



Recirculatie tijdens opkweek, koeling en afkweek van Phalaenopsis

Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij recirculatie potorchidee

Arca Kromwijk, Bram van Haaster, Nico van Mourik, Songyos Kongkijthavorn, Chris Blok en Erik van Os

Rapport GTB-1379



WAGENINGEN UR
For quality of life

Productschap  Tuinbouw



Interpolis. Glashelder

GLASTUINBOUW
WATERPROOF



Referaat

De Glastuinbouw streeft naar een duurzame bedrijfsvoering met zo min mogelijk milieubelasting. Om de emissie van meststoffen vanuit de teelt van potorchideeën te verminderen, is onderzoek uitgevoerd naar hergebruik van drainwater bij Phalaenopsis. De eerste recirculatiebehandeling was gericht op het kunnen voldoen aan de emissienorm voor 2018 en bij de tweede recirculatiebehandeling is de emissie nog verder terug gebracht met het oog op verdere aanscherping van de normen na 2018. Beide behandelingen zijn vergeleken met een derde behandeling zonder hergebruik van drainwater. Bij de recirculatiebehandelingen liep het natrium- en zinkgehalte op. Het hergebruik van drainwater heeft bij beide recirculatiebehandelingen geen nadelige gevolgen laten zien voor de plantengroei tijdens de opkweek, koeling en afkweek en ook niet tijdens de houdbaarheidstest na afloop van het onderzoek. Er is ook geen verhoogde ziektedruk geconstateerd. Bij alle behandelingen was er nagenoeg geen uitval van planten. Dit project is gefinancierd door de gewascoöperatie potorchidee, Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, Productschap Tuinbouw en Interpolis.

Abstract

In the Netherlands, the government and horticultural industry have agreed to lower the emission of nutrients to the environment. To reduce the emission of fertilizers in pot orchid cultivation research into the effects of reusing drainwater (recirculation) in Phalaenopsis was conducted at Wageningen UR Greenhouse Horticulture. The first treatment aimed to lower the emission to the standard of 2018. In the second treatment the emissions were lowered even more to meet the more stringent standards after 2018. Both treatments were compared with a third treatment without reuse of drain water. Sodium and zinc content increased in both recirculation treatments. The reuse of drainage water has shown no adverse effects on plant growth or disease incidence. In all treatments, virtually no plants were lost. This research is funded by the Phalaenopsis growers in the Netherlands, Dutch Product Board for Horticulture, Top Sector Horticulture & Propagation Materials and Interpolis.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1379

Projectnummer: 3742182800

PT nummer: 14996.01/15112



Disclaimer

© 2015 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wageningenUR.nl/glastuinbouw. Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen UR Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Materiaal en methode	9
	2.1 Proefopzet	9
	2.2 Monitoring watergift en drainwater	10
	2.3 Gewaswaarnemingen	11
	2.4 Houdbaarheid	11
3	Resultaten	13
	3.1 Samenstelling watergift en drainwater	13
	3.2 Emissie	21
	3.3 Gewasgroei vegetatieve fase	22
	3.4 Gewasgroei generatieve fase	24
	3.5 Houdbaarheid	28
4	Conclusies, discussie en aanbevelingen	29
	4.1 Conclusies	29
	4.2 Discussie	29
	4.3 Aanbevelingen	29
	Literatuur	31
	Bijlage 1 Communicatie activiteiten	33
	Bijlage 2 Gerealiseerd klimaat	35
	Bijlage 3 N-gehalte in relatie tot EC	37

Samenvatting

De Glastuinbouw streeft naar een duurzame bedrijfsvoering met zo min mogelijk milieubelasting. Om de emissie van meststoffen te verminderen zijn voor de substraatteelten verbruiksnormen afgesproken. De verbruiksnormen worden de komende jaren stapsgewijs verminderd met als doel te streven naar nagenoeg nul emissie in 2027. Voor potorchidee zijn de volgende emissienormen afgesproken:

- 2013/2014: maximaal 300 kg N/ha/jaar.
- 2015/2017: maximaal 200 kg N/ha/jaar.
- Vanaf 2018: maximaal 150 kg N/ha/jaar.

Bij de teelt van potorchidee is nog relatief weinig ervaring met hergebruik van drainwater. Om te kunnen voldoen aan de norm is recirculatie nodig en een grote inspanning vereist. In de eerste fase van onderzoek zijn leaflets opgesteld met informatie over knelpunten voortgekomen uit het praktijknetwerk recirculatie potorchidee en gepubliceerd op de website Glastuinbouw Waterproof (<http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/projecten/recirculatie-potorchidee/>).

Daarna is bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk een proef uitgevoerd met hergebruik van drainwater. Phalaenopsistelers die gestart zijn met hergebruik van drainwater gaven aan dat een emissienorm van 300 kg N/ha/jaar haalbaar lijkt in de praktijk. In de proef is nagegaan of het mogelijk is de emissie nog verder te verlagen. De eerste recirculatiebehandeling was gericht op het kunnen voldoen aan de emissienorm voor 2018 (maximaal 150 kg N/ha/jaar). Bij de tweede recirculatiebehandeling is de emissie nog verder terug gebracht met het oog op verder aanscherping van de normen na 2018. Tijdens de uitvoering van het onderzoek is de samenstelling van de watergift en drainwater nauwkeurig gemonitord en het bijmestschema naar behoefte aangepast. De voeding is aangemaakt met vloeibare meststoffen. Dit is anders dan in de praktijk, waar op veel bedrijven nog met vaste meststoffen gewerkt wordt.

Natrium

In de eerste 14 weken na de start van de recirculatie is al het opgevangen drainwater hergebruikt. Het natriumgehalte was toen opgelopen tot 1,5-1,6 mmol/l in het drainwater en 1,0-1,1 in de watergift. Vervolgens is drainwater geloosd. Na deze lozing liep het natriumgehalte minder hoog op. Mogelijk heeft dit mede te maken met een andere toediening van chloordioxide, waardoor er ook minder natrium in het water kwam. Omdat er geen problemen met uitval waren, is na de start van de koeling helemaal geen chloordioxide meer toegediend. Het natriumgehalte bleef bij recirculatie wel hoger dan bij de controlebehandeling zonder hergebruik, maar liep minder hoog op dan in de eerste 14 weken van de opkweekfase. Daardoor was het ook nauwelijks meer nodig om tijdens verdere koeling en afkweekfase drainwater te lozen.

Zink

Het zinkgehalte liep op tot maximaal 16 mmol/l. Om onnodig oplopen van het zinkgehalte te voorkomen, is de zinkdosering na de start van de recirculatie direct op 0 ingesteld. Een oplopend zinkgehalte bij hergebruik van drainwater is een bekend fenomeen in de praktijk en lijkt vooral het gevolg van het telen op gaasbodems. Er kunnen daarnaast echter nog meer zinkbronnen aanwezig zijn. Het opsporen en elimineren van de zinkbronnen en coaten van gaasbodems kan voorkomen dat het zinkgehalte onnodig hoog oploopt bij hergebruik van drainwater. Omdat een hoog zinkgehalte zich vaak uit als een ernstig ijzertekort is het belangrijk om bij een hoog zinkgehalte er voor te zorgen dat het ijzergehalte voldoende hoog blijft en indien nodig het ijzergehalte te verhogen. Het ijzergehalte kan bij recirculatie sterk terug lopen, omdat bij beluchting ijzer neer kan slaan. Het ijzer kan ook onwerkzaam worden door pH en UV-ontsmetting en ijzerchelaten kunnen ook versneld worden afgebroken bij gebruik van chloordioxide. Daarom wordt geadviseerd het ijzergehalte goed te monitoren en indien nodig de dosering te verhogen.

Emissie

Bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater kwam de emissie op jaarbasis op 1937 kg N/ha/jaar. Dit is waarschijnlijk wat hoger dan in de praktijk omdat er in de proefvakken relatief veel watergift via het omringende plastic bij het drainwater kwam. Met hergebruik van drainwater was de emissie flink lager. Bij de eerste recirculatiebehandeling is op jaarbasis 182 kg N/ha/jaar geloosd. Bij de tweede recirculatiebehandeling is slechts twee keer drainwater weggepompt, wat op jaarbasis op een emissie van 60 kg N/ha/jaar komt. Voor de vastgestelde emissienormen dient ook de emissie van lozing van spoelwater van het zandfilter meegeteld te worden, als drainwater gebruikt wordt voor het spoelen van filters. In eerdere scenarioberekeningen is voor de lozing van filterspoelwater een emissie van 36 kg N/ha/jaar berekend. De emissie van spoelwater kan verminderd worden door spoelwater terug te voeren naar vuil water tank of door gebruik van schoon water voor het spoelen van het zandfilter.

Geen negatieve effecten

Het hergebruik van drainwater heeft bij beide recirculatiebehandelingen geen nadelige gevolgen laten zien voor de plantengroei tijdens de opkweek, koeling en afkweek en ook niet tijdens de houdbaarheidstest na afloop van het onderzoek. Er is ook geen verhoogde ziektedruk geconstateerd. Bij alle behandeling was er nagenoeg geen uitval van planten. Uit de gewasanalyses blijkt dat het gewas bij recirculatie wel meer natrium heeft opgenomen dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie. Zowel in het blad als in de wortels was het natriumgehalte hoger, maar dit had geen nadelige effecten op de groei. In de bloemtakken was geen duidelijke concentratie natrium meetbaar.

1 Inleiding

De Glastuinbouw streeft naar een duurzame bedrijfsvoering met zo min mogelijk milieubelasting. Om de emissie van meststoffen te verminderen zijn voor de substraatteelten verbruiksnormen afgesproken. De verbruiksnormen worden de komende jaren stapsgewijs verminderd met als doel te streven naar een nagenoeg nul lozing in 2027. Voor potorchidee zijn de volgende emissienormen afgesproken:

- 2013/2014: maximaal 300 kg N/ha/jaar.
- 2015/2017: maximaal 200 kg N/ha/jaar.
- Vanaf 2018: maximaal 150 kg N/ha/jaar.

Bij de teelt van potorchidee is nog relatief weinig ervaring met hergebruik van drainwater. De emissie van stikstof blijkt echter relatief hoog en ligt op bedrijven zonder recirculatie ver boven de norm. Om te kunnen voldoen aan de norm is recirculatie nodig en een grote inspanning vereist. In de eerste fase van onderzoek naar recirculatie potorchidee zijn leaflets opgesteld met informatie over knelpunten voortgekomen uit het praktijknetwerk recirculatie potorchidee (bijlage I) en gepubliceerd op de website Glastuinbouw Waterproof (<http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/projecten/recirculatie-potorchidee/>).

Daarna is bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk een kasproef uitgevoerd met hergebruik van drainwater. Dit rapport beschrijft de uitvoering en resultaten van dit onderzoek. Telers die al gestart zijn met hergebruik van drainwater gaven aan dat een emissienorm van 300 kg N/ha/jaar in de praktijk haalbaar lijkt. In de kasproef is nagegaan in hoeverre het mogelijk is de emissie nog verder te verlagen. De eerste recirculatiebehandeling was gericht op het kunnen voldoen aan de norm voor 2018 (maximaal 150 kg/ha/jaar) en de tweede recirculatiebehandeling was gericht op het vast stellen tot hoever de emissie daarna nog verder terug gebracht zou kunnen worden met het oog op verdere aanscherping van de normen na 2018 en streven naar nagenoeg nul emissie in 2027. Daarbij is nauwkeurig de plantengroei gemonitord om vast te stellen of vermindering van emissie mogelijk is met behoud van de plantgezondheid en zonder groeiremming.

In 2014 is het onderzoek gestart met recirculeren bij Phalaenopsis tijdens opkweekfase (=vegetatieve fase) en op verzoek van de telers zijn de behandelingen in 2015 voortgezet tijdens de koeling- en afkweekfase (=generatieve fase) om vast te stellen of er geen na-effecten optreden op de bloei en de recirculatiebehandelingen zonder nadelige effecten tijdens de bloei-inductie en uitgroei van bloemtakken kunnen worden voort gezet. De voortgang en resultaten zijn elke week afgestemd met de telers van de begeleidingscommissie onderzoek (BCO). Op deze plaats hartelijk dank aan de leden van de BCO voor hun wekelijkse bezoeken en hun bijdrage aan dit onderzoek. De bijeenkomsten met de BCO en de communicatie-activiteiten voor dit project zijn uitgevoerd in samenwerking met LTO-Glaskracht (bijlage I).

Doel: Verminderen van emissie bij potorchidee bij het huidige gangbare teeltsysteem met bovendoor watergeven.

Dit project is mede mogelijk gemaakt door financiële bijdrage van:

- Gewascoöperatie potorchidee.
- Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen (programma Glastuinbouw Waterproof).
- Productschap Tuinbouw.
- Interpolis.

In kind bijdrage van:

- Anthura (plantmateriaal).
- Floricultura (plantmateriaal).
- Prominent Verder (chloordioxide apparaat).
- Phalaenopsis telers Raymond v.d. Knaap, Ruud Moor, Henri Buttermann en Rob Olsthoorn (adviesering in wekelijkse bijeenkomsten van de begeleidingscommissie).

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet

In overleg met de Phalaenopsistelers in de begeleidingscommissie en programmamanager water van LTO Glaskracht is een plan van aanpak voor onderzoek naar recirculatie bij potorchidee ontwikkeld. Omdat bij de bedrijven die wel drainwater recirculeren de norm van 2013/2014 van maximaal 300 kg stikstof per ha per jaar haalbaar lijkt, is de eerste recirculatiebehandeling gericht op het kunnen voldoen van de norm vanaf 2018 (maximaal 150 kg N/ha/jaar). De tweede recirculatiebehandeling was gericht op het vast stellen tot hoever de emissie nog verder terug gebracht zou kunnen worden met het oog op verder aanscherping van de normen na 2018 en streven naar nul-emissie in 2027. Deze twee behandelingen zijn vergeleken met een controlebehandeling zonder recirculeren. De uitgevoerde behandelingen zijn:

1. Recirculeren 1: Recirculeren zodanig dat emissie op maximaal 150 kg N/ha uit komt (=norm vanaf 2018). Vooraf zijn scenariostudies uitgevoerd met het waterstromenmodel (van Os en Kromwijk, 2014) en daaruit bleek dat bij gebruik van Na-arm water, Na-arme meststoffen en spuien bij Na-gehalte van 1 mmol Na/l de emissie op circa 170 kg N/ha uit zou komen en bij een Na-grens van 2 mmol Na/l de emissie op circa 50 kg N/ha uit zou komen. Daarom is vooraf afgesproken om bij deze behandeling al het drainwater te hergebruiken tot een grenswaarde van circa 1,2 tot 1,5 mmol Na/l zou zijn bereikt. Pas als het Natriumgehalte boven de 1,2 tot 1,5 mmol Na/l dreigde uit te komen, zou drainwater worden gespuid.
2. Recirculeren 2: Maximaal recirculeren, voor zover mogelijk streven naar 0 kg N/ha/jaar. Spoelwater van UV-ontsmetter wordt wel gespuid.
In principe al het drainwater recirculeren zolang het gewenste voedingsrecept nog gegeven kan worden en goed monitoren wat er gebeurt met Na en andere meststoffengehalten in drainwater en plantengroei. Indien volledig recirculeren niet zonder nadelige gevolgen gaat, vastleggen wanneer en waarom nadelige gevolgen optreden (Voor Phalaenopsis is nog niet bekend bij welke Na-gehalten schade aan het gewas op gaat treden en welke gehalten dus zonder risico's toegelaten kunnen worden). Dit geeft inzicht in mogelijke risico's bij hergebruik van al het drainwater en maakt duidelijk welke knelpunten (indien nodig) nog opgelost dienen te worden.
3. Controlebehandeling zonder recirculeren.

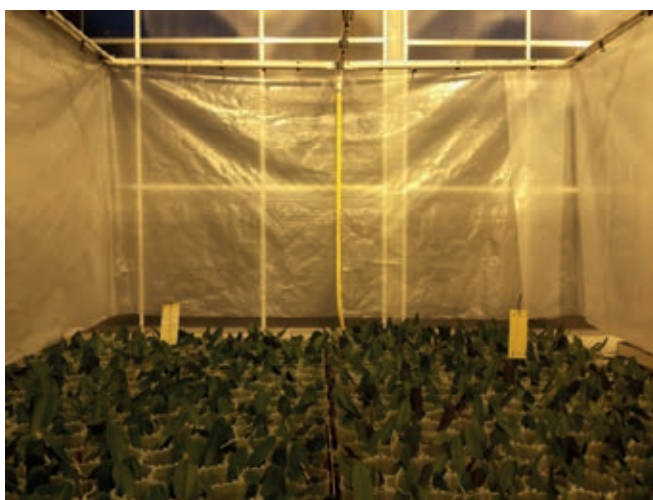
De behandelingen zijn uitgevoerd in twee herhalingen. Binnen elke herhaling is de proef uitgevoerd met twee cultivars: één gevoelige cultivar voor groeiproblemen (Zamora) en één minder gevoelige cultivar (Springtime).

Om de drie behandelingen goed uit te kunnen voeren is voor elke behandeling een apart watergeefstelsel en gescheiden drainwateropvang en drainontsmetting aangelegd. Voor de 3 behandelingen in twee herhalingen is de kas in 6 groepen van elk twee tafels verdeeld (figuur 1-links). Binnen elke groep was er één tafel met de cultivar Zamora en één tafel met de cultivar Springtime. Boven elke groep is een aparte regenleiding gemaakt en rondom plastic opgehangen om de watergift en drainopvang van elke behandeling gescheiden te houden (figuur 1-rechts). De planten stonden op gaasbodems zoals gebruikelijk in de praktijk. De gaasbodems waren boven aluminium tafels gemonteerd om het drainwater op te vangen. Van de controlebehandeling zonder recirculeren is het drainwater afgevoerd naar het riool. Voor de twee recirculatiebehandelingen zijn twee gescheiden wateropvangsystemen gebouwd. Het drainwater is per behandeling apart afgevoerd naar een opvang silo voor vuil drainwater achter in de kas. Het drainwater is vervolgens ontsmet met een UV-ontsmetter (voor elke behandeling een aparte ontsmetter) en opgevangen in een opvang silo voor schoon drainwater. Vervolgens is in een voorraadbak het schone drainwater gemengd met nieuwe voedingsoplossing. Vóór elke watergift is de EC en pH gemeten en aangepast aan de gewenste waarden. De voeding is aangemaakt met vloeibare meststoffen. Op veel bedrijven in de praktijk wordt nog gewerkt met vaste meststoffen. Ureum is als vaste meststof handmatig net voor elke watergift toegevoegd. Tijdens de opkweek is bij elke watergift chloordioxide mee gegeven zoals gebruikelijk in de praktijk met een dosering van 1 ppm.

Het onderzoek is begin september (eind week 36-2014) gestart met net opgepotte planten. Vanaf medio september t/m begin maart 2015 zijn bovenstaande behandelingen toegepast tijdens de opkweekfase (=vegetatieve fase). De teeltomstandigheden zijn ingesteld op advies van de telers in de BCO op basis van gemiddeld gangbare teeltomstandigheden tijdens de praktijk (zie gerealiseerde etmaalgemiddelden in bijlage 2).

Begin maart 2015 is de temperatuur verlaagd om de bloei te induceren en zijn de behandelingen voortgezet tijdens de koeling en afweek (=generatieve fase). Net voor de start van de koeling zijn de planten wijder gezet (53 pl/m²). De planten zijn niet op grootte gesorteerd zoals gebruikelijk in de praktijk. Alle planten zijn tegelijkertijd naar de koeling en afweekfase gegaan. Bij de start van de koeling waren de planten wat kleiner dan gebruikelijk in de praktijk. Omdat in de proefkas geen mechanische koeling aanwezig was, is in overleg met de BCO er voor gekozen om ondanks de kleine plantmaat toch de koeling te starten om te voorkomen dat bij een latere start van de koeling de gewenste koeltemperatuur zonder mechanische koeling niet meer goed gerealiseerd zou kunnen worden.

Behandelingen ↓ ingang kas	
recirculeren 1	controle 3
recirculeren 1	controle 3
controle 3	recirculeren 2
controle 3	recirculeren 2
recirculeren 2	recirculeren 1
recirculeren 2	recirculeren 1
UV-2	UV-1



Figuur 1. Proefschema recirculatie potorchidee met drie behandelingen in twee herhalingen (links). Boven elke herhaling is een aparte regenleiding gemaakt en rondom plastic opgehangen om de watergift en drainopvang van elke behandeling helemaal gescheiden te houden (rechts). De drain is per behandeling apart opgevangen in een vuile drainopvang, vervolgens ontsmet met een eigen UV-ontsmetter en opgevangen in een schone drainopvang. In een voorraadbak is de schone drain aangevuld met nieuwe voedingsoplossing.

2.2 Monitoring watergift en drainwater

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is vóór elke watergift de EC en pH in de voorraadbak gemeten en indien nodig bijgesteld. Eén keer per week zijn vóór de watergift bij elke behandeling een aantal planten in een goed omsluitende overpot gezet om drain onderuit de potten op te vangen en de EC en pH onderuit de potten te meten. Eens in de twee à drie weken is bij de drie behandelingen ook de samenstelling van de gift en drain onderuit de potten geanalyseerd. Daarnaast is bij de twee recirculatiebehandelingen regelmatig de samenstelling van de drain na de UV-ontsmetter geanalyseerd om de samenstelling van het bij te mengen drainwater te monitoren en indien nodig de samenstelling van de bij te voegen nieuwe oplossing af te stemmen op de samenstelling van het drainwater.

2.3 Gewaswaarnemingen

Tijdens de opkweekfase zijn op elk tafel 10 planten gelabeld om de groei te monitoren. Elke twee weken is het aantal bladeren geteld en de lengte en breedte van de bladeren gemeten. Aan het einde van de opkweekfase zijn aan tien andere willekeurige planten van elke proefveld destructieve waarnemingen uitgevoerd aan vers- en drooggewicht bovengronds (blad en stengel) en ondergronds (wortels), aantal bladeren en bladoppervlakte per plant met behulp van een bladoppervlakte meter. Na de destructieve metingen is van de droge stof van de cultivar Springtime een gewasanalyse uitgevoerd.

Negen weken na de start van de koeling is een tussentijdse meting uitgevoerd aan het aantal bloemtakken per plant (n=50 per tafel). In het veilingrijpe stadium is van 100 planten per tafel het percentage planten per kwaliteitsklasse (1-tak onvertakt, 1-tak vertakt, 2-tak onvertakt, 2-tak vertakt) vastgelegd. Omdat er bij de cultivar Zamora wat groeifwijkingen zichtbaar waren is aan dezelfde 100 planten per tafel ook het aantal planten met een 'vorkvormige' bloemtak en het aantal planten met bloemknopverdroging geteld. Vervolgens zijn aan 5 planten per kwaliteitsklasse per tafel, metingen uitgevoerd aan vers- en drooggewicht van blad (blad + stengel), bloemtakken en wortels, aantal bladeren per plant, bladoppervlakte per plant, planthoogte tot aan onderste (=oudste) bloemknop, planthoogte van gehele bloemtak (tot aan jongste bloemknop aan top), bloemgrootte, aantal bloemknoppen en aantal vertakkingen per plant. Na de destructieve metingen is van de droge stof van de cultivar Springtime een gewasanalyse uitgevoerd.

2.4 Houdbaarheid

Na afloop van het recirculatie-onderzoek zijn van elke behandeling 5 planten met en 5 planten zonder transportsimulatie getest op houdbaarheid. De planten zonder transportsimulatie zijn direct vanuit de kas in de houdbaarheidsruimte geplaatst. De planten voor de test met transportsimulatie zijn ingehoesd, in een tray gezet en gedurende 6 dagen in een donkere koelcel geplaatst bij 15°C en RV van 75%. Hierna is een winkelsimulatie gegeven van 6 dagen ingehoesd in de houdbaarheidsruimte bij 20°C. De planten zonder transportsimulatie zijn na 6 weken beoordeeld. De planten met transportsimulatie zijn 30 dagen na het einde van de winkelsimulatie beoordeeld op dezelfde dag als de beoordeling van de planten zonder transportsimulatie. Tijdens het houdbaarheidsonderzoek is naar behoefte water gegeven.

3 Resultaten

3.1 Samenstelling watergift en drainwater

Voor de aanmaak van de voeding is bassinwater (zie analyse in tabel 1) en vloeibare meststoffen gebruikt. Dit is anders dan op veel praktijkbedrijven, waar nog vaak vaste mengmeststoffen gebruikt worden. In de vegetatieve en generatieve fase zijn de voedingsrecepten in tabel 2 gehanteerd. Bonte de Jong, teeltadviseur potplanten, heeft geadviseerd over het te hanteren voedingsrecept en op verzoek van de BCO is het ureumgehalte iets verlaagd en het nitraatgehalte en EC iets verhoogd bij gelijkblijvend totaal stikstofgehalte (zie uiteindelijke schema in tabel 2). Vanaf 23 september (twee weken na oppotten) waren alle technische aanpassingen klaar en is gestart met hergebruik van drainwater. Elke 2 à 3 weken zijn watermonsters geanalyseerd van de watergift en drainwater opgevangen onderuit de potten. Er zijn ook regelmatig analyses gemaakt van het drainwater in de drainopvangsilo's na de UV-ontsmetters. Op basis van het gehalte aan voedingselementen in de drainsilo's, is (voor zover nodig) de samenstelling van de nieuw bij te mengen voedingsoplossing aangepast. Er is naar gestreefd om de onderlinge verhoudingen en concentraties van de voedingselementen niet te veel te laten afwijken van de watergift van de controlebehandeling zonder recirculatie.

Tabel 1

Gehalte aan hoofdelementen (mmo/l) en sporenelementen (μmol/l) in het uitgangswater (bassinwater, 30-12-2014). Het bassinwater bestaat voornamelijk uit regenwater, maar wordt zo nu en dan aangevuld met osmosewater.

pH	EC	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Si	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
5.5	0.07	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.05	0.4	0.2	0.5	<4	<0.1	0.1

Tabel 2

Gebruikt voedingsrecept in de opkweek (opkw) van september 2014 t/m begin maart 2015 en in de koeling/afkweek (afkw) vanaf begin maart 2015 t/m eindwaarnemingen aan veilingrijpe planten.

	Ure- um	NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	N-tot	N/K	K/Ca
opkw	2.5*	0.4	4	2.6	1.5	9.7	1.5	0.7	60	8	4	20	1	0.75	15.1*	3.8	1.5
afkw	2.5*	0	4	1.7	0.9	6.7	1.5	0.5	60	8	4	20	1	0.75	11.7*	2.9	2.4

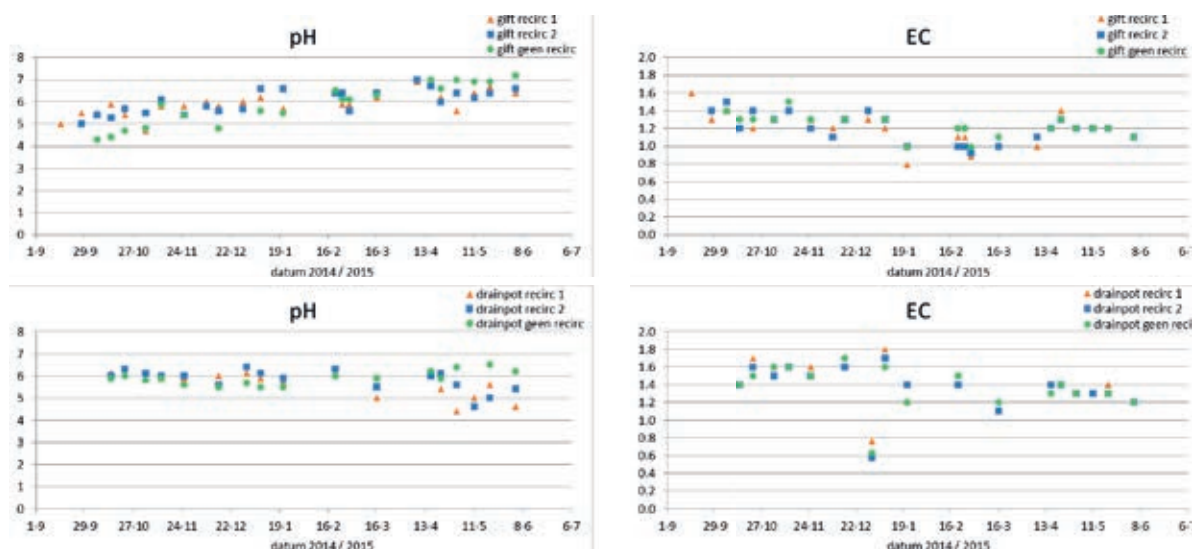
* 2,5 mmol ureum = 5 mmol N

pH

Tijdens de opkweek is een pH van ca. 5,5 nagestreefd. Richting de koeling- en afkweekfase is een iets hogere pH (6) in de watergift nagestreefd om te voorkomen dat de pH in het drainwater in de koeling- en afkweekfase te ver terug zou zakken. Het terugzakken van de pH tijdens de generatieve fase is een bekend fenomeen in de praktijk. Bij de recirculatiebehandelingen was de pH in het drainwater in de laatste periode van de teelt lager dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie (figuur 2 – links).

EC

Voor de opkweekfase is een EC in de watergift van 1,26 nagestreefd. De EC in het opgevangen drainwater onderuit de pot was gemiddeld 0,2 hoger dan in de gift (tabel 3 en figuur 2 – rechts). De EC in de draintank was gemiddeld iets minder hoog omdat daar ook watergift bij kwam wat naast de potten viel of via het plastic folie aan de zijanten direct naar de drainopvang ging. Omdat de EC in het drainwater hoger was dan de gewenste EC voor de gift, is de EC van de toegevoegde nieuwe oplossing zodanig verlaagd (tot ca. 1), zodat na menging met het drainwater de gewenste EC van 1,26 weer gerealiseerd werd. Indien een watergift werd gegeven met alleen drainwater (zonder bijvoeging van nieuwe oplossing) is schoon water bijgevoegd totdat de gewenste EC bereikt was. De EC in het drainwater onderuit de pot liep geleidelijk wat op. Op 31 december en 16 januari is op advies van de BCO schoon water gegeven. Daarna is een wat lagere EC in de gift aangehouden om te voorkomen dat de EC in de drain opnieuw te hoog op zou lopen. Na de watergift met schoon water op 31 december werd een EC in de drain gemeten van 0,6-0,8 (figuur 2-rechts).



Figuur 2 Verloop van pH en EC in de watergift (boven) en in het drainwater onderuit de pot (onder). Op 31-12 is een gift met schoon water gegeven en was de EC in het drainwater lager.

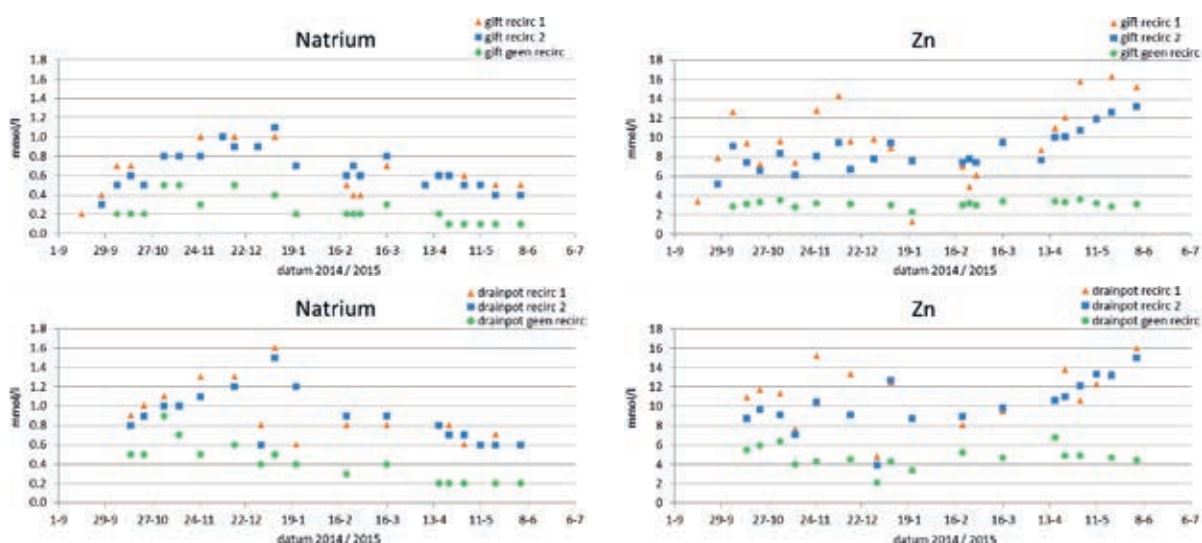
Natrium

Zoals verwacht was het natriumgehalte in de watergift en in het drainwater onderuit de pot bij de twee recirculatiebehandelingen hoger dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie (tabel 3 en figuur 3-links). Tot en met 30 december 2014 is geen drainwater geloosd en is bij beide recirculatiebehandelingen al het opgevangen drainwater hergebruikt. Het natriumgehalte in het drainwater opgevangen onderuit de pot was toen opgelopen tot 1,5-1,6 mmol/l en door het hergebruik van drainwater was het natriumgehalte in de gift opgelopen tot 1,0-1,1. Op 31 december is in overleg met de BCO besloten drainwater te lozen bij behandeling 1. Zowel de inhoud van de vuil water silo als schoon water silo van behandeling 1 zijn weg gepompt (zie 3.2.). Om herstel van wortels na een aantasting met potworm te bevorderen was tegelijkertijd het advies van de BCO om op 31 december een watergift zonder voeding gegeven. Om een gift met schoon water te kunnen geven is het restant in de dagvoorraad silo van behandeling 1 weg gepompt en deze dagvoorraad silo gevuld met schoon water. Vanuit deze dagvoorraad silo is schoon water gegeven aan zowel behandeling 1 als 2. Vanwege de beperkte opvangcapaciteit van de drainsilo's van de recirculatiebehandelingen (in de vuil water silo's kon drain van 1 watergift opgevangen worden, niet van 2 watergiften) was het daarna ook bij behandeling 2 noodzakelijk om het opgevangen drainwater van de watergift met schoon water weg te pompen. Anders was er niet voldoende ruimte om het drainwater van de volgende watergift met normale voedingsoplossing weer op te kunnen vangen. Vanwege een hoge EC in het drainwater is op 16 januari op advies van de BCO nogmaals een keer schoon water gegeven. Daarbij is dezelfde werkwijze aangehouden als op 31 december en was het opnieuw noodzakelijk drainwater weg te pompen bij behandeling 1 en 2. Daarbij is de hoeveelheid weg te pompen drainwater, bij behandeling 2 zo laag mogelijk gehouden (zie 3.2).

Na lozing van drainwater op 31 december 2014 en in januari 2015 (zie 3.2) liep het natriumgehalte in de watergift minder hoog op dan in 2014. Mogelijk heeft dit mede te maken met veranderingen in de toediening van chloordioxide. Met toediening van chloordioxide komt er namelijk ook extra natrium in de watergift (van Os en Kromwijk, 2014). Bij toediening van 1 ppm chloordioxide kan er 0,02 tot 0,09 mmol/l natrium in het water komen afhankelijk van de soort chloordioxide die gebruikt wordt. Vanaf de start van de proef is 1 ppm chloordioxide toegediend aan de voorraadtank van de watergift. Omdat chloordioxide handmatig voor elke watergift werd toegediend op basis van de inhoud van de voorraadtank en de voorraadtank niet geheel leeg ging bij elke watergift is er waarschijnlijk meer natrium in het systeem gekomen dan bij toediening van 1 ppm chloordioxide in de leiding van de watergift zoals gebruikelijk in de praktijk. Anderzijds worden in de praktijk soms hogere doseringen gebruikt en kan er door de hogere dosering meer natrium in het water komen. Begin 2015 is overgegaan op toediening van chloordioxide in de aanvoerleiding van de watergift overeenkomstig de praktijk. De hoeveelheden chloordioxide in de proefsituatie in combinatie met frequentie van watergift bleken echter zo laag, dat de chloordioxide te lang in de aanvoerleiding bleef, luchtbelletjes in de leidingen ontstonden en de toediening niet goed werkte. Omdat er geen problemen met uitval waren en in de praktijk tijdens de koeling en afkweekfase ook vaak gestopt wordt met chloordioxide, is in overleg met de BCO vanaf medio maart geen chloordioxide meer toegediend. Het natriumgehalte in zowel watergift als drainwater bleef bij de recirculatiebehandelingen wel hoger dan bij de controlebehandeling (figuur 3-links), maar liep minder hoog op dan in de eerste 4 maanden van de opkweekfase.

Zink

Zoals verwacht was het zinkgehalte in de watergift en in het drainwater onderuit de pot bij de twee recirculatiebehandelingen hoger dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie (tabel 3 en figuur 3-rechts). Na lozing van drainwater op 31 december 2014 en in januari 2015 (zie 3.2) zakte het zinkgehalte. Het zinkgehalte liep daarna opnieuw weer duidelijk op bij de recirculatiebehandelingen tot een maximaalniveau van ca. 16 mmol/l. Om onnodig oplopen van het zinkgehalte te voorkomen, is vrijwel direct na de start van de recirculatie, de zinkdosering in het recept voor de recirculatiebehandelingen op 0 ingesteld. De oplossing voor het oplopen van het zinkgehalte bij hergebruik van drainwater is het opsporen en elimineren van de zinkbron. Een oplopend zinkgehalte is bij hergebruik van drainwater bij Phalaenopsis in de praktijk een bekend fenomeen en lijkt vooral het gevolg van het telen op gaasbodems. Om een zo representatief mogelijke proef voor de praktijk uit te voeren is op advies van de BCO op gaasbodems geteeld zoals in de praktijk ook gebruikelijk is. Het coaten van gaasbodems kan er voor zorgen dat het zinkgehalte minder op loopt bij hergebruik van drainwater. Omdat een hoog zinkgehalte zich vaak uit als een ernstig ijzertekort is het belangrijk om bij een hoog zinkgehalte er voor te zorgen dat het ijzergehalte voldoende hoog blijft en indien nodig het ijzergehalte te verhogen (Blok en Kromwijk, 2014).



Figuur 3 Verloop van het natrium- en zinkgehalte in de watergift (boven) en in het drainwater onderuit de pot (onder).

Tabel 3

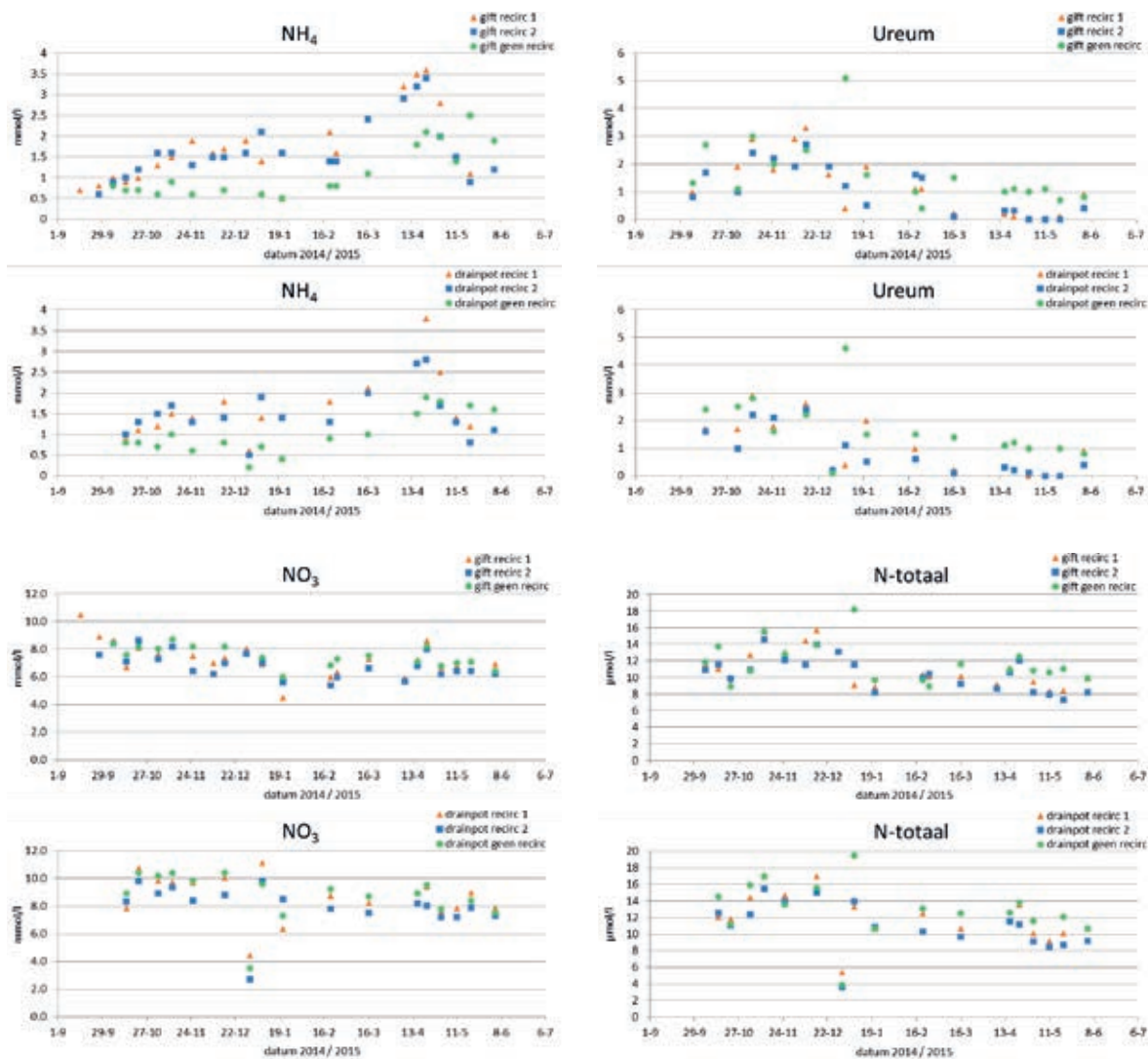
Gemiddelde pH, EC en gemiddeld gehalte voedingselementen (hoofdelementen in mmol/l en sporenelementen in µmol/l) in geanalyseerde monsters van watergift en drainwater onderuit de pot van september 2014 t/m eind juni 2015 (excl. watergiften met schoon water).

	watergift			drain		
	geen recirculatie	recirculeren 1	recirculeren 2	geen recirculatie	recirculeren 1	recirculeren 2
pH	5.9	5.9	6.0	5.9	5.6	5.8
EC	1.23	1.2	1.21	1.42	1.44	1.42
Ureum	1.7	1.4	1.2	1.8	1.1	0.8
NH ₄	1.1	1.7	1.7	1.1	1.6	1.6
K	3.4	2.8	2.8	3.8	3.2	3.4
Na	0.2	0.6	0.7	0.4	0.9	0.9
Ca	1.8	1.5	1.5	2.2	1.9	1.9
Mg	1.2	1.1	1.0	1.6	1.5	1.4
NO ₃	7.5	7.3	6.8	9.1	8.9	8.3
Cl	0.4	0.6	0.7	0.5	0.8	0.9
SO ₄	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9
P	1.2	1.0	0.8	1.4	1.3	1.0
Fe	53	45	40	49	41	38
Mn	6.9	4.9	4.1	6.0	5.0	4.5
Zn	3.1	9.7	8.7	4.9	11.3	10.6
B	18.5	14.7	10.9	18.2	14.8	12.1
Cu	0.8	0.8	0.7	0.9	1.0	0.8
Mo	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
Totaal N*	11.9	11.5	10.8	13.6	12.5	11.5

* 1 mmol ureum (CO(NH₂)₂) bevat 2 mmol N.

N

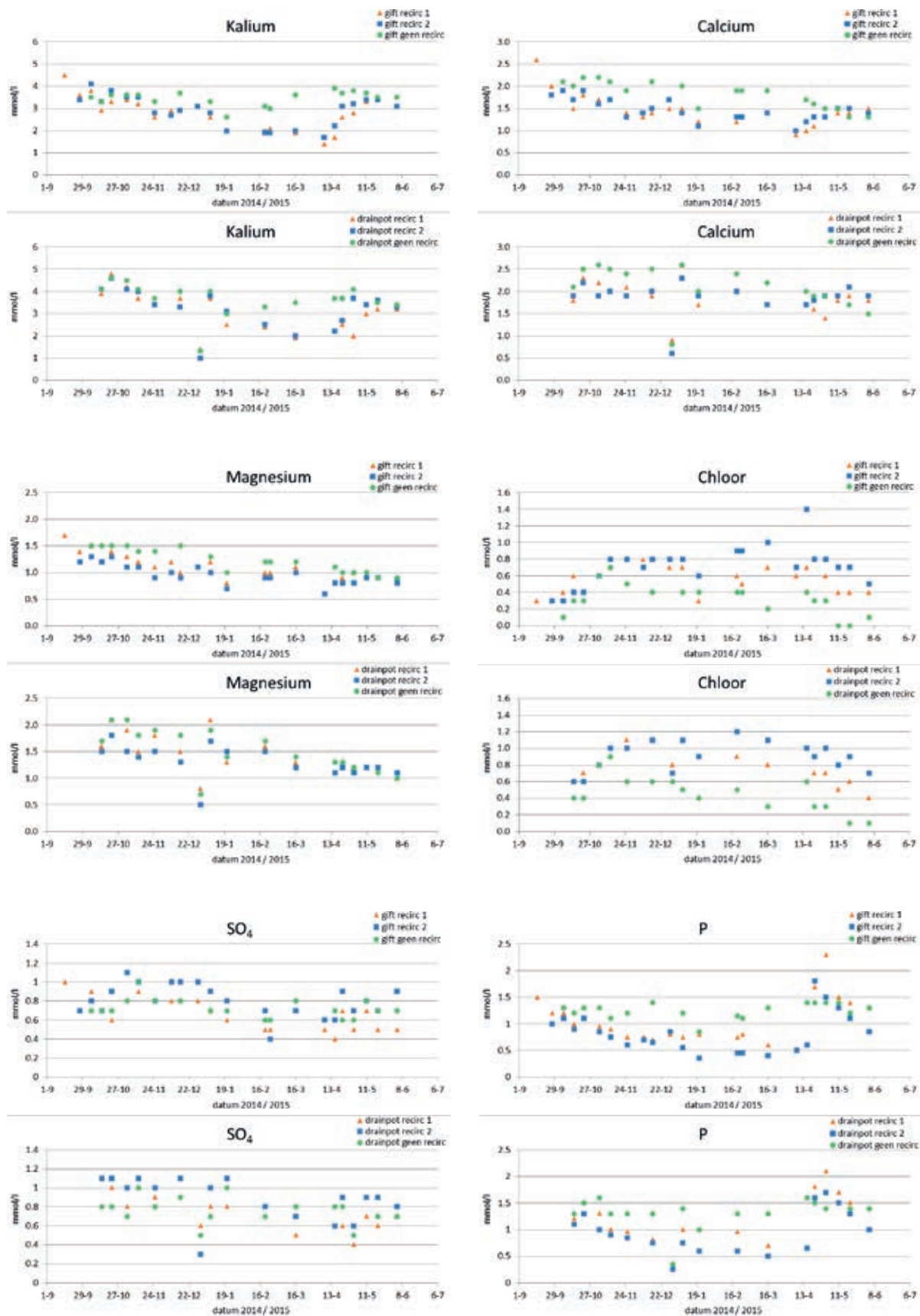
Bij de recirculatiebehandelingen was het ammoniumgehalte in een groot deel van de teelt hoger dan bij de controlebehandeling (figuur 4). Dit is mede een gevolg van ureum in de watergift wat in de loop van de tijd omgezet wordt in ammonium (Blok en Kromwijk, 2014). Tijdens de koeling- en afkweekfase van Phalaenopsis heeft de pH vaak de neiging om wat weg te zakken. Omdat het nitraatgehalte en totale N-gehalte wel voldoende was en onnodig weg zakken van pH te voorkomen, is in de loop van de koeling en afkweek minder tot geen ureum toegediend bij de recirculatie-behandelingen. Daardoor zakte het ammoniumgehalte in watergift en drain aan het eind van de teelt terug bij de recirculatiebehandelingen.



Figuur 4 Verloop van het ammonium-, ureumgehalte, nitraat- en totaal stikstofgehalte in de watergift (boven) en in de drain onderuit de pot (onder).

Overige hoofdelementen

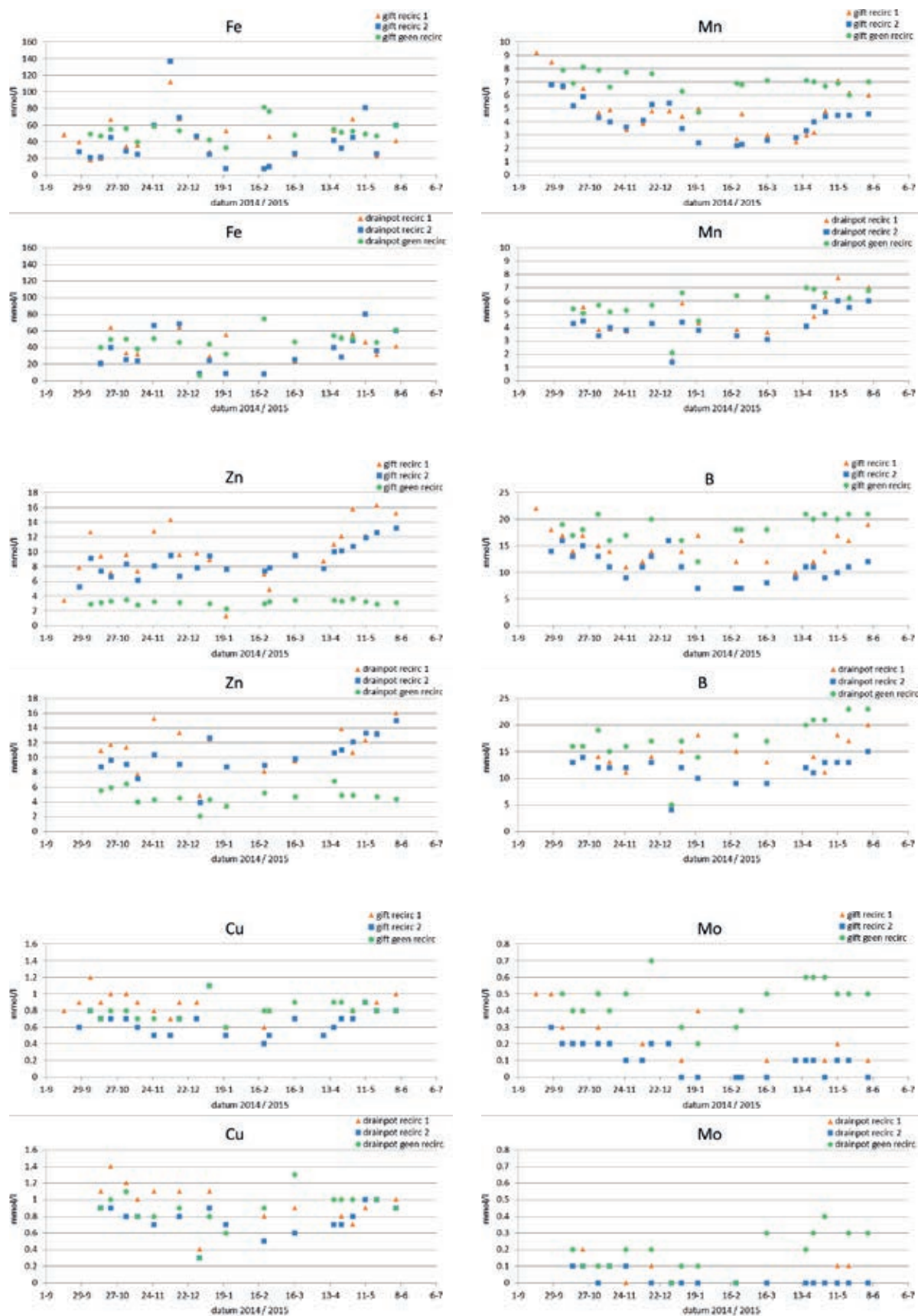
Er was weinig verschil in kaliumgehalte tijdens de opkweekfase (figuur 5). Vanaf de start van de koeling zakte het kaliumgehalte in de drain en watergift bij recirculatie echter terug. Het fosfaatgehalte was bij de recirculatiebehandelingen ook weggezaakt. Om te voorkomen dat het kalium- en fosfaatgehalte te ver weg zouden zakken is op 21 april handmatig extra monokaliumfosfaat toegediend aan de dagvoorraad. Het calcium- en magnesiumgehalte was bij de recirculatiebehandelingen tijdens de opkweek iets lager dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie. In de loop van de koeling en afkweek was er weinig verschil meer. Het chloorgehalte was bij recirculatie hoger dan zonder recirculatie.



Figuur 5 Verloop van kalium-, calcium-, magnesium-, chloor-, sulfaat- en fosfaatgehalte in de watergift (boven) en in de drainpot (onder).

Sporenelementen

De gehalten van de meeste sporenelementen waren bij de recirculatiebehandelingen vaak wat lager dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie (figuur 6). Het ijzergehalte had al snel de neiging om weg te zakken. Om te voorkomen dat het ijzergehalte te ver weg zou zakken is handmatig extra ijzer toegediend aan de voorraadbakken. Ook het mangaan- en boriumgehalte zakten in de loop van de opkweek wat weg en daarom is de mangaan- en boriumdosering in het bijmest schema beide iets verhoogd. Het is bekend dat door beluchting van bassins en silo's ijzer en mangaan neer kan slaan (Maas *et al.* 2012). Opslag in silo's leidt tot een afname in beschikbaar ijzer en mangaan waar eigenlijk rekening mee gehouden moet worden door de gehalten in het basis recept te verhogen met 30% en respectievelijk 70%. Daarnaast viel op dat het ijzergehalte in de voorraadbak na UV-ontsmetting lager was dan in de drain onderuit de pot. Het is bekend dat ijzer ook onwerkzaam kan worden door pH en UV-ontsmetting (Maas *et al.* 2012). Daarom moet het mangaan en ijzer gehalte goed gemonitord worden, indien nodig de dosering worden verhoogd en indien nodig als chelaat worden toegevoegd. Omdat chloordioxide een krachtige oxidator is die aangrijpt op alle organische stof, kan ook het gebruik van chloordioxide er voor zorgen dat ijzerchelaten versneld worden afgebroken (van Os en Kromwijk, 2014). In de loop van de koeling- en afkweekfase is ook de koper- en molybdeendosering iets verhoogd.



Figuur 6 Verloop van het ijzer-, mangaan-, zink-, borium, koper en molybdeengehalte in de watergift (boven) en in de drain onderuit de pot (onder).

3.2 Emissie

Tot en met 30 december 2014 is geen drainwater geloosd en is bij beide recirculatiebehandelingen al het opgevangen drainwater hergebruikt. Op 31 december is in overleg met de BCO besloten drainwater te lozen bij behandeling 1. Zowel de inhoud van de vuil water silo als schoon water silo van behandeling 1 zijn weg gepompt (tabel 4). Vanwege een aantasting met potworm was tegelijkertijd het advies van de BCO om op 31 december een watergift zonder voeding gegeven. Om een gift met schoon water te kunnen geven is het restant in de dagvoorraad silo van behandeling 1 weg gepompt en deze dagvoorraad silo gevuld met schoon water. Vanuit deze dagvoorraad is een watergift met schoon water gegeven aan zowel behandeling 1 als 2. Vanwege de beperkte opvangcapaciteit van de drainsilo's van de recirculatiebehandelingen (in de vuil water silo's kon drain van 1 watergift opgevangen worden, niet van 2 watergiften) was het daarna bij behandeling 2 wel noodzakelijk om het opgevangen drainwater van de watergift met schoon water weg te pompen. Anders was er niet voldoende ruimte om het drainwater van de volgende watergift met normale voedingsoplossing weer op te kunnen vangen. Vanwege een hoge EC in het drainwater is op 16 januari op advies van de BCO nogmaals een keer schoon water gegeven. Daarbij is dezelfde werkwijze aangehouden als op 31 december en was het opnieuw noodzakelijk drainwater weg te pompen. Daarbij is de hoeveelheid weg te pompen drainwater, met name bij recirculatiebehandeling 2 zo laag mogelijk gehouden (tabel 4). Bij het weg pompen van drainwater is de datum, aantal liters en EC van het weggepompte drainwater geregistreerd.

Met behulp van het totaal aantal liters opgevangen drainwater geregistreerd bij behandeling 1 en 2 is de emissie berekend van de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater. Bij een gemiddeld totaal N-gehalte van 13 mmol/l in het geanalyseerde drainwater (=gemiddeld N-totaal incl. drainwater van giften met schoon water) komt de emissie op jaarbasis op 1937 kg N/ha/jaar (tabel 4). Dit is waarschijnlijk wat hoger dan in de praktijk omdat er in de proefvakken relatief veel watergift tegen het omringende plastic bij het drainwater kwam. Voor behandeling 1 en 2 is het totale N-gehalte in de geanalyseerde drainmonsters uitgezet tegen de EC (bijlage 3) en met de gevonden relatie tussen de EC en het totale N-gehalte, is het totale N-gehalte (mmol/l) en het aantal kg N in het weg gepompte drainwater berekend op basis van een oppervlakte van 1 ha (tabel 4). Bij behandeling 1 komt de emissie op jaarbasis dan op 182 kg N/ha/jaar. Dit is inclusief de weggepompte dagvoorraad op 31 december 2014. Als de weggepompte dagvoorraad niet meegenomen wordt in de berekening komt de totale emissie bij behandeling 1 op 143 kg N/ha/jaar. Bij behandeling 2 is slechts twee keer drainwater weggepompt en komt de emissie op jaarbasis op 60 kg N/ha/jaar. Bij behandeling 1 en 2 is 14 weken na de start van de recirculatie voor het eerst één volledige drain weggepompt. Stel dat het in een praktijksituatie gewenst zou zijn om elke 14 weken één volledige drain weg gepompt zou worden (=ca. 4 maal per jaar), dan zou de emissie op ca. 94 kg N/ha/jaar komen.

Bij recirculatiebehandeling 1 is meer drainwater weggepompt, maar bijna allemaal in een korte periode van 31-12 tot 20-1. Bij recirculatiebehandeling 2 is in dezelfde periode maar twee keer een volledige drain weggepompt. De ophoping van natrium en zink en het verloop van de gehalten aan voedingselementen (zie 3.1) verloopt daarna in grote lijnen in een vergelijkbare trend bij beide recirculatiebehandelingen.

Tabel 4

Berekende emissie van geloosd drainwater in kg N per ha per jaar. Emissie in kg N/ha = (totaal N-gehalte in mmol/l in spui) x (m³/ha spui)) x 14/1000.

		Geloosd (m³/ha)	EC	totaal N in drain (mmol/l)	Emissie (kg N/ha)	Emissie op jaarbasis (kg N/ ha/jaar)
geen recirculatie	alle drain geloosd	8457	1.4	13.0	1539	1937
recirculeren 1	31-12 (dagvoorraad)	197	1.3	11.2	31	
	31-12 (schone drainsilo)	88	1.3	11.2	14	
	31-12 (vuile drainsilo)	186	1.3	11.2	29	
	4-1	168	0.9	7.6	18	
	16-1	209	0.5	4.3	12	
	20-1	221	1.3	11.2	35	
	16-5	32	1.3	11.4	5	
	Totaal:				144	182
recirculeren 2	4-1	168	1.2	9.4	22	
	28-1	157	1.4	11.3	25	
	Totaal:				47	60

3.3 Gewasgroei vegetatieve fase

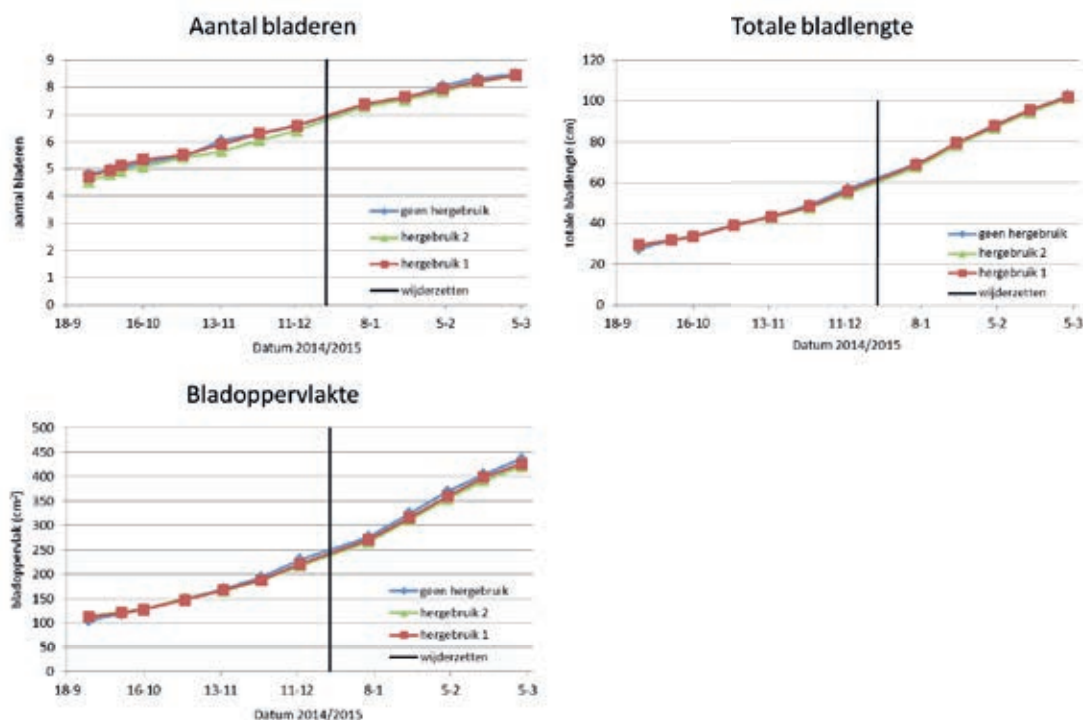
Het hergebruik van drainwater heeft tijdens de vegetatieve fase van Phalaenopsis geen nadelige gevolgen laten zien in de plantengroei. Tijdens de tweewekelijkse groeimetingen (figuur 7) en de destructieve meting na 26 weken opkweek (tabel 5) zijn geen betrouwbare verschillen geconstateerd tussen de behandelingen met en zonder hergebruik van drainwater. Bij de gemeten kenmerken was geen betrouwbare interactie tussen cultivar en behandeling aanwezig. Er is geen verhoogde ziektedruk geconstateerd. Bij alle behandeling was er nagenoeg geen uitval van planten.

Tabel 5

Gemiddeld aantal bladeren, totale bladoppervlakte gemeten met bladoppervlaktemeter (cm²) en vers- en drooggewicht (gram) en percentage droge stof (ds) bovengronds (blad) en ondergronds (wortels) per plant aan het eind van de opkweekfase (gemiddelde van 2 cultivars en 2 herhalingen).

	Aantal blade- ren	Blad- opper- vlakte	Vers- gew. blad	Vers- gew. wortels	Vers- gew. totaal	Droog- gew. blad	Droog- gew. wortels	Droog- gew. totaal	% ds blad	% ds wortels
Springtime										
geen recirculatie	8.4	466	93.2	35.4	128.6	5.5	3.7	9.3	10.5	5.9
recirculeren 1	8.4	467	90.5	35.2	125.7	5.3	3.6	8.9	10.2	5.8
recirculeren 2	8.3	472	92.8	37.3	130.2	5.4	3.5	8.9	9.4	5.8
Zamora										
geen recirculatie	8.6	349	63.8	33.7	97.4	4.2	3.3	7.5	9.9	6.5
recirculeren 1	8.4	373	68.9	37.5	106.3	4.3	3.5	7.8	9.4	6.2
recirculeren 2	8.5	353	64.1	35.8	99.9	4.1	3.3	7.4	9.3	6.4
Gemiddeld										
geen recirculatie	8.5 a*	407.6 a	78.5 a	34.6 a	113.0 a	4.8 a	3.5 a	8.4 a	6.2% a	10.2% a
recirculeren 1	8.4 a	419.8 a	79.7 a	36.3 a	116.0 a	4.8 a	3.6 a	8.3 a	6.0% a	9.8% a
recirculeren 2	8.4 a	412.2 a	78.5 a	36.6 a	115.1 a	4.7 a	3.4 a	8.2 a	6.0% a	9.4% a

* Bij gelijke letters in één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen (hier niet van toepassing). Er was geen betrouwbare interactie tussen cultivar en behandeling voor alle gemeten kenmerken (geen letters weergegeven).



Figuur 7 Verloop van het gemiddeld aantal bladeren, som van bladlengtes en berekende bladoppervlakte per plant tijdens de opkweekfase (gemiddelde van 2 cultivars en 2 herhalingen). De bladoppervlakte is berekend als som van gemeten lengte * breedte blad * x, waarbij x is vastgesteld bij destructieve meting van de bladoppervlakte bij de start van de proef: x = 0,68 voor cultivar Springtime en x = 0.64 voor cultivar Zamora).

Uit de resultaten van de gewasanalyses (tabel 6) blijkt dat het gewas bij de recirculatiebehandelingen meer natrium heeft opgenomen dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie. Zowel in het blad als in de wortels was het natriumgehalte hoger. De gehele wortels inclusief het velamen zijn geanalyseerd. Het is dus niet bekend welk deel al actief opgenomen was door de wortels, en welk deel (nog) niet opgenomen was en achter gebleven was in het velamen. Dit geldt niet alleen voor natrium, maar ook voor alle andere elementen. Bij de twee recirculatiebehandelingen was het zinkgehalte in de wortels ook wat hoger dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie. Verder waren er geen opvallende verschillen in de gehaltenes.

Tabel 6

Gehalte aan voedingselementen in droge stof van bladeren en wortels aan het eind van de opkweekfase bij de cultivar Springtime (K, Na, Ca, Mg, N-totaal, P-totaal, Fe, Mn, Zn en B in mmol/kg droge stof en Mo en Cu in $\mu\text{mol/kg}$ droge stof).

	behandeling	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
blad	geen recirculatie	1378	25	583	286	1247	103	1.0	2.2	0.22	2.1	< 10	32.6
	recirculeren 1	1342	47	578	304	1363	111	1.0	2.2	0.28	2.1	< 10	29.9
	recirculeren 2	1329	47	623	295	1169	91	0.9	2.1	0.24	2.0	< 10	24.5
wortels	geen recirculatie	281	76	287	466	1325	156	2.3	0.47	1.5	1.1	28.8	62.8
	recirculeren 1	246	118	305	388	1477	146	2.7	0.48	2.2	1.2	17.7	69.0
	recirculeren 2	260	136	301	434	1361	116	2.3	0.35	2.2	1.0	17.2	64.2

3.4 Gewasgroei generatieve fase

Er zijn geen nadelige effecten van hergebruik drainwater op de takvorming geconstateerd. Bij de analyse van het totaal percentage 1-tak en het totaal percentage 2-tak was er meer een trend naar een positief effect van hergebruik drainwater dan andersom. Bij andere gewassen is een dergelijk effect niet bekend. Gemiddeld over de twee cultivars was er geen betrouwbaar verschil in percentage planten per kwaliteitsklasse, gemiddeld aantal takken per plant, percentage planten met een afwijkende vorm van de bloemtak (vork) en percentage planten met knopverdroging (tabel 7). Er was geen betrouwbare interactie aanwezig tussen cultivar en behandeling voor de kenmerken in tabel 7. In de generatieve fase is, net als tijdens de opkweek, geen verhoogde ziektedruk geconstateerd. Bij alle behandeling was er nagenoeg geen uitval van planten.

Tabel 7

Percentage planten 1 tak onvertakt, 1 tak vertakt, 2 tak onvertakt, 2 tak vertakt, 1 tak totaal, 2 tak totaal en het percentage planten met afwijkende vorm van bloemtak (vork) en het percentage planten met knopverdroging in het veilingrijpe stadium (n=200 per cultivar per behandeling).

		% 1 tak onver- takt	% 1 tak vertakt	% 2 tak onver- takt	% 2 tak vertakt	% 1 tak totaal	% 2 tak totaal	Aantal takken per plant	% met vork in bloem- tak	% met knop- ver- droging
Springtime	geen recirculatie	24	39	33	5	63	38	1.38	0	0
	recirculeren 1	20	39	37	4	59	41	1.41	0	0
	recirculeren 2	20	30	46	5	50	51	1.51	0	0
Zamora	geen recirculatie	1	52	1	47	53	47	1.47	23	25
	recirculeren 1	1	45	2	53	46	54	1.54	10	10
	recirculeren 2	1	41	4	56	41	59	1.59	8	10
gemiddeld	geen recirculatie	12 a	46 a	17 a	26 a	58 a	42 a	1.42 a	11 a	12 a
	recirculeren 1	11 a	42 a	19 a	28 a	52 a	48 a	1.48 a	5 a	5 a
	recirculeren 2	10 a	35 a	25 a	30 a	45 a	55 a	1.55 a	4 a	5 a

* Bij gelijke letters in één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Er was geen betrouwbare interactie aanwezig tussen behandeling en cultivar.

Bij de destructieve metingen aan de veilingrijpe planten zijn ook geen nadelige effecten van hergebruik drainwater geconstateerd. Er waren geen betrouwbare verschillen tussen de behandelingen met en zonder hergebruik van drainwater wat betreft vers- en drooggewicht en percentage droge stof van bladeren, bloemtakken en wortels (tabel 8) en ook niet wat betreft aantal bladeren, bladoppervlakte, planthoogte, aantal bloemknoppen en aantal vertakkingen (tabel 9). Er was geen betrouwbare interactie aanwezig tussen behandeling en kwaliteitsklasse voor de kenmerken in tabel 8 en 9.

Tabel 8

Gemiddeld versgewicht (gram), drooggewicht (gram) en percentage droge stof van bladeren en stengel (blad), bloemtakken en wortels in het veilingrijpe stadium (n=10 per veilingklasse per cultivar per behandeling).

Cultivar / klasse / behandeling	Versgewicht				Drooggewicht				% droge stof		
	blad	bloem- tak	wortel	totaal	blad	bloem- tak	wortel	totaal	blad	bloem	wortel
Springtime 1 tak onvertakt											
geen recirculatie	119	47	74	240	6.8	4.1	5.5	16.4	5.7%	8.8%	7.4%
recirculeren 1	118	47	78	243	6.8	4.0	6.0	16.8	5.7%	8.6%	7.7%
recirculeren 2	130	45	80	255	7.6	3.8	6.5	17.8	5.8%	8.4%	8.1%
Springtime 1 tak vertakt											
geen recirculatie	146	60	96	302	8.5	5.6	7.6	21.7	5.8%	9.4%	7.9%
recirculeren 1	113	53	81	247	6.6	4.7	6.2	17.5	5.9%	9.0%	7.7%
recirculeren 2	134	56	85	276	7.6	5.0	6.9	19.5	5.7%	8.9%	8.1%
Springtime 2 tak onvertakt											
geen recirculatie	152	82	85	319	8.9	7.2	6.9	23.0	5.8%	8.8%	8.2%
recirculeren 1	144	78	91	312	8.6	6.9	7.8	23.2	6.0%	8.9%	8.6%
recirculeren 2	148	73	88	309	8.7	6.5	7.4	22.6	5.8%	8.9%	8.4%
Zamora 1 tak vertakt											
geen recirculatie	87	71	59	217	5.3	5.5	7.3	18.1	6.0%	7.8%	12.2%
recirculeren 1	76	55	55	186	4.4	4.2	7.7	16.3	5.8%	7.4%	13.9%
recirculeren 2	89	78	66	233	4.9	4.1	8.3	17.3	5.5%	5.5%	12.5%
Zamora 2 tak vertakt											
geen recirculatie	96	90	71	257	5.9	6.8	8.3	21.0	6.1%	7.5%	11.6%
recirculeren 1	103	91	72	266	6.2	7.1	8.1	21.4	6.0%	7.8%	11.2%
recirculeren 2	86	67	58	210	6.2	7.3	9.8	23.2	7.5%	12.8%	17.6%
gemiddeld											
geen recirculatie	120 a	70 a	77 a	267 a	7.1 a	5.9 a	7.1 a	20.0 a	5.9% a	8.5% a	9.5% a
recirculeren 1	111 a	65 a	75 a	251 a	6.5 a	5.4 a	7.1 a	19.0 a	5.9% a	8.3% a	9.8% a
recirculeren 2	117 a	64 a	76 a	257 a	7.0 a	5.3 a	7.8 a	20.1 a	6.1% a	8.9% a	10.9% a

* Bij gelijke letters in één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Er was geen betrouwbare interactie aanwezig tussen behandeling en kwaliteitsklasse.

Tabel 9

Gemiddeld aantal bladeren en bladoppervlakte (cm²) per plant, planthoogte (cm), bloemgrootte (cm) en aantal bloemknoppen en aantal vertakkingen per plant in het veilingrijpe stadium (n=10 per veilingklasse per cultivar per behandeling).

Cultivar \ kwaliteitsklasse \ behandeling	Aantal bladeren	Blad-oppervlakte	hoogte tot 1 ^e (=oudste) bloem	hoogte t/m jongste bloemknop	Bloemgrootte	aantal bloemknoppen	aantal vertakkingen
Springtime 1 tak onvertakt							
geen recirculatie	7.5	551	53	81	10.7	6.0	0
recirculeren 1	7.5	562	51	81	10.7	6.4	0
recirculeren 2	7.9	612	52	80	10.8	5.9	0
Springtime 1 tak vertakt							
geen recirculatie	7.9	655	55	85	10.6	11.0	1.4
recirculeren 1	7.1	538	52	83	10.9	9.7	1.1
recirculeren 2	7.6	625	54	83	10.5	9.6	1.1
Springtime 2 tak onvertakt							
geen recirculatie	8.2	686	53	79	10.1	11.4	0
recirculeren 1	8.5	683	51	78	10.0	12.0	0
recirculeren 2	8.6	695	52	77	9.3	12.0	0
Zamora 1 tak vertakt							
geen recirculatie	8.2	456	55	77	9.0	16.0	1.9
recirculeren 1	7.8	412	53	71	9.1	13.0	2.5
recirculeren 2	8.1	461	55	76	8.9	15.2	1.5
Zamora 2 tak vertakt							
geen recirculatie	7.9	498	52	72	8.7	16.2	2.9
recirculeren 1	8.6	541	53	73	8.6	18.1	3.7
recirculeren 2	7.8	474	54	75	8.7	15.2	1.5
Gemiddeld							
geen recirculatie	7.9 a	569 a	54 a	79 a	9.8 a	12.1 a	1.2 a
recirculeren 1	7.9 a	547 a	52 a	77 a	9.9 a	11.8 a	1.5 a
recirculeren 2	8.0 a	573 a	53 a	78 a	9.6 a	11.6 a	0.8 a

* Bij gelijke letters in één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Er was geen betrouwbare interactie aanwezig tussen behandeling en kwaliteitsklasse.

Uit de resultaten van de gewasanalyses van de veilingrijpe planten (tabel 10) blijkt opnieuw dat het gewas bij de recirculatiebehandelingen meer natrium heeft opgenomen dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie. Zowel in het blad als in de wortels was het natriumgehalte hoger. In de bloemtakken was echter geen duidelijke concentratie natrium meetbaar. De gehele wortels inclusief het velamen zijn geanalyseerd. Het is dus niet bekend welk deel al actief opgenomen is door de wortels, en welk deel (nog) niet opgenomen is en achter gebleven is in het velamen. Dit geldt niet alleen voor natrium, maar ook voor alle andere elementen. Bij de twee recirculatiebehandelingen was het zinkgehalte in de wortels ook wat hoger dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie. Verder waren er geen grote verschillen tussen de behandelingen. Het calciumgehalte in de bloemtakken en wortels liet een lichte toename zien bij de behandelingen met recirculatie. Bij de bladanalyses was dit niet zichtbaar. Verder bleef het totale N-gehalte in het blad bij de controle zonder recirculatie wat achter.

Tabel 10

Gehalte aan voedingselementen in droge stof van bladeren, bloemtakken en wortels in het veilingrijpe plantstadium bij de cultivar Springtime, 2 tak onvertakt (K, Na, Ca, Mg, N-totaal, P-totaal, Fe, Mn, Zn en B in mmol/kg droge stof en Mo en Cu in $\mu\text{mol/kg}$ droge stof).

	behandeling	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
blad	geen recirculatie	997	14.6	822	353	997	105	1.8	3.7	0.24	2.4	< 10	39.6
	recirculeren 1	889	43.5	784	394	1354	103	2.0	3.9	0.36	2.5	< 10	55.9
	recirculeren 2	722	32.2	693	304	1401	92	2.1	3.5	0.34	2.4	< 10	44.7
bloemtak	geen recirculatie	1229	< 10	167	204	1504	161	1.4	0.94	0.44	1.8	< 10	44.4
	recirculeren 1	1161	< 10	210	194	1460	150	1.2	0.97	0.63	1.8	< 10	52.5
	recirculeren 2	1234	< 10	230	199	1461	148	0.7	0.89	0.57	1.7	< 10	47.8
wortels	geen recirculatie	309	51.6	313	354	1316	126	3.2	0.55	1.3	1.2	23.7	54.0
	recirculeren 1	270	129	406	375	1333	128	3.4	0.63	3.0	1.6	14.5	63.5
	recirculeren 2	227	119	407	385	1310	103	3.6	0.59	2.5	1.1	15.8	63.7

3.5 Houdbaarheid

Na afloop van het recirculatie-onderzoek zijn van elke behandeling 5 planten met en 5 planten zonder transportsimulatie (6 dagen donker bij 15°C) getest op houdbaarheid. Er was geen betrouwbaar verschil in bloem/knopval tussen 3 behandelingen met en zonder recirculatie (tabel 11). Er was ook geen verschil in houdbaarheid tussen de planten met en zonder transportsimulatie en ook geen betrouwbare interactie tussen transport en de recirculatiebehandelingen.

Tabel 11

Aantal en percentage afgefallen bloemen/bloemknoppen tijdens het houdbaarheidsonderzoek na afloop van het recirculatie-onderzoek.

cultivar	behandeling	Totaal aantal bloemen knoppen per plant	Aantal boemen of knoppen afgefallen	% bloem/knopval
Springtime	geen recirculatie	19.5	1.4	6.9
	recirculeren 1	20.1	0.7	3.4
	recirculeren 2	20.3	0.9	4.3
Zamora	geen recirculatie	34.4	3.9	11.2
	recirculeren 1	31.8	3.8	12.0
	recirculeren 2	31.0	3.7	11.7
gemiddeld	geen recirculatie	27.0 a	2.7 a	9.0 a
	recirculeren 1	26.0 a	2.3 a	7.7 a
	recirculeren 2	25.7 a	2.3 a	8.0 a

* Bij gelijke letters in één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Er waren geen betrouwbare interactie aanwezig tussen cultivar en behandeling.

4 Conclusies, discussie en aanbevelingen

4.1 Conclusies

- Hergebruik van drainwater zoals toegepast in dit onderzoek geeft geen nadelige effecten op de vegetatieve en generatieve groei van Phalaenopsis.
- Hergebruik van drainwater geeft een flinke verlaging van de emissie van stikstof en overige voedingsstoffen.

4.2 Discussie

- In behandeling 2 in dit onderzoek is de emissie op jaarbasis verlaagd naar 60 kg N/ha/jaar zonder nadelige effecten voor de groei. Dit is berekend op basis van de emissie in het weggepompte drainwater tijdens de proef. Voor de vastgestelde emissienormen dient ook de emissie van lozing van spoelwater van het zandfilter meegeteld te worden, als drainwater gebruikt wordt voor het spoelen van filters. In eerdere scenarioberekeningen is voor de lozing van filterspoelwater een emissie van 36 kg N/ha/jaar berekend (van Os en Kromwijk, 2014). De emissie van spoelwater kan verminderd worden door spoelwater terug te voeren naar de vuil water tank of door gebruik van schoon water voor het spoelen van het zandfilter. (http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Substraat/doc/Emissiechecklist_mei_2010.pdf).
- In dit onderzoek is de voeding aangemaakt met vloeibare meststoffen. Op veel bedrijven in de praktijk wordt nog gewerkt met vaste meststoffen. Goede vaste meststoffen hoeven qua Na-gehalte niet onder te doen voor vloeibare meststoffen en sommige vloeibare meststoffen kunnen minder goed zijn dan vaste meststoffen.
- In deze proef is één schema (=schema voor recirculatie) gebruikt voor zowel de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater als de twee behandelingen met hergebruik drainwater. Meestal wordt bij recirculatie een aangepast schema gebruikt. In een schema voor recirculatie is bv. het kaliumgehalte en de K/Ca-verhouding hoger dan in een schema voor vrije drainage om te voorkomen dat het Ca-gehalte in het substraat teveel oploopt en de K-opname bemoeilijkt wordt. Het bemestingsschema voor Phalaenopsis ontwikkeld voor zowel vrije drainage als recirculatie op basis van gewasmonsters van Phalaenopsis uit de praktijk (Blok en Kromwijk, 2014) laat zien met welke verschillen nog meer rekening gehouden moet worden.

4.3 Aanbevelingen

- De resultaten van dit onderzoek laten zien dat met hergebruik van drainwater de emissie in de teelt van Phalaenopsis flink verminderd kan worden, zonder nadelige effecten van de vegetatieve en generatieve groei. Daarom wordt recirculatie van drainwater in de teelt van Phalaenopsis geadviseerd. Naast vermindering van emissie wordt het water- en meststoffenverbruik bij hergebruik drainwater ook lager.
- Bij hergebruik van drainwater wordt geadviseerd regelmatig de samenstelling van het drainwater en de watergift te bemonsteren en indien nodig de bijmest schema's aan te passen om te voorkomen dat gehalten aan voedingselementen in de watergift uit de pas gaan lopen.
- Om de hoeveelheid natrium niet onnodig te laten oplopen is het belangrijk uitgangswater te gebruiken met lage natriumgehalten (zoals regenwater of omgekeerde osmose water), gebruik te maken van natriumarme meststoffen en zo min mogelijk chloordioxide mee te geven.
- Bij recirculatie is het belangrijk het ijzer- en mangaangehalte in het drainwater goed te monitoren en indien nodig in de gift te verhogen. Het ijzer- en mangaangehalte kan in de drain sterk terug lopen omdat bij beluchting bij de beregening ijzer en mangaan neer kan slaan. Het ijzer kan ook onwerkzaam worden door pH en UV-ontsmetting en bij gebruik van chloordioxide kunnen ijzerchelaten ook versneld worden afgebroken.

- Een oplopend zinkgehalte bij hergebruik van drainwater bij Phalaenopsis is een bekend fenomeen in de praktijk en lijkt vooral het gevolg van het telen op gaasbodems. Er kunnen daarnaast echter nog meer zinkbronnen aanwezig zijn. Het opsporen en elimineren van de zinkbronnen kan voorkomen dat het zinkgehalte onnodig hoog oploopt bij hergebruik van drainwater is. Om een zo representatief mogelijke proef voor de praktijk uit te voeren is op verzoek van de BCO op gaasbodems geteeld, zoals in de praktijk ook gebruikelijk is. Het coaten van gaasbodems kan er voor zorgen dat het zinkgehalte minder op loopt bij hergebruik van drainwater. Omdat een hoog zinkgehalte zich vaak uit als een ernstig ijzertekort is het belangrijk om bij een hoog zinkgehalte er voor te zorgen dat het ijzergehalte voldoende hoog blijft en indien nodig het ijzergehalte te verhogen (Blok en Kromwijk, 2014).
- In de generatieve fase van de teelt van Phalaenopsis kan de pH weg zakken. In dit onderzoek zakte de pH in de generatieve fase weinig weg, maar was bij hergebruik drainwater wel wat lager dan bij de controle zonder hergebruik. Dit kan mede gevolg zijn van gebruik van ureum. Ureum werkt op korte termijn licht basisch, maar vervolgens sterk verzurend (Blok en Kromwijk, 2014). Bij overgang naar recirculatie is het daarom van belang om het ureum- en ammoniumgehalte in het drainwater goed te monitoren en indien nodig aan te passen in de voeding.
- In dit onderzoek is tweemaal water zonder voeding gegeven. Eénmaal vanwege een aantasting met potworm en éénmaal vanwege een hoge EC in de drain. Op substraat is het echter beter om geen 100% schoon water te geven. Als er geen voeding in het substraat is, kan dit een osmotische schok geven en leiden tot banen met cellen die niet genoeg calcium in de celwand hebben. Calcium problemen kunnen enorm snel ontstaan omdat calcium direct (binnen een uur) ingebouwd moet worden. Het is dan beter om met een lagere EC te werken.

Literatuur

Blok, C. en A. Kromwijk, 2014.

Recirculatie potorchidee 1. Ureum. Leaflet op website Glastuinbouw Waterproof. http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_flyer_recirculatie_potorchidee_1_ureum.pdf.

Blok, C. en A. Kromwijk, 2014.

Recirculatie potorchidee 5. Zink. Leaflet op website Glastuinbouw Waterproof. http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_flyer_recirculatie_potorchidee_5_zink.pdf.

Blok, C. en A. Kromwijk, 2014.

Recirculatie potorchidee 9. Nieuw voedingsschema Phalaenopsis. Leaflet op website Glastuinbouw Waterproof. http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_08_18_potorchidee_gewasanalyses_en_voedingsschema_definitief.pdf.

Maas, B. van der, Blok, C., Beerling, E., 2012. Goed Gietwater. Werkpakket 1: Analyse bestaande eisen en kentallen. Rapport GTB-1214 Wageningen UR Glastuinbouw.

Os, E. van en A. Kromwijk, 2014.

Recirculatie potorchidee 6. Reinigen van leidingen (Chloordioxide). Leaflet op website Glastuinbouw Waterproof. (http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_Flyer_recirculatie_potorchidee_6_chloordioxide.pdf).

Os, E. van en A. Kromwijk, 2014.

Recirculatie potorchidee 10. Scenarioberekeningen stikstof emissie. Leaflet op website Glastuinbouw Waterproof (http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_08_20_flyer_recirculatie_potorchidee_10_scenarioberekeningen_emissie.pdf).

Bijlage 1 Communicatie activiteiten

In het kader van dit project zijn de volgende communicatie activiteiten georganiseerd:

Bezoekmiddagen/ochtenden:

- Op 25 november 2014 is een open middag georganiseerd bij het onderzoek recirculatie potorchidee en presentatie gegeven over de stand van zaken van het onderzoek.
 - Vermindering emissie potorchidee. Presentatie landelijke gewasbijeenkomst potorchidee. Kromwijk, A., 25 november 2014.
- Op 2 en 9 juni 2015 zijn twee open BCO-bijeenkomsten georganiseerd voor leden van de gewascoöperatie potorchidee om de proef te bezichtigen. Tijdens deze bijeenkomsten is de stand van zaken mondeling toegelicht.
- Op het Water Event in 2015 is de stand van zaken van het onderzoek toegelicht tijdens proefbezoek in de kas en een poster.
 - Hergebruik drainwater bij potorchidee. Kromwijk, A., Schoenmakers, M., Blok, C.. Poster WaterEvent, 4 juni 2015.
- Op kennisdag water in 2014 is het project gepresenteerd met een poster en een toelichting gegeven bij de poster.
 - Recirculatie potorchidee. Kromwijk, A., Schoenmakers, M.. Poster kennisdag water, 26 juni 2014.

Publicaties:

- Generatieve fase gestart in recirculatie-onderzoek Phalaenopsis. Kromwijk, A.. Website glastuinbouw waterproof 4 juni 2015. http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/water-en-emissie/nieuws/generatieve-fase-gestart-in-recirculatie-onderzoek-phalaenopsis/?tx_news_pi1%5B%40widget_0%5D%5BcurrentPage%5D=3&Hash=abfcc84adcea1c8edd2a256804607292
- Onderzoek recirculatie potorchidee krijgt verder vorm. Schoenmakers, M. 23 juli 2014. Website glastuinbouw waterproof. http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/water-en-emissie/nieuws/onderzoek-recirculatie-potorchidee-krijgt-verder-vorm/?tx_news_pi1%5B%40widget_0%5D%5BcurrentPage%5D=3&Hash=470d61d389dd500becac2ce57a230698
- Onderzoek recirculatie potorchidee. Schoenmakers, M., en Kromwijk, A.. Website glastuinbouw waterproof 6 maart 2014. <http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/water-en-emissie/nieuws/onderzoek-recirculatie-potorchidee/>
- Leaflets geven antwoord op kennisvragen recirculatie potorchidee. Schoenmakers, M. (31 maart 2014). Nieuwsbrief en website glastuinbouw waterproof. <http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/projecten/nieuws/nieuws/leaflets-geven-antwoord-op-kennisvragen-recirculatie-potorchidee/>
- Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij potorchidee. Website glastuinbouw waterproof. <http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/projecten/recirculatie-potorchidee/>

Nieuwsberichten op website LTO-Glaskracht over gepubliceerde leaflets voor leden gewascoöperatie potorchidee:

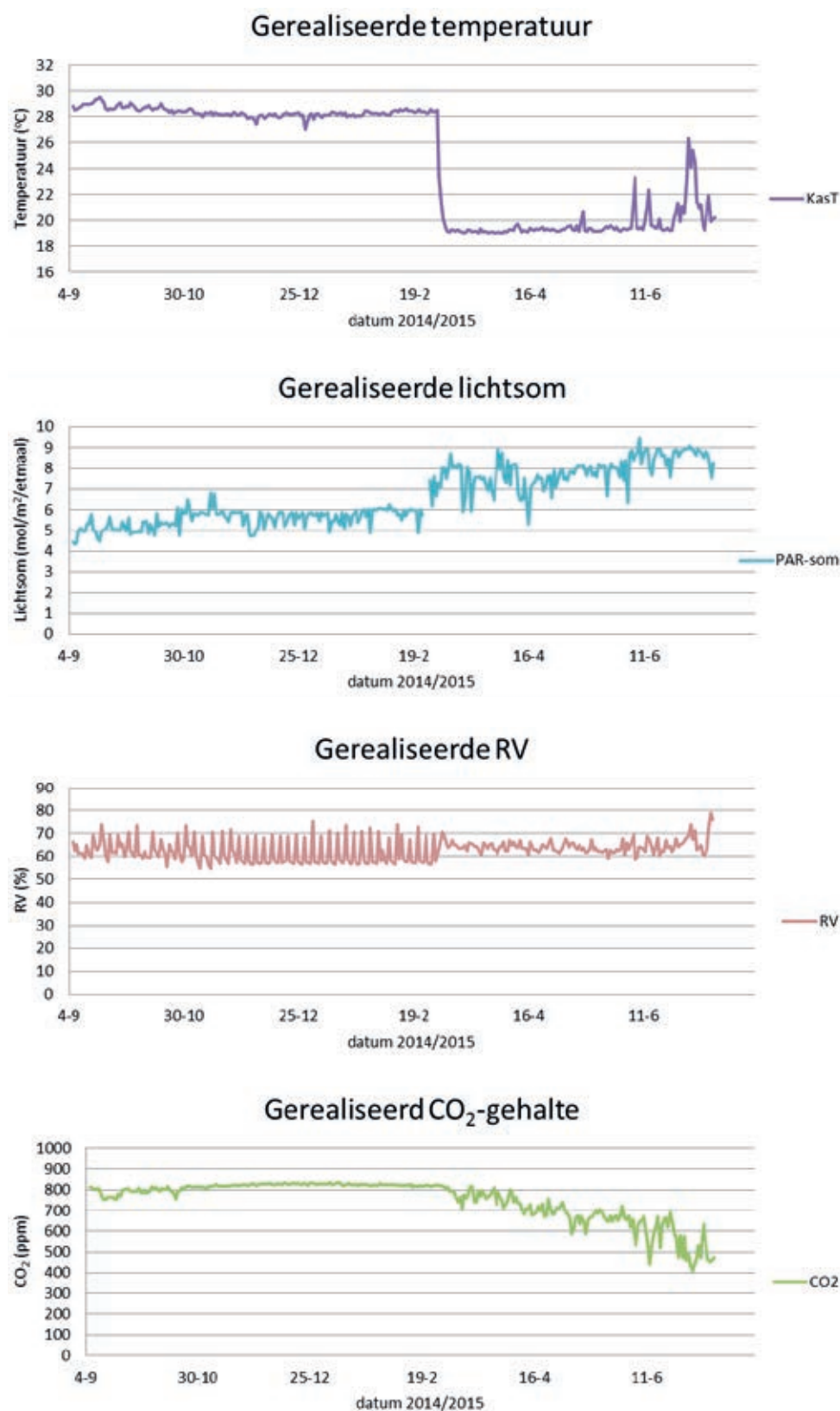
- Leaflet ureumgift potorchidee: <https://www.ltoglaskrachtenederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/leaflet-ureumgift-potorchidee/>
- <https://www.ltoglaskrachtenederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/gevolgen-ophoping-na-bij-recirculatie-potorchidee/>
- <https://www.ltoglaskrachtenederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/effect-van-uitvloeiers-bij-recirculatie-potorchidee/>
- <https://www.ltoglaskrachtenederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/ontsmetten-bij-recirculatie-potorchidee/>
- <https://www.ltoglaskrachtenederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/zinkproblemen-bij-recirculatie-oplossen/>
- <https://www.ltoglaskrachtenederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/chloordioxide-en-het-effect-bij-recirculeren/>
- <https://www.ltoglaskrachtenederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/hoe-groot-moet-mijn-drainsilo-zijn/>
- <https://www.ltoglaskrachtenederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/hoeveelheid-drain-verlagend-door-uniforme-watergift/>

- <https://www.ltoglaskracht nederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/nieuw-voedingsschema-phalaenopsis/>
- <https://www.ltoglaskracht nederland.nl/gewassen/potplanten/potorchidee/nieuws/scenarioberekeningen-stikstof-emissie-voor-phalaenopsis/>

Gepubliceerde leaflets:

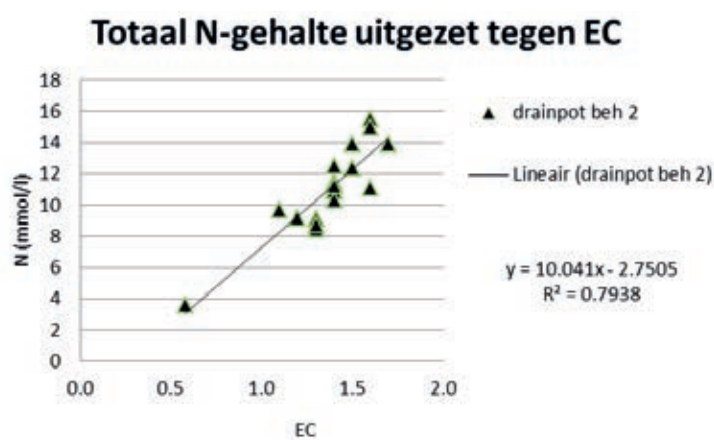
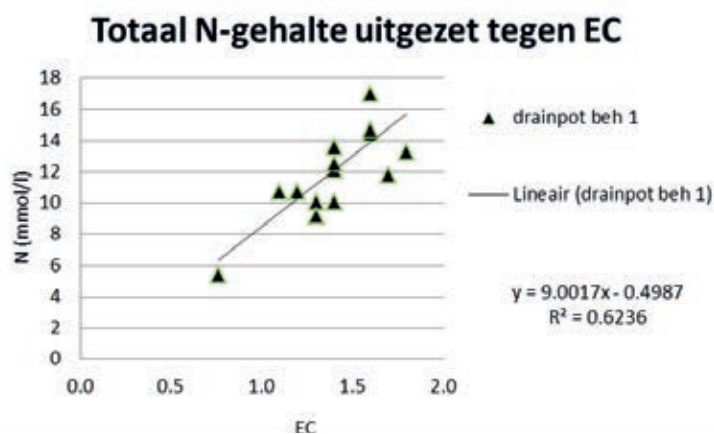
- Recirculatie potorchidee 1. Ureum. Blok, C. en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_flyer_recirculatie_potorchidee_1_ureum.pdf
- Recirculatie potorchidee 2. Natrium. Blok, C. en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_flyer_recirculatie_potorchidee_2_natirum.pdf
- Recirculatie potorchidee 3. Uitvloeiers. Blok, C. en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_flyer_recirculatie_potorchidee_3_uitevloeiers.pdf
- Recirculatie potorchidee 4. Ontsmetten van het (drain)water. Os, E. van en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_Flyer_recirculatie_potorchidee_4_ontsmetten.pdf
- Recirculatie potorchidee 5. Zink. Blok, C. en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_flyer_recirculatie_potorchidee_5_zink.pdf
- Recirculatie potorchidee 6. Reinigen van leidingen (Chloordioxide). Os, E. van en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_Flyer_recirculatie_potorchidee_6_chloordioxide.pdf
- Recirculatie potorchidee 7. Watervoorziening. Os, E. van en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_flyer_recirculatie_potorchidee_7_watervoorziening.pdf
- Recirculatie potorchidee 8. Uniformiteit regenleiding. Os, E. van en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/flyer_uniformiteit_regenleidingsysteem.pdf
- Recirculatie potorchidee 9. Nieuw voedingsschema Phalaenopsis. Blok, C. en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_08_18_potorchidee_gewasanalyses_en_voedingsschema_definitief.pdf
- Recirculatie potorchidee 10. Scenarioberekeningen stikstof emissie. Os, E. van en Kromwijk A., (2014). http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_08_20_flyer_recirculatie_potorchidee_10_scenarioberekeningen_emissie.pdf

Bijlage 2 Gerealiseerd klimaat



Gerealiseerde etmaalgemiddelden van kastemperatuur, PAR-som, RV en CO₂-gehalte tijdens het onderzoek naar recirculatie bij *Phalaenopsis*. Het onderzoek is uitgevoerd in een kas met diffuus glas en een diffuus doek.

Bijlage 3 N-gehalte in relatie tot EC



Relatie tussen totaal N-gehalte (mmol/l) en EC van geanalyseerde watermonsters van drainwater onderuit pot bij hergebruik drainwater bij behandeling 1 en 2.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen UR Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wageningenur.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport GTB-1379

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.