovendoor hele pot (%)
jong bovendoor	0.60	0.79	25		
jong dompelen	0.46	0.96	52	-23	21
halfwas bovendoor	0.38	0.72	47		
halfwas dompelen	0.67	1.04	35	77	44
volgroeid bovendoor	0.23	0.62	62		
volgroeid dompelen	0.24	0.69	66	1	12
jong dompelen 5 cm	0.46	0.93	51		
jong dompelen 8 cm	0.58	1.05	45		
Gem. bovendoor	0.40	0.71			
Gem. dompelen	0.46	0.90		13	26

Uit de substraatanalyses van de bark via de substraatvochtmethode van de jonge planten die gedurende 21 weken zijn gedompeld of 21 weken bovendoor water hebben gekregen werden grote verschillen gevonden tussen de onderste en bovenste helft. De gehalten in de bovenste helft waren voor EC en alle elementen sterk (tot 4x bij Na, SO₄, Mn en Zn) verhoogd (Tabel 11.). Tussen bovendoor en dompelen waren er verrassend genoeg geen of geringe verschillen. Bij het substraat uit de onderste helft van de pot was er geen verschil en bij het substraat uit de bovenste helft van de pot was de EC na 21 weken dompelen maar 0,1 hoger dan bij bovendoor watergeven.

Tabel 11. EC, pH en gehalten van hoofd- en sporenelementen in de bovenste en onderste helft van de pot van jonge *Phalaenopsis* planten vanaf het oppotten gedurende 21 weken bovendoor water gegeven of gedompeld*.

Watergeefmethode - onder/bovenhelft pot	NH ₄ (mmol)	K (mmol)	Na (mmol)	Ca (mmol)	Mg (mmol)	NO ₃ (mmol)	Cl (mmol)	SO ₄ (mmol)	HCO ₃ (mmol)
Bovendoor - onder	0.1	0.9	0.3	0.8	0.5	2.8	0.3	0.2	0.2
Dompelen - onder	0.1	0.7	0.2	0.8	0.5	2.6	0.2	0.3	0.1
Bovendoor - boven	0.2	2.7	0.8	2.2	1.5	6.9	0.7	1	0.2
Dompelen - boven	0.2	2.6	0.7	2.2	1.5	7.7	0.8	0.9	0.2
	P (mmol)	EC (mS/cm)	pH	Fe (μmol)	Mn (μmol)	Zn (μmol)	B (μmol)	Cu (μmol)	Mo (μmol)
Bovendoor - onder	0.55	0.5	6.3	1	0.9	1.1	4	0.1	0.1
Dompelen - onder	0.55	0.5	6	1	1.3	1.2	5.4	0.1	0.1
Bovendoor - boven	1.49	1.2	6.1	1	4	5.8	4.3	0.3	0.1
Dompelen - boven	1.28	1.3	6.1	1	3	4.1	4.3	0.2	0.1

* omdat de hoeveelheid bark van de eerste monsternamen niet voldoende bleek, zijn de monsters aangevuld met bark van planten van dezelfde behandeling die 1x bovendoor water hebben gekregen (omdat proef beëindigd was, waren de gedompelde planten 1x bovendoor water gegeven).

2.6 Invloed dompeltijd en dompeldiepte (2)

2.6.1 Materiaal en methode dompeltijd en dompeldiepte

Met jonge *Phalaenopsis* planten is een proef uitgevoerd om het effect van dompeltijd en dompeldiepte vast te stellen. Nadat al snel bleek dat de dompeltijd terug kon naar 1 minuut is vanaf 5 augustus onderzocht of de dompeltijd nog verder terug kon, door planten gedurende 15, 30, 45 en 60 seconden te dompelen. De dompeldiepte was gelijk (8 cm). Daarnaast is met jonge planten ook het effect van de dompeldiepte onderzocht, door planten 8, 7, 6 of 5 cm diep te dompelen. Deze zijn allemaal gedurende 60 seconden gedompeld. Een extra behandeling van 5 cm dompelen gedurende 2 minuten is toegevoegd om na te gaan of een geringere wateropname door een kleinere dompeldiepte, gecompenseerd zou kunnen worden met een langere dompeltijd.

Deze behandelingen zijn 5 augustus gestart en herhaald t/m 1 december 2011. Vanaf 11 augustus is naar behoefte water gegeven als de wortels (op de wortelpunten na) volledig grijs geworden waren en geen condens meer zichtbaar was aan de binnenkant van de pot. De jonge planten stonden in potten met een holte midden onderin de pot van 1,8 cm hoog. Bij een dompeldiepte van bv. 5 cm is er dan nog ruim 3 cm bark boven de holte die in het water komt. Op 5 en 11 augustus zijn alle 24 potten per behandeling individueel gewogen vóór en na het watergeven. Daarna zijn 12 planten in een tray tegelijk gewogen vóór en na het watergeven.

Begin december (4 maanden na de start van de behandelingen met bovenstaande dompeltijden en dompeldieptes), zijn destructieve metingen aan 8 planten per behandeling uitgevoerd, waarbij het aantal bladeren, bladoppervlakte, vers- en drooggewicht van de bladeren en ondergrondse en bovengrondse (over worteling) wortels apart gemeten zijn.

2.6.2 Resultaten en discussie dompeltijd en dompeldiepte

De dompeltijd had weinig invloed op de wateropname (Tabel 12.). Het gewicht vóór en ná het watergeven en de toename in gewicht bij het dompelen was vrijwel gelijk. Er was ook geen verschil in het aantal watergiften en het aantal dagen tussen de watergiften.

Tussen 7 en 8 cm diep dompelen was er nog weinig verschil in wateropname, maar bij een dompeldiepte van 5 of 6 cm werd gemiddeld minder water opgenomen dan bij 7 en 8 cm. Bij 5 en 6 cm diep dompelen naar behoefte is 1 tot 2 keer meer water gegeven en was het gemiddelde aantal dagen tussen de watergiften gemiddeld iets lager (Tabel 12.). In de meeste gevallen duurde het echter even lang tot de wortels helemaal grijs geworden waren en de behandelingen toe waren aan een volgende watergift. Het verlengen van de dompeltijd bij een lage dompeldiepte had weinig effect. In Bijlage III staan de gemiddelde potgewichten vóór en ná het watergeven en de toename in gewicht weer gegeven per watergift.

De metingen in gewaseigenschappen gaven geen verschillen tussen de verschillende dompeltijden en -dieptes (Tabel 13.).

Tabel 12. Gemiddeld gewicht vóór en ná het dompelen, toename in gewicht, aantal watergiften en aantal dagen tussen de watergiften bij verschillende dompeltijden en dieptes (n=2 trays van 12 planten per behandeling).

Dompeltijd en dompeldiepte	Gem. gewicht per pot vóór watergeven (gram)	Gem. gewicht per pot ná uitlekken (gram)	Gem. toename in gewicht (gram)	aantal watergiften van 12 aug. t/m 28 nov. 2011 (n)	gem. aantal dagen tussen watergift van 12-8 t/m 28-11 (n)
60 sec - 8 cm	280	331	51	15	7,2
45 sec - 8 cm	279	328	49	15	7,2
30 sec - 8 cm	280	328	48	15	7,2
15 sec - 8 cm	289	341	51	15	7,2
60 sec - 8 cm	280	331	51	15	7,2
60 sec - 7 cm	275	321	47	15	7,2
60 sec - 6 cm	273	313	40	16	6,8
60 sec - 5 cm	271	307	36	17	6,6
120 sec - 5 cm	277	314	38	16	6,8

Tabel 13. Gemeten plantkenmerken op 6 december 2011 bij verschillende dompeltijden en dieptes (n=8 planten per behandeling).

Dompeltijd en dompeldiepte	Aantal bladeren (n)	Som blad-lengtes (cm)	Blad-opper-vlak (cm ²)	Vers-gewaicht boven-gronds (gram)	Vers-gewicht wortels in pot (gram)	Vers-gewicht lucht-wortels (gram)	Droog-gewicht boven-gronds (gram)	Droog-gewicht wortels in pot (gram)	Droog-gewicht lucht-wortels (gram)
60 sec - 8 cm	8.1	85.5	306	52.6	39.6	8.9	3.3	2.8	0.7
45 sec - 8 cm	8.3	88.7	309	53.7	38.6	12.5	3.4	2.7	1.0
30 sec - 8 cm	8.8	83.2	315	55.4	43.2	10.4	3.6	3.0	0.8
15 sec - 8 cm	8.3	90.1	264	58.5	43.9	9.8	3.7	3.0	0.8
60 sec - 8 cm	8.1	85.5	306	52.6	39.6	8.9	3.3	2.8	0.7
60 sec - 7 cm	8.0	84.3	294	50.0	37.0	11.4	3.2	2.6	0.9
60 sec - 6 cm	8.4	83.4	274	45.3	32.7	11.6	3.0	2.3	1.0
60 sec - 5 cm	8.1	87.7	312	52.8	38.2	11.4	3.4	2.7	1.0
120 sec - 5 cm	8.1	85.0	286	48.3	37.5	10.0	3.1	2.7	0.9

3 Droogblazen

Droogblazen kan op vele manieren. Het is niets anders dan lucht zodanig hard laten stromen dat vloeistof, in dit geval water door die luchtstroming wordt meegenomen en van het blad afvalt. Het opwekken van deze luchtstroming kan met ventilatoren, denk aan bladblazers en drooginstallaties van autowasstraten, of met perslucht.

3.1 Methoden van droogblazen

Probleem bij het kiezen van een drooginstallatie is dat hiervan op voorhand niet te bepalen is hoe hard en onder welke richting de luchtstroom zou moeten zijn om druppels optimaal weg te blazen. Er is dan ook gekozen om als uitgangspunt in dit stadium perslucht te gebruiken. Dat geeft flexibiliteit en een scala aan mogelijkheden middels appendages om de grootte van de luchtstroom en richting te sturen. Als eerste is een spleetdop van Unijet (Spraying Systems Co. B.V.) toegepast (http://service.spray.com/web/register/view_lit.asp?code=C20C) type CPB13240. In Foto 4. is een voorbeeld van deze soort spuitdop gegeven.



Foto 4. Voorbeeld spleetdop.

Door een aantal van deze spleet doppen naast elkaar te zetten, zou een “gordijn” met blaaskracht gecreëerd worden. In Foto 5A. en 5B. is deze opstelling te zien. Door de doppen aan flexibele armen te plaatsen is de spuithoek en afstand tot het gewas eenvoudig te sturen (Foto 5B.).

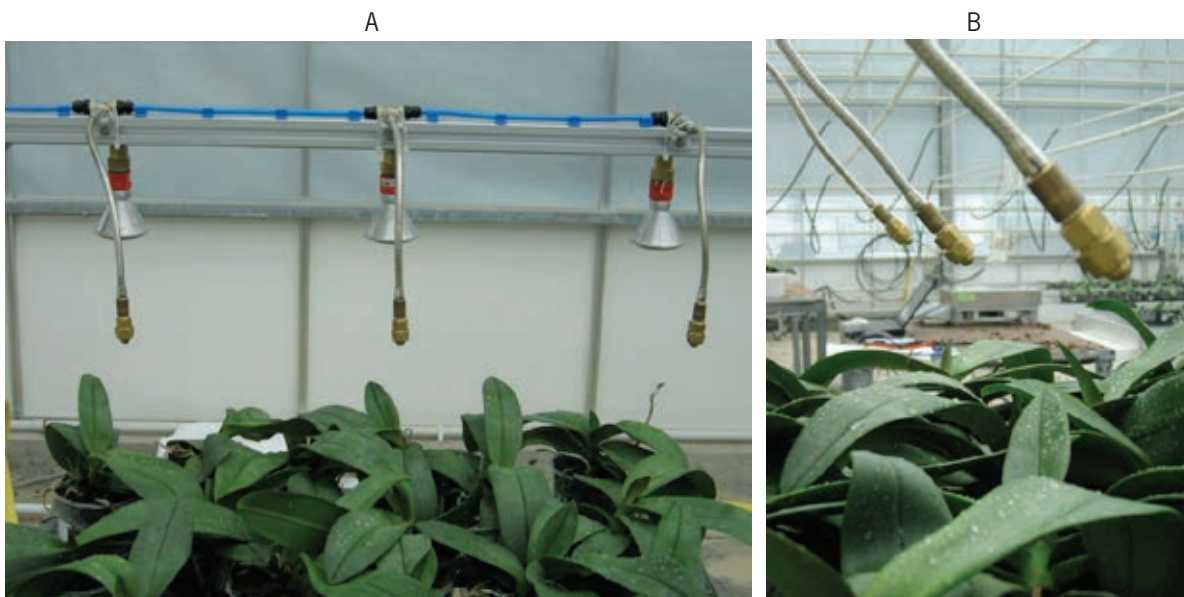


Foto 5. Vooraanzicht opstelling spleetdoppen (A) en de onder hoek te verstellen spleetdoppen in zij aanzicht (B).

In de kasafdeling is persluchtdruk van maximaal 6 Bar aanwezig die tot 0.1 Bar is terug te regelen.

Na een watergift staan druppels random op de verschillende bladeren zoals Foto 6A en 6B laten zien waarbij geen uitvloeimiddel is toegepast. Ook bladeren die zijn afgedekt door andere bladeren zijn nat en van druppels voorzien.

De eerste proef om te zien wat er gebeurt, is uitgevoerd met 6 Bar druk met een stand van de nozzle's zoals in Foto 5B is aangegeven. Er vielen direct een aantal dingen op:

1. Druppels gaan alleen 'lopen' als ze in een (zeer) sterke luchtstroom komen te staan.
2. Druppels op afgedekte bladeren komen alleen dan in beweging als ze direct (gericht) worden aangeblazen.
3. Van het jonge plantmateriaal gaat veel bark door de lucht terwijl er nog moeilijker beweging in de druppels is te krijgen. Het lijkt erop dat jong blad soepeler is dan ouder blad waarbij door de luchtdruk het blad met de luchtstroming mee gaat buigen waardoor druppels nog slechter in beweging zijn te krijgen.
4. Van het oudere plantmateriaal gaat af en toe een stukje bark de lucht in. Hierbij lijkt het dat bij ouder plantmateriaal de bark wat steviger in de pot zit (ingeklonken) en daarnaast is een veel groter deel van de pot afgedekt met andere bladeren waardoor een aanzienlijk minder groot deel van de potoppervlakte in de volle luchtstroom komt te zitten.



Foto 6. Detail waterdruppels op blad (A) en (B).

Van het vrij opliggende water wordt ca. 50% van het blad afgeblazen (visueel geschat). Hierbij wordt in beide gevallen (jong en oud plantmateriaal) al bark uit de pot geblazen. Conclusie van deze eerste ronde was dat:

1. Minimaal in alle richtingen geblazen moet worden om een beter droogresultaat te bereiken.
2. Om meer druppels weg te blazen moet de druk, afstand tussen nozzle en blad of de flow uit de nozzle verder verhoogd worden.
3. De druk op de nozzle verlaagd of afstand tussen uitblaasopening en blad vergroot moet worden om de bark beter in de pot te houden.

De bij punt twee en drie genoemde conclusie staan haaks op elkaar en zijn niet eenvoudig te verenigen.

Het resultaat van het droogblazen in deze configuratie is in Foto 7A en 7B te zien. De planten zijn hier in circa 30 seconden onder de spuitdoppen door gevoerd. Het aantal druppels is zeker verminderd maar het gewas is nog verre van droog. Met name water op afgedekte bladeren (bladeren die worden afgedekt door een ander hoger liggend blad) worden slechts weinig droger omdat de luchtstroom daar onvoldoende vat op heeft, Foto 8.

A



B



Foto 7. Detail waterdruppels op blad (A) en (B) na het droogblazen.



Foto 8. De druppels van het bovenste blad worden wel goed weggeblazen, maar op de afgedekte bladeren blijven nog veel druppels liggen.

Met een losse spuit-nozzle is handmatig geprobeerd het blad droog te blazen. Hierbij blijkt het mogelijk het blad vrijwel droog te blazen door vaak met een gerichte straal de druppel te benaderen. Hierbij wordt echter nog meer bark uit de pot geblazen dan met de spuitdoppen uit Foto 5A en 5B. Aanpassing van de hoek van de spuitdoppen van ca. 45 ° zoals nu in Foto 5B is te zien tot loodrecht op het blad gaf geen verbetering van het resultaat. Hierbij werd snel duidelijk dat het gezochte compromis tussen minder bark uit de pot blazen en een beter droog resultaat lastig/niet te vinden zal zijn.

De geprobeerde oplossingen waren allen met gerichte vaste opstelling van de uitblaasopening. Om een meer random uitblaas van de lucht te krijgen is vervolgens geprobeerd met soepele slangetjes die de eigenschap kunnen hebben dat bij een vrije uitblaas de slang gaat dansen, te gaan blazen. In Foto 9A en 9B is deze opstelling weergegeven. De oranje slang is direct op de perslucht aangesloten. Bij een druk van meer dan 3 Bar gaan de slangen in deze opstelling “random” bewegen.



Foto 9. Opstelling met vrij beweegbare slangetjes om random gericht te kunnen droogblazen (A) en (B).

De soepelheid van de slang bepaald in sterke mate het effect. In Foto 9B is de middelste oranje slang het soepelst en deze laat dan ook een uitslag zien van maar dan 90 ° naar links en naar rechts, terwijl de stuggere linker slang in veel mindere mate in beweging komt. Deze uitslag is te groot, echter bij het laten zakken van de witte plaat waar de oranje slangetjes door zijn gevoerd stopt bij een lagere positie de spontane beweging van de slangetjes redelijk abrupt en is het effect van “randomized” uitblazen weer teniet gedaan.

Na circa 10 minuten op één vaste locatie is het meeste water verdwenen van het blad, ook op diepere bladlagen. In Foto 9B is dit te zien aan de planten die net na de blaassectie staan. Echter ook in deze configuratie wordt er nog regelmatig bark uit de pot geblazen waarbij het door de langere tijdsduur minder lijkt, maar in absolute hoeveelheid zeker niet minder is.

Als uitvloeier mee gegeven wordt bij het bovendoor watergeven ontstaan geen bolle druppels zoals op Foto 6A en 6B duidelijk te zien is, maar een dunne film water op het blad (Foto 10.). De luchtstroom heeft daar geen grip op en daardoor wordt er weinig tot geen water weg geblazen. De combinatie van uitvloeier en droogblazen is daarom niet zinvol.



Foto 10. Bij het gebruik van uitvloeier ontstaan geen druppels, maar een dunne film water op het blad (A). Luchtstroom uit een low flow luchtmes (B).

Naast het gebruik van losse nozzels die gericht kunnen worden, is ook de toepassing van zogenaamde luchtmesen geprobeerd. In Foto 10B is een schematische voorstelling van een “low flow” luchtmes gegeven waarbij A de luchtinlaat en B de uitstroomopening is. Door de hoge uitstroomsnelheid van de lucht ontstaat een secundaire luchtstroom C die de totale luchtstroom versterkt. De uitstroomsnelheid kan oplopen tot meer dan 60 m/s bij 6 Bar. Afhankelijk van de breedte van de uitstroomopening wordt perslucht (low flow) danwel een ventilatorset (blower) gebruikt. Een ventilatorset is vergelijkbaar met een bladblazer. De benodigde perslucht hoeveelheid kan sterk oplopen tot meer dan 4 nm³/min bij een mes van één meter lengte op een werkdruk van 5 Bar bij een zogenaamd “low flow” systeem. De breedte van de uitstroomopening ligt bij perslucht in de orde grote van 0.05 mm en bij een blower op ca. 1 mm. In Foto 11A is het gebruik van een blower luchtmes getoond. De afstand tussen de uitstroomopening en het blad is op ca. 45 cm gehouden om de aanwezigheid van bloemtakken te simuleren. Na beweging van het luchtmes (met de uitstroomopening onder een hoek van ca. 45°) van voor naar achter en weer terug en van links naar rechts en weer terug, steeds met de uitstroomopening gericht in de richting van de beweging, was het droogresultaat zoals getoond in Foto 11B. De bovenste bladeren zijn vrijwel droog maar afgedekte bladeren laten nog een behoorlijke hoeveelheid druppels zien (rode pijlen) en zelfs bark is nog op het blad terecht gekomen (blauwe pijl).



Foto 11. Een blower luchtmes in gebruik (A) en het droogresultaat (B) na voor-en achterwaarts en links-rechts beweging van het luchtmes over de tafel.

Uit de experimenten met de “low flow” en “blower” luchtmesen bleek niet zozeer het belang van meer lucht of harder (hogere luchtsnelheid) maar juist het goed raken van de druppel in de luchtstroom van belang om de druppel in beweging te brengen. Tussen deze twee messen is wel een groot verschil in gebruikskosten. De productie van perslucht is beduidend energie inefficiënter dan een systeem met een blower. In Tabel 14. is een overzicht van geschatte energiekosten bij gebruik van een blower en een low flow luchtmes met een breedte van 2 meter gegeven.

Tabel 14. Geschatte energiekosten bij gebruik van een perslucht en een blower bij een luchtmes met een breedte van 2 meter.

		perslucht	blower
totaal verbruik aan perslucht in	[Nm ³ /h]	428.4	-
elektrische input	[kWh/Nm ³]	0.11	-
elektriciteitsgebruik	[kWh/h]	45.2	5
gebruiksdur per jaar (52 weken á 20 uur per week)	[h]	1040	1040
totaal elektriciteitsgebruik per jaar	[kWh]	46986	5200
elektriciteitskosten per jaar bij 0.1 €/kWh	[€]	4699	520

De tabel laat zien dat het elektriciteitsgebruik van perslucht in dit specifieke geval circa 9 maal zo hoog is als een blower.

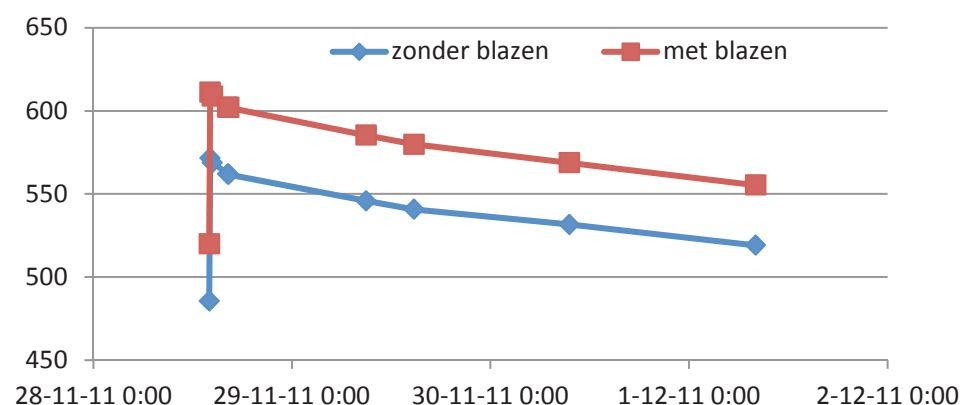
3.1.1 Snelheid van drogen na het droogblazen

Op 28 november zijn twee trays met 6 koelbare planten bovendoor watergeven en op een weegschaal gezet om de afname in gewicht na het watergeven te volgen. Eén tray is niet droog geblazen en één tray is wel droog geblazen na het watergeven. De afname in gewicht was bij beide behandelingen nagenoeg gelijk (Figuur 2. en Tabel 15.).

Tabel 15. Gemiddeld gewicht en gewichtsafname per pot bij niet en wel droogblazen na het bovendoor watergeven op 28-11-2011 (n=6 planten per behandeling).

Datum en tijd		Gemiddeld gewicht per pot (gram)		Gewichtsafname per pot (gram)	
		zonder blazen	met blazen	zonder blazen	met blazen
28-11-11 14:00	vóór watergift	486	520		
28-11-11 14:06	na watergift	572	611	-86	-91
28-11-11 14:24		569	609	3	2
28-11-11 16:15		562	602	10	9
28-11-11 16:21		562	602	10	9
29-11-11 8:57'		546	585	26	26
29-11-11 14:46		541	580	31	31
30-11-11 9:33		532	569	40	43
1-12-11 8:03		519	555	53	56

*Planten vrijwel geheel droog, soms nog enkele vlekjes van druppels die nog niet helemaal opgedroogd waren.



Figuur 2. Gemiddeld gewicht per pot in de tijd na bovendoor watergeven met en zonder droogblazen.

Op 1 december 2011 is opnieuw het drogen van de planten gevolgd na het bovendoor watergeven, waarbij de planten wel en niet zijn droog geblazen en zijn ook foto's gemaakt 4,5 en 7 uur na het watergeven. Bij het droogblazen is hier 4 maal over de planten geblazen, twee maal in twee tegenovergestelde blaasrichtingen om voldoende effect van het blazen te bereiken. Hierdoor waren bij de bovenste bladeren al veel druppels van de bladeren geblazen (Foto 12.). 4,5 uur na het watergeven lagen bij de planten die niet droog geblazen waren nog diverse grote druppels op het blad (Foto 13.). Bij de planten die wel droog geblazen waren was het bovenste blad na 4,5 uur nagenoeg droog. Op de onder gelegen bladeren lagen nog wel enkele grote druppels, maar wel minder dan bij de planten die niet droog geblazen waren. Met name in een dicht gewas, zoals bij de halfwas planten, was het nog nat onder in het gewas. 7 uur na het watergeven (Foto 14.) lagen er bij de planten die niet droog geblazen waren, nog steeds diverse grote waterdruppels op de bladeren. Bij de planten die wel droog geblazen waren na het watergeven, was naar schatting circa 95% van het gewas droog, op enkele druppels of plasjes water na onder in het gewas. De afname in gewicht was na het droogblazen gelijk tot iets lager dan bij de planten die niet droog geblazen waren (Tabel 16.).

Tabel 16. Gemiddeld gewicht en gewichtsafname per pot bij niet en wel droogblazen na het bovendoor watergeven op 1 december 2011 (n=6 planten per behandeling).

Datum en tijd		Gemiddeld gewicht per pot (gram)		Gewichtsafname per pot (gram)	
		zonder blazen	met blazen	zonder blazen	met blazen
1-12-11 8:55	Net na watergift	584	624		
1-12-11 13:20		572	613	12	11
1-12-11 15:05		569	611	15	13



Foto 12. Phalaenopsis planten net na watergift zonder (links) en met (rechts) droogblazen (08.55 uur 1-12-2011).



Foto 13. Phalaenopsis planten 4,5 uur na watergift zonder (links) en met (rechts) droogblazen (13.20 uur 1-12-2011).



Foto 14. *Phalaenopsis* planten 7 uur na watergift zonder (links) en met (rechts) droogblazen, (15.05 uur 1-12-2011).

4 Discussie en Conclusies

De optimale waterhuishouding en bemesting voor Phalaenopsis lijkt niet makkelijk realiseerbaar. De ervaring vanuit de praktijk is dat een snelle 'afdroging van de wortels' na een watergift van belang is om problemen met wortelrot en potworm tegen te gaan. Vandaar ook dat zeer luchtige substraten gebruikt worden. Het tegengaan van de substraatverdamping door een afdekkende laag is daarom verder ook niet onderzocht in dit project, omdat dit de afdrogende werking tegen gaat.

Anderzijds blijkt dat een vochtig wortelmilieu en een relatief hoge watergift de groei wel positief beïnvloeden, waarschijnlijk deels door een betere beschikbaarheid van stikstof (Baas 2008, 2009). Een hogere watergeeffrequentie heeft echter als nadeel het nat worden van het gewas (met groter risico op Pseudomonas), waardoor veel energie gestoken moet worden in het 'droogstoken' na het watergeven. Daarom zijn in dit project twee methoden (dompelen en droogblazen) onderzocht om te kijken of deze kunnen leiden tot een energiezuiniger watergeefmethode, zo mogelijk in combinatie met een verbeterd teeltresultaat voor wat betreft groei en uniformiteit.

De resultaten van het onderzoek naar de twee watergeefmethoden zijn:

Dompelen

- Bij het dompelen gaat er geen bark drijven. Als de pot extreem is uitgedroogd en snel in het water wordt gelaten, kan de pot als geheel wat gaan wiebelen, maar zakt weer snel in de gebruikte tray terug.
 - o Enige ondersteuning lijkt bij dompelen dus wel aan te raden. In het dompelsysteem bij Evanty is daarin voorzien, doordat de potten in ringen hangen. De potten hangen dan onder de tafel, wat als bijkomend voordeel heeft dat bij het dompelen alleen de potten nat worden en de tafel inclusief alle technische onderdelen droog blijven. Toepassing in de Phalaenopsisteelt vraagt dan wel extra investeringskosten voor aanpassing van het teeltsysteem.
- Als de potten 8 cm diep gedompeld worden, wordt het substraat tot een hoogte van 8,5 tot 10 cm nat. Alleen het bovenlaagje van de bark wordt dan niet (helemaal) nat. Soms trekt het water zover naar boven dat ook stukjes bark bovenop de pot donker worden.
- De wateropname van de verschillende potten is bij het dompelen uniformer dan bij bovendoor watergeven. Bij het bovendoor watergeven kunnen sommige potten soms minder water krijgen, doordat de bovenkant van de pot afgedekt wordt door het blad wat bovenop de potten ligt.
 - o De uniformere wateropname zal waarschijnlijk een meer gelijkere groei en minder achterblijvers kunnen geven in de teelt.
- Bij jonge en halfwas planten was er bij het dompelen naar behoefte een grotere gewichtstoename na een watergift dan bij bovendoor watergeven naar behoefte. Bij koelbare planten was er bij het dompelen gemiddeld een kleinere gewichtstoename na de watergift dan bij bovendoor watergeven.
 - o Dit laatste komt waarschijnlijk doordat bij het bovendoor watergeven het water wat nog op de planten ligt na het watergeven is mee gewogen, en mogelijk mede doordat de gedompelde potten gemiddeld droger waren op het moment van watergift.
- Bij het naar behoefte watergeven als de wortels geheel grijs geworden waren, is bij het dompelen van jonge en halfwasplanten gemiddeld minder vaak water gegeven dan bij bovendoor watergeven. Bij de koelbare planten was de watergeeffrequentie bij dompelen en bovendoor watergeven gelijk.
 - o Vanuit energetisch oogpunt is dit een voordelig resultaat. Vanuit teelttechnisch oogpunt wellicht minder omdat het substraat vochtiger was bij het dompelen. Door aanpassing van het substraat (bv. minder sphagnum) zou de afdroging bij het dompelen mogelijk versneld kunnen worden, waardoor de frequentie van watergeven gelijk kan blijven aan het huidige bovendoor watergeven in de praktijk.

- Na 21 weken dompelen zijn er geen of positieve effecten op de groei vastgesteld van dompelen:
 - o Bij het bezoek van de BCO in de kas was het verschil in plantgrootte bij dompelen en bovendoor watergeven bij de jonge planten opvallend. De gedompelde planten waren groter dan de planten die bovendoor water kregen (Foto 3. linksboven).
 - o Het aantal bladeren, som van de bladlengtes, bladoppervlakte en vers- en drooggewicht van de plant en wortels in de pot was na 21 weken dompelen hoger dan bij bovendoor watergeven.
 - o Bij de groeimetingen van 1 september tot 1 december was de toename in het aantal bladeren gemiddeld over de 3 plantleeftijden gelijk en was de toename van de som van de bladlengtes en het bladoppervlak per plant bij de gedompelde planten gelijk tot iets lager dan bij de planten die bovendoor water kregen. Blijkbaar waren de groeiverschillen vooral in de eerste periode opgetreden.
 - In die eerste periode was tot en met 11 augustus de watergeeffrequentie bij de twee watergeefmethoden gelijk en was het substraat bij het dompelen vochtiger dan het substraat bij het bovendoor watergeven. De positieve effecten van dompelen in de eerste periode van dit onderzoek kunnen dus (mede) het gevolg zijn van een vochtiger substraat. In eerder onderzoek (Baas 2008, 2009) is namelijk gevonden dat een vochtig wortelmilieu en een relatief hoge watergift de groei van *Phalaenopsis* positief kan beïnvloeden.
 - o Bij de jonge planten was er bij het dompelen gemiddeld wat minder overworteling dan bij het bovendoor watergeven. Bij de planten waarbij in het halfwas opkweek of bloeibare stadium gestart was met dompelend was er na 21 weken dompelen gemiddeld meer overworteling dan bij het bovendoor watergeven.
 - Mogelijk dat het tussentijds overschakelen van bovendoor watergeven naar dompelen halverwege de teelt hierbij een rol heeft gespeeld (deze planten waren tot halfwas opkweek/bloeibare stadium in de praktijk opgekweekt met bovendoor watergeven en zijn vanaf halfwas opkweek/bloeibare stadium verder gedompeld).
- Bij EC-metingen in het bodemvocht na verzadiging met regenwater was de EC in de onderste helft van de gedompelde potten gemiddeld over de 3 plantleeftijden 13% hoger en in de hele pot gemiddeld 26% hoger dan bij bovendoor watergeven met gelijke EC. Bij analyse van het barksubstraat was er weinig verschil in EC in de bark uit de onderste helft van de pot na 21 weken bovendoor watergeven en dompelen. De EC in de bovenste helft van de pot was na het dompelen gemiddeld 0,1 EC hoger dan bij het bovendoor watergeven. Dit verschil valt in het niet bij het verschil tussen de onderste en bovenste helft van de pot bij beide watergeefmethoden. Zowel bij bovendoor watergeven als dompelen was de EC boven in de pot meer dan 2x zo hoog dan onder in de pot.
 - o Om zoutophoping enigszins tegen te gaan zou daarom bij beide methoden regelmatig doorgespoeld moeten worden met schoon water.
- Er was weinig verschil in wateropname tussen 60, 45, 30 en 15 seconden dompelen.
- Bij 8, 7, 6 en 5 cm diep dompelen nam de gewichtstoename na de watergift af, naarmate minder diep gedompeld werd.

Droogblazen

- Er is voldoende blaaskracht nodig om druppels van het blad te blazen. Bij jonge planten worden dan al snel stukjes bark uit de pot geblazen.
- Druppels worden weg geblazen indien ze vol worden geraakt. Daardoor wordt het bovenste blad wel voldoende droog geblazen, maar bladeren daaronder niet omdat de bladeren vrij recht boven elkaar staan.
- Bij jonge planten worden druppels wat minder makkelijk weg geblazen, doordat het blad nog soepel is en mee gaat buigen.
- Bij het gebruik van uitvloeier ontstaan geen druppels, maar een dunne film water op het blad. De luchtstroom heeft daar geen grip op en daardoor wordt er weinig tot geen water weg geblazen na het gebruik van een uitvloeier. De combinatie van uitvloeier en droogblazen is daarom niet zinvol.
- Bij het gebruik van uitvloeier drogen de bladeren sneller op en daardoor kan dit een manier zijn om het energieverbruik voor het droogstoken te verminderen.
- Bij het gebruik van kragen wordt het bovenste blad wel voldoende droog geblazen, maar bladeren daaronder niet. Met een kraag worden boven elkaar staande bladeren soms nog meer tegen elkaar gedrukt en daardoor zijn druppels op onder gelegen bladeren lastig te raken.
- Na het droogblazen waren de planten sneller droog dan zonder droogblazen.

Gezien bovenstaande conclusies lijkt het dompelen meer perspectief te bieden dan droogblazen na het bovendoor watergeven als perspectiefvolle manier om te komen tot een energiezuiniger teeltmethode. Met dompelen worden planten helemaal niet meer nat waardoor er niet gelucht hoeft te worden na een watergift om het vocht snel af te voeren en de planten binnen een etmaal droog te krijgen. Daarentegen blijkt de potverdamping echter niet geringer te zijn bij het dompelen. Het water trekt bij dompelen grotendeels op naar de bovenzijde van de pot en omdat er meer vocht wordt opgenomen dan bij bovendoor watergeven is de substraatverdamping zeker niet minder. De zoutophoping was daardoor iets, maar niet verontrustend veel hoger dan bij bovendoor watergeven.

Een nadeel van dompelen is de ingrijpend benodigde aanpassingen aan het teeltsysteem. Dit zal een volledig aanpassing van de huidige teeltwijze vergen met transport van -aangepaste - roltafels naar een dompelunit. Afgezien van de mogelijk technische kinderziekten hiervan is er de onbekendheid van risico's op verspreiding van wortelziekten via het dompelwater. Als het gebruikte water na iedere tafel ontsmet zou moeten worden neemt het rendement van de energiebesparing uiteraard af door de toenemende ontsmettingskosten. Als het water bij het dompelen na elke tafel ontsmet moet worden, is het volume water wat na het dompelen ontsmet moet worden (circa 35 l/m²) ruim 4 keer hoger dan na hergebruik bij bovendoor watergeven (circa 8 l/m², zie Bijlage IV). Als het mogelijk is om meerdere tafels in hetzelfde water te dompelen, kan de hoeveelheid water wat ontsmet moet worden gelijk (als 4 à 5 tafels in hetzelfde water gedompeld kunnen worden) of zelfs lager worden (als meer dan 5 tafels in hetzelfde water gedompeld kunnen worden) dan bij hergebruik bij bovendoor watergeven. Binnen dit concept zou nog gewerkt moeten worden aan de optimalisatie zoals de mogelijkheden dat er gewerkt kan worden met ontsmette dagvoorraden en de watergift verder te beperken door de vorm van de dompelbak aan te passen zodat er minder water nodig is om de dompelbak te vullen.

Anderzijds zou een dompelsysteem ook positieve neveneffecten kunnen geven in de teelt. Het risico op *Pseudomonas* zou mogelijk af kunnen nemen omdat deze niet meer door spatwater van het bovendoor watergeven verspreid kan worden. Met een dompelsysteem zou ook meer naar behoefte water gegeven kunnen worden, doordat voor elke individuele tafel (of per groep tafels) de watergeeffrequentie, dompeltijd en dompeldiepte apart ingesteld kan worden. Bij cultivars of plantstadia met een hoge waterbehoefte kan dan vaker water gegeven worden dan bij cultivars of plantstadia met minder waterbehoefte. In de huidige praktijksituatie is dit vaak lastig, omdat de hele kas in één keer met de regenleiding bovendoor water krijgt. In een dompelsysteem zou ook nog een gewichtsmeting ingebouwd kunnen worden, waarmee elke tafel gewogen wordt, waardoor de watergift nog verder afgestemd kan worden op de behoefte van de plant.

5 Literatuur

Baas R. 2008.

Invloed stikstofvoorziening tijdens de opkweek op Phalaenopsis. PT rapport 12835.

Baas R. 2009.

Invloed luchtbeweging op de verdamping en groei van Phalaenopsis in semi-gesloten kas. PT rapport.

Baas R. 2010.

Verdampingsmodel Phalaenopsis. PT rapport.

Dueck, T., Baas, R., Kromwijk, A., Campen, J., en Noort, F. van, 2011.

Energiezuinig teeltconcept Phalaenopsis. Rapport GTB-1068. Wageningen UR Glastuinbouw.

Schoenmakers, M., 2012.

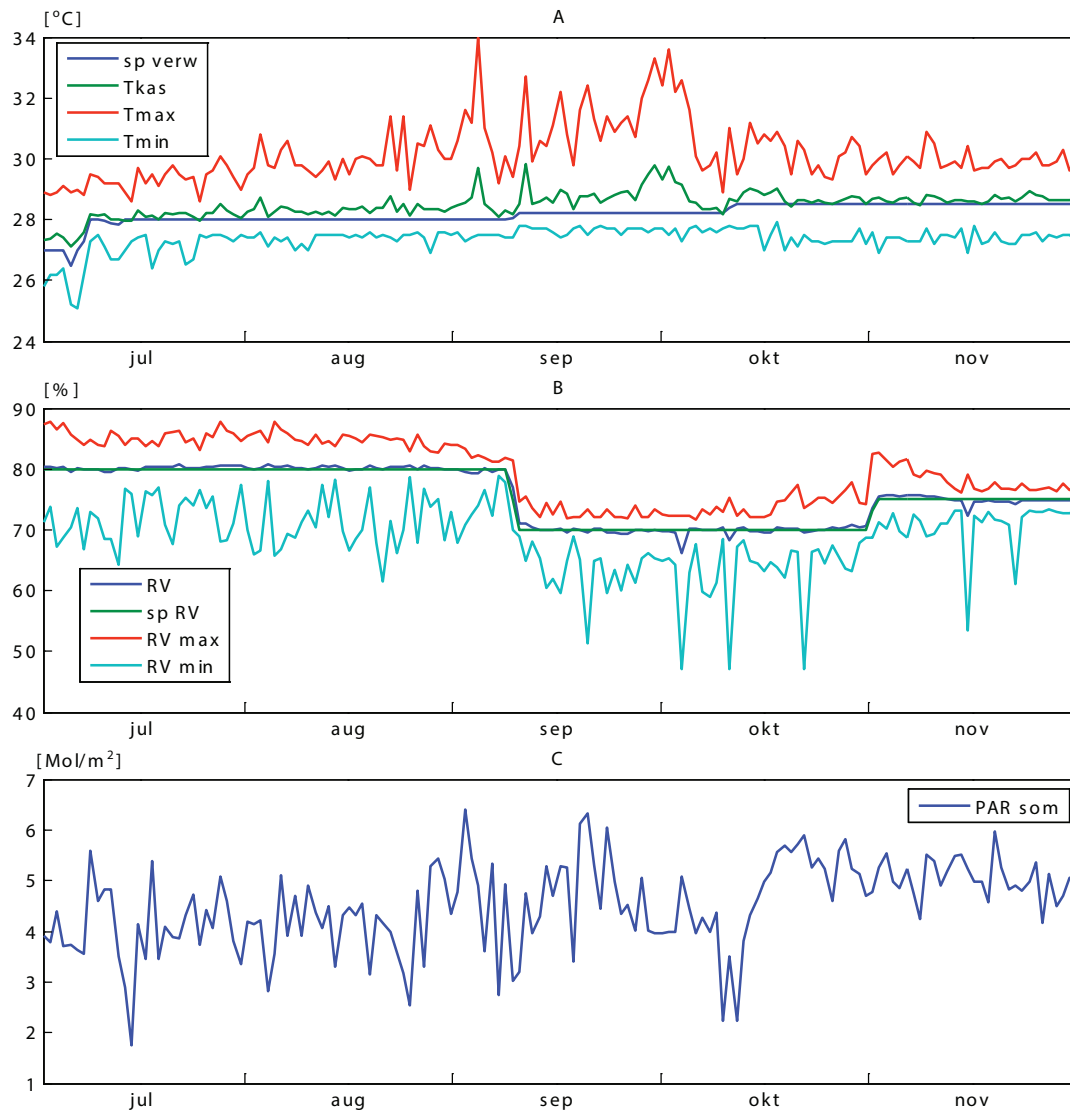
Inventarisatie knelpunten emissiebeperking potorchideeën. Rapport PT 14263-28. LTO Groeiservice.

Bijlage I Klimaatomstandigheden

De proeven beschreven in dit rapport zijn uitgevoerd bij:

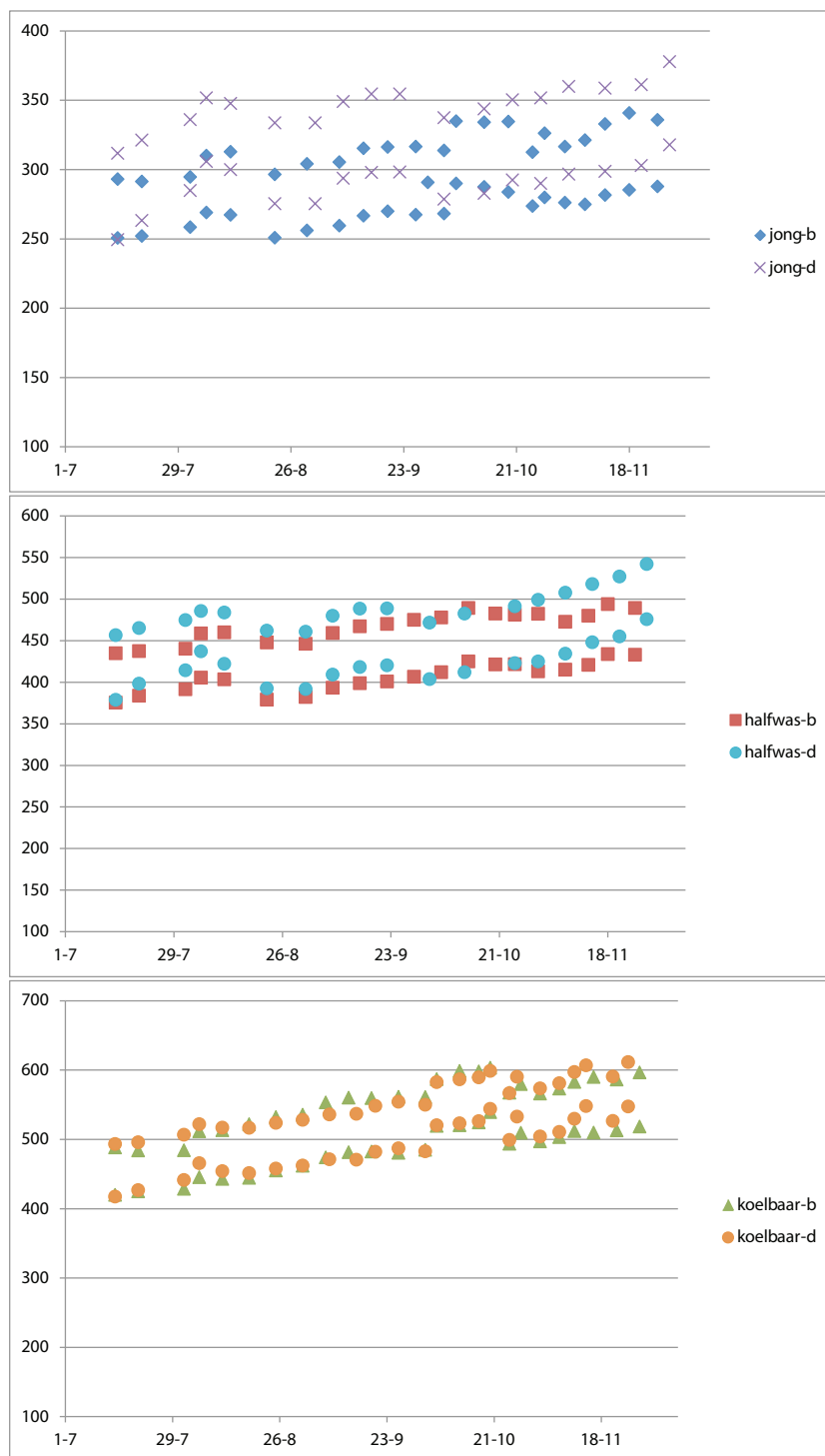
- Kasttemperatuur ingesteld op 28 °C. Helaas is tijdens de uitvoering van de proeven een afwijking in de meetbox geconstateerd. Door verstopping van het filter bleek dat de meetbox een te hoge waarde aangaf. Dit is waarschijnlijk ontstaan door het bestraten van de kas, net voordat dit onderzoek gestart is. Door de afwijking in de meetbox is de werkelijke temperatuur lager geweest dan 28 °C. Daardoor zijn tijdens de proeven voortakken opgetreden, met name in de bloeibare planten en in mindere mate ook in de halfwas planten.
- Er is gestreefd naar een lichtsom van 4 à 5 mol per dag en een lichtniveau van 100 - 120 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Bij de start in juli 2011 is de kas gekrijt en met 2 binnenschermen is het lichtniveau bijgestuurd. Er was geen belichting aanwezig. Vanwege het verzoek van de BCO om het onderzoek te verlengen en groeimetingen aan het gewas uit te voeren, zijn begin oktober alsnog lampen opgehangen en is vanaf 12 oktober bij belicht om een lichtsom van 4 à 5 mol te kunnen blijven realiseren.
- Met behulp van verneveling is de RV tot 8 september 2011 op 80% gehouden. Vanaf 8 september is de RV verlaagd naar 70% omdat er op 1 september in één plant *Erwinia* was gevonden. Nadien zijn geen nieuwe planten met aantasting gevonden en is vanaf eind oktober de RV weer verhoogd naar 75%. Door de hoge RV zijn de potten mogelijk minder snel af gedroogd dan in de praktijk waar de RV meestal lager is.
- Alle proeven zijn uitgevoerd in dezelfde kas met buisverwarming boven de planten. Er was geen buisverwarming onder de tafels aanwezig. Hierdoor droogden de potten waarschijnlijk minder snel af dan in de praktijk waar wel buisverwarming aanwezig is onder de tafels. De planten die gedompeld zijn, stonden op lage vaste tafels met gaasbodems. De planten die bovendoor water kregen stonden op verrijdbare hoge tafels, zodat die onder het blaasapparaat door gereden konden worden.
- Er is water gegeven met een standaard voedingsoplossing voor *Phalaenopsis* voor de opweekfase met een EC=1,0. Voor het dompelen en het bovendoor watergeven is dezelfde voedingsoplossing gebruikt.

In Figuur I-1A is het setpoint verwarmen (sp verw) en de gerealiseerde gemiddelde kasluchttemperatuur (T_{kas}), de maximum (T_{max}) en minimum kasluchttemperatuur (T_{min}) per dag gegeven. In Figuur I-1B staat de gemiddelde gerealiseerd RV (RV), het vochtsetpoint (sp RV) de maximum (RV max) en minimum RV (RV min) en in I-1C is de lichtsom per etmaal in de kas op plantniveau (PAR som) weer gegeven.

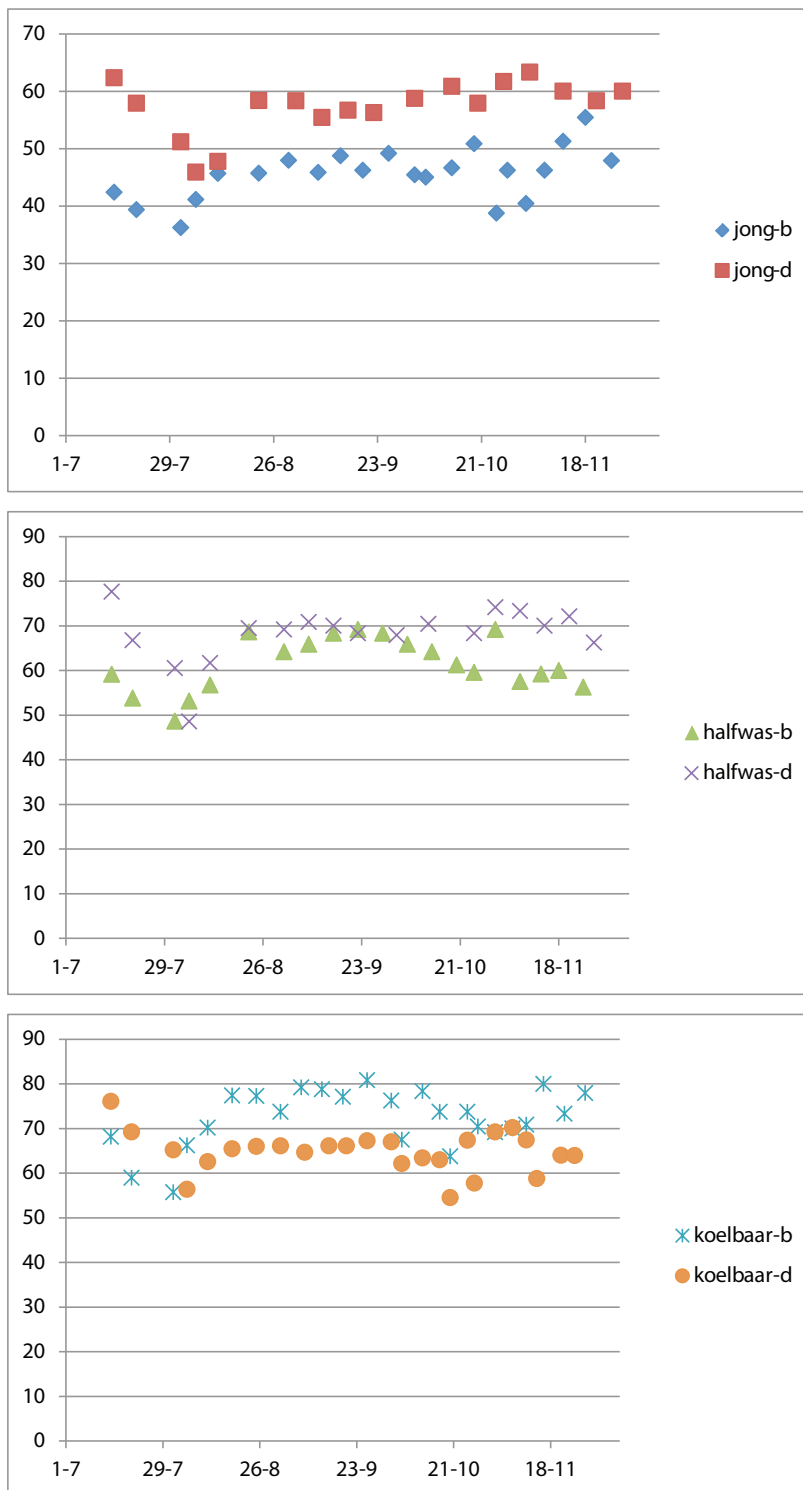


Figuur I-1. Het setpoint verwarmen (sp verw) en de gerealiseerde gemiddelde kasluchttemperatuur (T_{kas}), de maximum (T_{max}) en minimum kasluchttemperatuur (T_{min}) per dag (A), de gemiddelde gerealiseerd RV (RV) het vochtsetpoint (sp RV) de maximum (RV max) en minimum RV (RV min) (B) en de lichtsom in de kas op plantniveau (PAR som) (C).

Bijlage II Gegevens per watergift bovendoor en dompelen

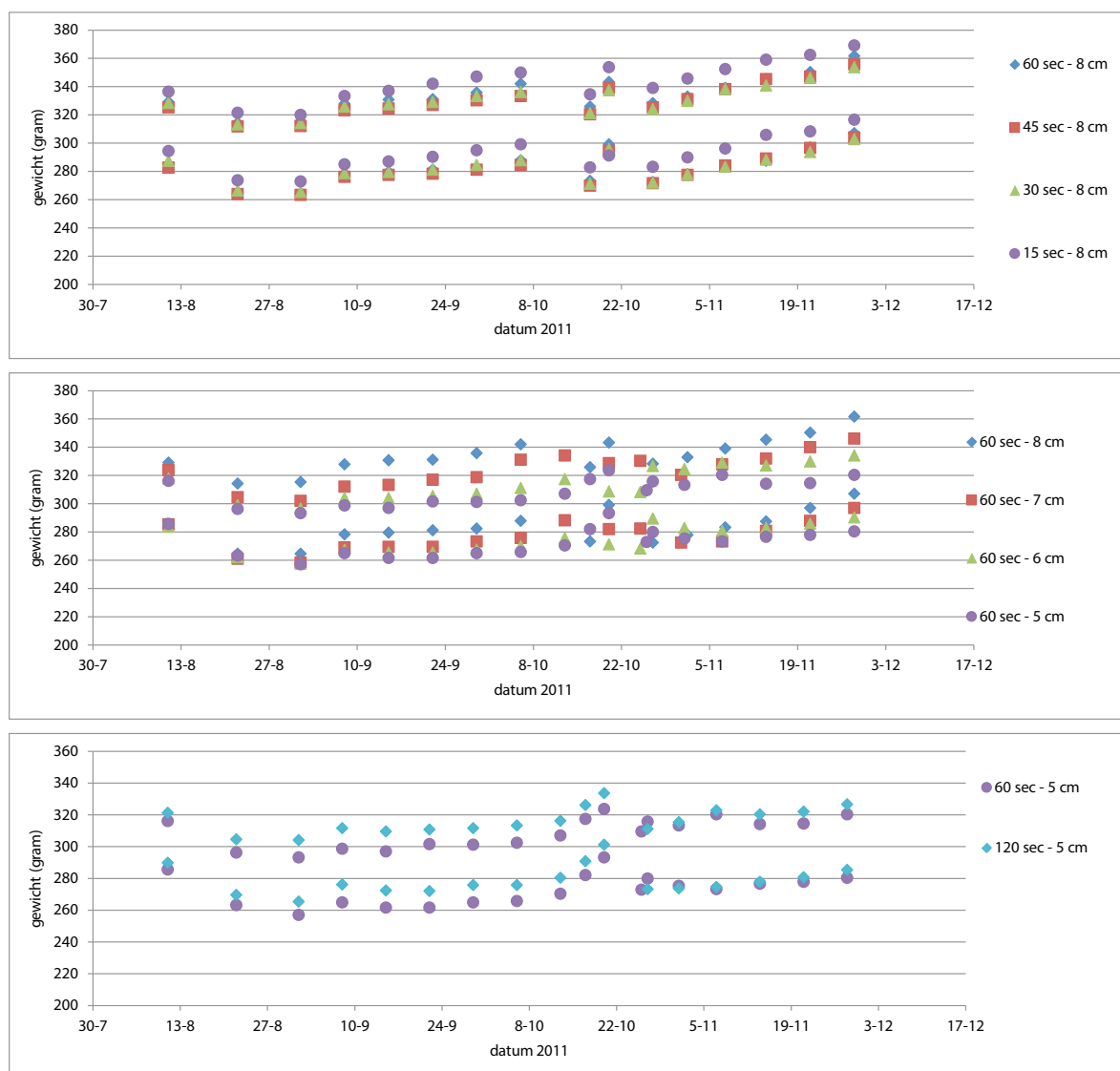


Figuur II-1. Gemiddeld gewicht per pot vóór en na het bovendoor watergeven (b) en dompelen (d) bij 3 plantleeftijden. Tot 10 augustus heeft alles op hetzelfde moment water gehad. Daarna is bij elke behandeling naar behoefte water gegeven.

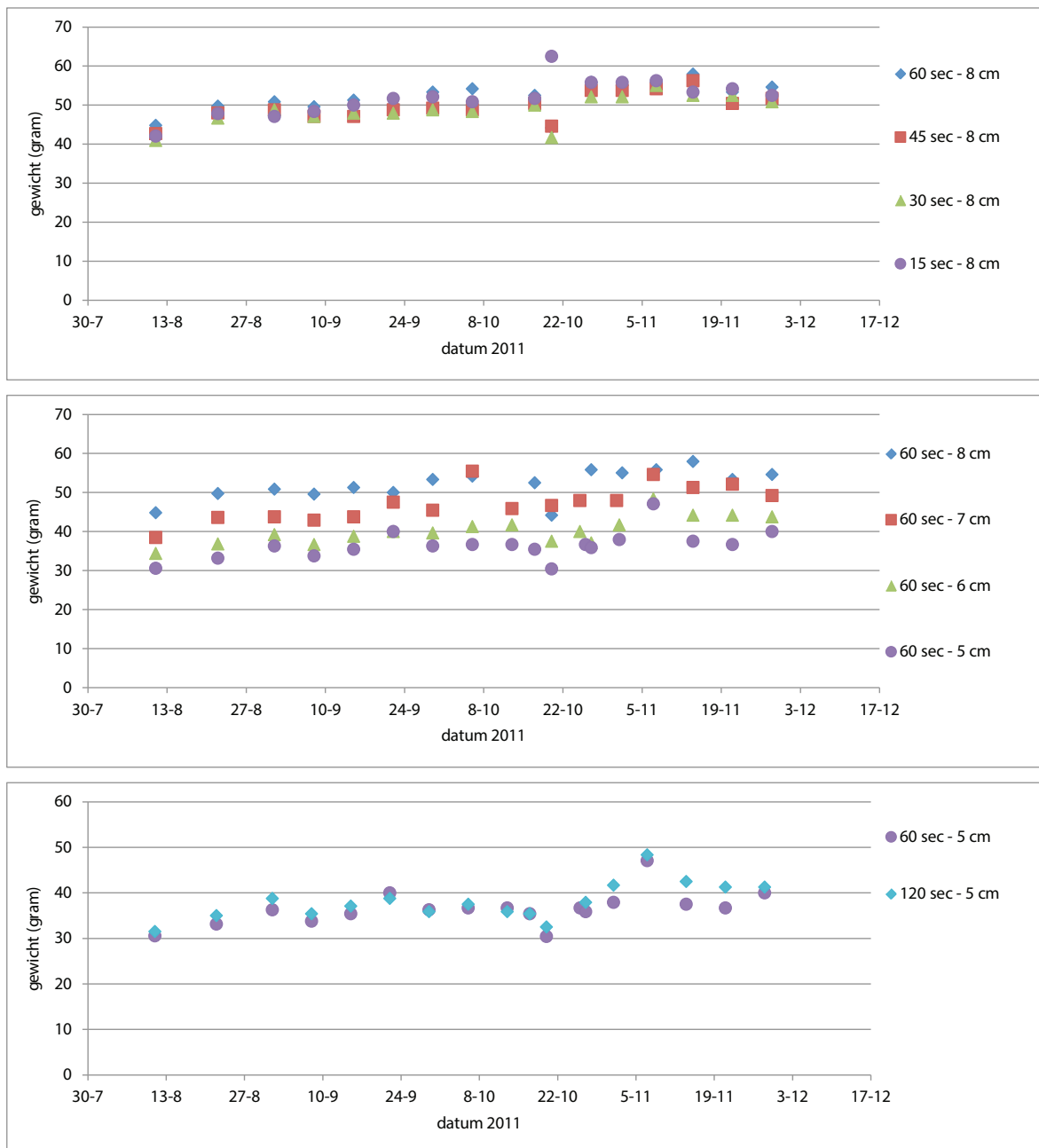


Figuur II-2. Gemiddeld gewichtstoename per pot van net vóór tot circa 20-30 minuten na het bovendoor watergeven (b) en dompelen (d) bij 3 plantleeftijden. Tot 10 augustus heeft alles op hetzelfde moment water gehad. Daarna is bij elke behandeling naar behoefte water gegeven.

Bijlage III Gegevens per watergift per dompeldiepte en dompeltijd



Figuur III-1. gemiddeld gewicht per pot vóór en na het dompelen met verschillende dompeldieptes en dompeltijden naar behoefte van 11-8 t/m 28-11-2011.



Figuur III-2. Gemiddelde toename in gewicht per pot bij het dompelen met verschillende dompeldieptes en dompeltijden naar behoefte van 11-8 t/m 28-11-2011.

Bijlage IV Berekening watervolume bij dompelsysteem Phalaenopsis

In deze Bijlage is een vergelijking gemaakt van de hoeveelheden drainwater die ontsmet zouden moeten worden met een gangbaar systeem van bovendoor watergeven en bij een dompelsysteem.

Bij het bovendoor watergeven wordt meestal gewerkt met gietbeurten van 10 tot 15 l/m². Deze geven een drain van 6 tot 10 l/m² (Baas, 2010). In een inventarisatie van LTO-GroeiService (Schoenmakers, 2012) bleek dat 20 van de 31 potorchideeën telers die deelgenomen hadden aan de inventarisatie nog geen drainwater hergebruiken. De Kaderrichtlijn Water maakt het echter noodzakelijk dat de emissie vanuit de glastuinbouw daalt tot een nagenoeg nul emissie in 2027. Bij het bovendoor watergeven zal in de toekomst dus ook meer drainwater hergebruikt moeten gaan worden en dit drainwater zal dan ook ontsmet gaan worden. Daarom is een vergelijking gemaakt tussen bovendoor water en dompelen waarbij bij beide methoden het drainwater wordt ontsmet en hergebruikt.

Een indicatie voor het watergebruik per vierkante meter per dompelbeurt is uitgewerkt middels de volgende aannames en formule:

- | | | |
|------------------------------------|--------|------|
| • Dompeldiepte | (Wt) | [mm] |
| • gemiddelde diameter van de pot | (Dgem) | [dm] |
| • waterhoogte in de pot | (Wp) | [dm] |
| • vulfractie substraat in de pot | (Vf) | [-] |
| • aantal potten per m ² | (Npot) | [n] |
- o De dompeldiepte kan sterk variëren. Hier is uitgegaan van 60 mm.
 - o Bij een 11,5/12 centimeter pot is de gemiddelde diameter ca. 10.5 cm.
 - o Er is uitgegaan van een eenvoudige pot, zonder holle ruimte in de bodem. De waterhoogte in de pot is dan 0.6 decimeter.
 - o De vulfractie is afhankelijk van de grofheid van het materiaal. Hier is verondersteld dat deze ca. 65% is.
 - o De potdichtheid is afhankelijk van de teeltfase. Bij de opkweek kan de potdichtheid oplopen tot ca. 78 stuks per m².

Bij deze uitgangspunten is het te verpompen watervolume per vierkante meter per beurt:

$$W_t = \pi/4 \times D_{\text{gem}}^2 \times W_p \times V_f \times N_{\text{pot}} \rightarrow 60 = \pi/4 \times 1.05^2 \times 0.6 \times 0.65 \times 78 = 34 \text{ l/m}^2$$

Bij afnemende standdichtheid na het wijder zetten kan dit toenemen tot 45 liter per m² in de eindfase van de teelt (bij een waterhoogte van 60 mm op de tafel). Er van uitgaande dat de potten circa 5 liter water per m² opnemen blijft dan 30 tot 40 liter water per m² over na een watergift om te ontsmetten (bij standdichtheid van resp. 78 en 45 pl/m²) als het water na elke tafel verversst moet worden. Het volume water wat bij het dompelen dan ontsmet moet worden (gem. 35 l/m²) is dan ruim 4 keer hoger dan bij bovendoor watergeven (gem. 8 l/m²). Als het mogelijk is om bijvoorbeeld 4 à 5 tafels in hetzelfde water te dompelen, dan zal de hoeveelheid water dat ontsmet moet worden ongeveer gelijk zijn aan het ontsmetten bij bovendoor watergeven. Als nog meer tafels in hetzelfde water gedompeld zouden kunnen worden, kan de hoeveelheid water wat ontsmet moet worden zelfs lager worden dan bij het bovendoor watergeven.

