



Effect chloorhoudende reinigingsmiddelen op kwaliteit gietwater

C.C.M.M. Stijger, E.A. van Os en S. Breeuwsma

Rapport WPR-933

Referaat

Steeds minder lozing van drainwater in de glastuinbouw is toegestaan om uiteindelijk te komen tot nul-emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater en riool. In deze studie is de potentiële ophoping van reinigingsproducten in recirculatiewater onderzocht als er niet meer wordt geloosd (nul-emissie). Via een enquête is inzicht verkregen in gebruik van diverse producten. Hieruit bleek dat producten meestal in lage concentraties worden gebruikt met als doel om vorming van biofilm in leidingen te voorkomen. In laboratoriumproeven is onderzocht bij welke concentraties een additioneel effect is te verwachten op de afdoding van pathogenen. Reinigingsmiddelen worden gedoseerd bij veel lagere concentraties dan wanneer doding van pathogenen optreed. In een korte teeltproef is onderzocht of er ophoping optrad. Duidelijk werd dat natrium, chloride en chloraat potentieel snel kunnen ophopen met zichtbare symptomen in het gewas, terwijl chelaten deels worden afgebroken. Praktijkmetingen bij gerberagewassen lieten geen ophoping zien van reinigingsmiddelen tot schadelijke concentraties.

Abstract

To achieve a zero emission of water with nutrients and plant protection products, recirculation of water in the greenhouse system is obligatory and discharge should be minimized. In this study it was investigated if applied cleaning products may accumulate to harmful concentrations and hamper plant growth. An enquiry amongst growers gave insights in the use of various products. This enquiry showed that most products are used in low concentrations to remove biofilm from piping. Laboratory tests have been executed to investigate if a side effect could be seen to eliminate pathogens. It appeared that the applied, low, concentrations to clean the pipework had no side effect in eliminating of pathogens. In a greenhouse experiment it appeared that sodium, chloride and chlorate can potentially accumulate, while chelates are partly broken down. Measurements at commercial gerbera farms showed that no accumulation took place to harmful concentrations.

Rapportgegevens

Rapport WPR-933

Projectnummer: 374 223 5305

DOI nummer: 10.18174/517892

Thema: Water en emissies

Disclaimer

© 2020 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

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

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

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Aanleiding	7
	1.1 Onderzoek tot nu toe en kennisvragen	7
	1.2 Doel	7
2	Aanpak	9
3	Resultaten en discussie	11
	3.1 Enquête	11
	3.2 Labproeven	11
	3.3 Kasproef	12
	3.4 Metingen in de praktijk	13
4	Communicatie en output	15
5	Conclusies	17
	Bijlage 1 Vragenlijst Enquete	19
	Bijlage 2 Oogstresultaten en chlooraat analyses	21
	Bijlage 3 Metingen in de praktijk	23

Samenvatting

Om nul-emissie van water met nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen te bereiken is het gewenst om te weten of toegepaste reinigingsmiddelen niet ophopen in het teeltsysteem. Producten die worden toegevoegd moeten worden opgenomen door de plant of worden afgebroken. In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek naar het mogelijk ophopen van reinigingsmiddelen in een gerbera gewas. Tevens is onderzocht of de toegepaste producten een additionele werking hebben tegen pathogenen. Allereerst is een enquête gehouden onder 10 telers. Uit de enquête en ook uit gesprekken met andere telers en voorlichters is inzicht verkregen over het gebruik van reinigings- en ontsmettingsmiddelen aanvullend aan de aanwezige ontsmetting (UV, Verhitter, enz). Hieruit bleek dat producten meestal in lage concentraties worden gebruikt met als doel om vorming van biofilm in leidingen te voorkomen.

Daarna zijn labproeven uitgevoerd, deze geven een indicatief beeld van de concentraties waarbij een neveneffect tegen een pathogeen is te verwachten. In dit geval is gekozen voor *Fusarium*, een moeilijk te doden organisme. Het huidige gebruik van reinigingsmiddelen gebeurt bij veel lagere concentraties dan wanneer doding van pathogenen lijkt op te treden. Twee producten (chloordioxide en waterstofperoxide met stabilisator) zijn vervolgens in een kortlopende gerberaproef in de kas gebruikt om te zien of ophoping van stoffen plaatsvindt. De oogst (aantal stuks, gewicht) gaf geen verschillen, er waren ook geen symptomen van *Fusarium* te zien. Mogelijk lag dit aan het feit dat het een kortlopende proef met jonge planten was. Wel was bij chloordioxide te zien dat bij hogere concentraties (hoger dan nodig is voor reiniging van leidingwerk) ophoping van chloraat kan optreden, evenals van natrium en chloride. Bij gebruik van waterstofperoxide is afbraak van het ijzerchelaat te zien bij hogere concentraties. Uit deze kasproef kon voorzichtig de conclusie worden getrokken dat in de praktijk stoffen ook kunnen gaan ophopen als er niet meer wordt geloosd. Daarom zijn vervolgens op een aantal bedrijven in de praktijk metingen verricht om te onderzoeken of ionen en/of reinigingsmiddelen gaan ophopen in het recirculerende watersysteem. Uit metingen op 7 bedrijven met verschillende reinigingsproducten (chloorbleekloog, chloordioxide, waterstofperoxide, ECA water) blijkt niet dat de toegepaste of gevormde producten (chloraat) snel ophopen als er, zoals wordt gezegd, niet of nauwelijks wordt geloosd. Wel loopt, afhankelijk van het reinigingsproduct, de natrium en/of chloride concentratie op. Bij een tolerant gewas als gerbera is dit niet of nauwelijks een probleem, maar bij andere gewassen moet hier wel op worden gelet.

Kan je nu zeggen dat chloorproducten volledig veilig zijn voor gebruik in een emissieloze teelt? Er blijkt geen acuut gevaar te zijn bij toepassing van concentraties tussen ca. 0 en 2 mg/l, nodig om leidingwerk te reinigen van een biofilm. Bij hogere concentraties, zoals in de teeltproef loopt chloraat snel op, zelfs in een kortlopende teelt. Er zijn geen waarnemingen gedaan in een volledig gesloten teelt en gedurende een periode van 1-2 jaar.

1 Aanleiding

Naar aanleiding van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft de overheid met de glastuinbouwsector afgesproken naar een (nagenoeg) nul-emissie voor nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen (GBM) in 2027 toe te werken. Hiervoor zijn sinds 2013 stikstof-emissienormen (substraatteelten) en verbruiksnormen (grondgebonden teelten) afgesproken, waarmee in principe ook de emissies van GBM worden teruggedrongen (Rijksoverheid, 2019; Activiteitenbesluit Milieubeheer; via <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2019-01-01>). Voor GBM is echter een snellere afname van het aantal overschrijdingen van de waterkwaliteitsnormen noodzakelijk (in 2018 50 % en in 2023 95% minder overschrijdingen; Tweede nota duurzame gewasbescherming, 2013; via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2013/05/14/gezonde-groei-duurzame-oogst-tweede-nota-duurzame-gewasbescherming>). Dit is niet alleen een voorwaarde om verdere inkrimping van het middelenpakket te voorkomen, maar ook om maatschappelijk draagvlak voor kasteelten en hun 'license to operate' te behouden.

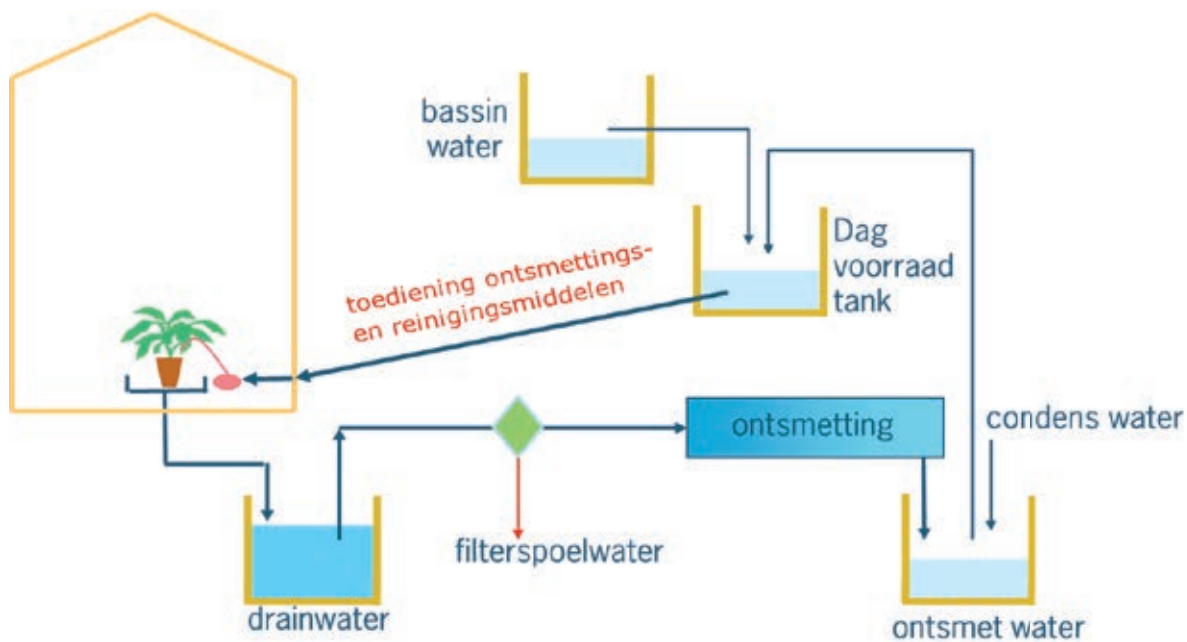
In 2016 volgde hieruit dat overheid en sector overeenkwamen dat alle tuinbouwbedrijven met teelt(en) onder glas die drain- of drainagewater lozen, verplicht worden zuiveringstechniek toe te passen per 2018 waarmee de GBM voor tenminste 95% kunnen worden verwijderd. Dit geldt ook voor bedrijven die bv. container- of trayvelden combineren met een kasteelt (ondersteunend glas), indien het overtollige drain(age)water uit de kasteelt niet doelmatig kan worden toegepast op eigen perceel. Er was ook een mogelijkheid om de zuivering gezamenlijk uit te voeren door een collectief van bedrijven, met maximaal uitstel tot 2021.

1.1 Onderzoek tot nu toe en kennisvragen

WUR Glastuinbouw heeft samen met de sector van 2015 - 2019 in het project Voorkomen en Bestrijden Emissies Kasteelten, met bijdragen van Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, TKI Watertechnologie en Stichting Programmafonds Glastuinbouw, de afgelopen jaren met twee verschillende sporen op deze ontwikkelingen ingespeeld: 1) ontwikkeling van zuiveringstechnieken en –strategieën (met een bijbehorende beoordelingsprocedure), en 2) ontwikkeling van innovaties en strategieën om minder of niet meer te lozen. Glastuinbouwbedrijven en toeleveranciers lopen echter tegen een aantal belangrijke kennisvragen en knelpunten aan, die implementatie van deze oplossingen en de noodzakelijke verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit in de weg staan. De belangrijkste kennisvragen bij het eerste onderzoekspoor hebben betrekking op waterstromen die qua samenstelling en volume sterk afwijken van het drain- en drainagewater. Dit speelt bijvoorbeeld rond de teeltwisseling als het water verontreinigd wordt met ontsmettings- en reinigingsmiddelen en bij lekwater. Met betrekking tot het tweede onderzoekspoor, waarbij naar een emissieloze teelt wordt toegewerkt, zijn de effecten van natrium onderzocht en of reinigings- en ontsmettingsmiddelen kunnen ophopen bij (langdurig) recirculeren en reden tot lozen zijn. De resultaten van dit laatste onderdeel zijn in het voorliggende rapport beschreven.

1.2 Doel

Doel van dit onderzoek is inzicht te verkrijgen in welke mate er bij het gebruik van (chloorhoudende) ontsmettings- en reinigingsproducten restproducten worden gevormd, en of dit de waterkwaliteit en de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor de plant beïnvloedt. In inleidende gesprekken met telers en voorlichters bleek dat de verschillende producten eigenlijk nauwelijks voor ontsmetting worden gebruikt, maar vooral voor reinigen van het leidingwerk en het voorkomen van de aangroei van een biofilm in de leidingen. Men was vooral bang dat het continue gebruik van producten tot ophoping zou leiden waarbij mogelijk schade aan de planten kan optreden. Daarnaast is men benieuwd of deze producten in de toegepaste concentraties pathogenen doden.



Figuur 1 Schematische weergave van het watersysteem op een substraatteeltbedrijf. Toediening van ontsmettings- en reinigingsmiddelen vindt plaats in de dagvoorraadtank om de leiding tot aan de plant vrij te houden van aangroei (biofilm).

Middelen worden als aanvulling op het ontsmetten toegediend. Ontsmetting is een belangrijk onderdeel van een (emissieloos) teeltsysteem. In veel teelten worden verschillende ontsmettingsmiddelen/technieken gebruikt om het watersysteem vrij te houden van pathogenen of de verspreiding ervan te voorkomen. Soms hebben telers de gedachte dat alleen ontsmetting via UV of verhitting niet voldoende is. Aanvullend worden dan vanaf de dagvoorraadtank middelen ingezet.

In dit onderzoek wordt ingezoomd op chloorhoudende producten en waterstofperoxide, waarbij gerbera als pilotgewas is gekozen. Telers hebben nog zeer veel kennisvragen over de gevolgen van diverse chloortoepassingen voor de teelt bij (langdurig) recirculeren. Hierbij is de onderzoeksvraag geherformuleerd:

- Leiden de in de praktijk gebruikte concentraties tot ophoping van stoffen die toxisch zijn voor de plant?
- Is er een additioneel effect van de producten tegen (veel voorkomende) pathogenen?

Op dit moment is er veel belangstelling in verschillende gewassen voor de toepassing van elektrolysewater in de teelt. Diverse fabrikanten bieden apparaten aan die allemaal elektrolysewater kunnen maken, maar technisch van elkaar verschillen. Het effect op pathogenen in het watersysteem (zowel in het water als in besmettingshaarden) is nog niet aangetoond. Of restproducten zich ophopen is nooit onderzocht. Een vergelijkbaar verhaal kan gemaakt worden voor reinigingsproducten zoals chloorbleekloog, chloordioxide, waterstofperoxide al of niet met stabilisatoren om de werking te verbeteren.

2 Aanpak

In dit onderzoek wordt onderzocht welke positieve en negatieve effecten het gebruik van reinigingsmiddelen hebben in de teelt van gerbera. Er is gestart met een enquête (zie Bijlage 1) onder een aantal geïnteresseerde telers die o.a. chloorproducten gebruiken of hebben gebruikt. Hierin zijn vragen opgenomen om de huidige praktijksituaties betreffende ontsmetting en reiniging in kaart te brengen. Gevraagd is welke type gerbera's er worden geteeld, op welk substraat maar ook welke reinigings- en ontsmettingsmethoden worden toegepast. Daarnaast ook het waarom van deze methoden en ook hoe de effectiviteit wordt vastgesteld.

Aan de hand van uitkomsten van deze enquête zijn labproeven ingezet met een veel voorkomend pathogeen (*Fusarium*) en drie producten (chloorbleekloog, chloordioxide en waterstofperoxide) die het meest genoemd werden in de enquête. Hierbij is het product in verschillende concentraties aan een levende schimmel (*Fusarium*) op een petrischaal toegediend.

Na deze labproeven is gestart met een kasproef met jonge gerberaplanten. Hierbij zijn op 24 tafels die onafhankelijk van elkaar water krijgen bij een paar behandelingen ook een aantal planten besmet met *Fusarium*. Hierna zijn 2 producten (chloordioxide en waterstofperoxide met zilverstabilisator) in 5 concentraties in 2 herhalingen toegepast om te zien of ophoping van bepaalde stoffen gaat plaatsvinden. Deze proef liep tot eind januari 2018.

Als resultaat van de uitkomsten van de teeltproef is met de Gewascoöperatie Gerbera besloten om praktijkmetingen uit te voeren om te zien of na langdurige recirculatie de toegepaste reinigingsmiddelen ophopen of niet. Dit is in december 2018, januari en september 2019 uitgevoerd.

3 Resultaten en discussie

3.1 Enquête

Uit de enquête (zie Bijlage 1) onder tien gerberatelers is het volgende gekomen:

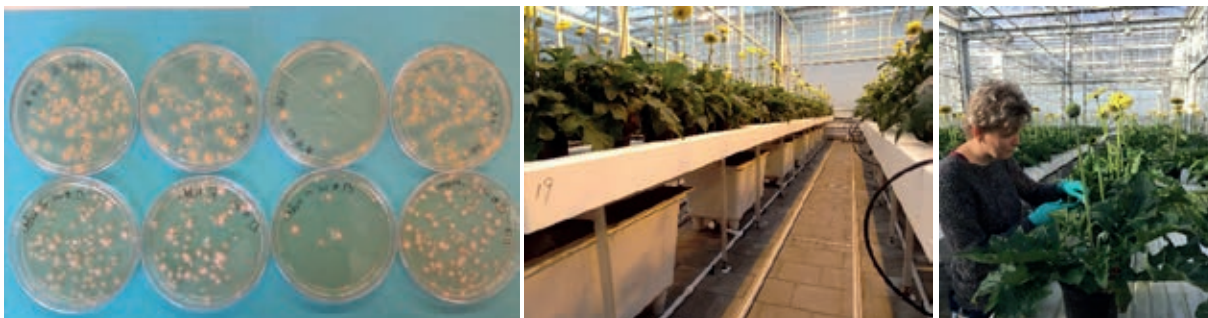
- De helft van de telers teelt grootbloemig en de helft mini gerbera's.
- De meesten telen in steenwolcubes.
- Ontsmetting: verhitten en UV.
- Aanvullend wordt nog gebruikt: waterstofperoxide, chloorbleekloog, ECA-water, ClO_2 .
- Toediening continu, meestal in mengbak.
- Sommige meten de effectiviteit door kiemgetal te laten bepalen en in sommige gevallen wordt een DNA-check uitgevoerd.
- Wat betreft zuivering van het lozingswater zijn er twee telers met nullozing en daarbij is geen zuivering nodig. Bij een teler wordt de HD-UV uitgebreid met het toevoegen van peroxide.
- Reden van lozing: calamiteiten (kapotte apparatuur) en overloop tanks.
- Bij ziekten werden vooral Pythium en Fusarium genoemd.
- Gevoelige cultivars: Petticoat, Whisper, Optima, Nacho, Don Leo.

3.2 Labproeven

In een eerste oriënterende labproef (methodiekbepaling) is voor chloorbleekloog gekozen en dit is in hoge concentraties (16, 20 en 24%) toegepast. Concentraties zijn gekozen op basis van onderzoek van Wubben (2003; Ontsmetting van teeltsystemen bij potplanten, rapport PPO 571) waarbij de effectiviteit van chloorbleekloog tegen Fusarium in plantmateriaal werd onderzocht. Hierna werd geen Fusarium meer aangetroffen. De praktijk doseert echter 0,2% om leidingen te reinigen, en bij kasontsmetting 3%. Na overleg over de hoge concentraties en de toepassing in de praktijk is besloten om de labproeven voort te zetten met chloordioxide en waterstofperoxide met zilver stabilisator.

Chloordioxide (ClO_2) is in drie labproeven toegepast met de volgende concentraties: 0.2, 0.4, 0.8, 1, 3, 5 en 10 mg/l. Pas bij 5-10 mg/l (ppm) is een duidelijke afname van Fusarium te zien. De praktijk doseert: <1 mg/l. Waterstofperoxide met zilver is in de volgende concentraties getoetst: 20, 40, 80, 120, 160, 250 en 300 mg/l. Dit product geeft in drie labproeven pas lichte afname van Fusarium te zien vanaf 160 mg/l. De praktijk doseert: 25 mg/l. Aangezien dit uitplaatproeven zijn, zijn bovenstaande getallen nog geen richtlijn voor de praktijk maar alleen een indicatie: om leidingen te reinigen zijn lagere concentraties toereikend dan voor het doden van pathogenen.

In dit onderzoek gaat het echter om de eventuele ophoping van stoffen en de mogelijke schade die dit kan veroorzaken aan de planten met een mogelijk neveneffect op een ziekteverwekker.



Figuur 2 Uitgroei van *Fusarium* op voedingsbodem na toediening van reinigingsmiddel in verschillende concentraties (links); 24 tafels met gescheiden watersysteem voor de kasproef (midden); inoculatie van planten met *Fusarium* in de kasproef (rechts).

3.3 Kasproef

In een kasafdeling met 24 tafels met gescheiden watersysteem zijn jonge gerberaplanten (cultivar Don Leo) neergezet (Figuur 2). De proef duurde van oktober 2017 tot januari 2018. Er waren 2 behandelingen in 5 concentraties in 2 herhalingen en 2 controles met *Fusarium* toediening en 2 controles zonder *Fusarium* toediening, in totaal 24 tafels.

Chloordioxide (0.2, 2, 5, 8 en 10 mg/l) en waterstofperoxide met zilver (40, 80, 160, 250 en 300 mg/l zuiver product) zijn toegevoegd aan het voedingswater in de voorraadbak onder de betreffende tafel (Figuur 2). Per tafel staan 14 planten, hiervan zijn er zes geïnoculeerd (besmet) met *Fusarium*. Tijdens deze teelt wordt de opbrengst aan bloemen (stuks en gewicht), de stand van het gewas, de nutriënten en de ophoping van chloraat gemeten (Bijlage 2).

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat er geen systematische plaatseffecten zijn, zodat alle verschillen in waarnemingen ontstaan zijn door de toegediende behandelingen (ClO_2 , H_2O_2 met zilver). Analyse van de data zoals weergegeven in Bijlage 2 geven geen verschillen in opbrengst (niet in stuks, niet in gewicht). De planten vertoonden geen ziekteverschijnselen door de inoculatie met *Fusarium oxysporum*, dit zou kunnen omdat het gewas nog jong was en de uitgroei naar de planten nog aan de gang was. Een beoordeling op de stand van het gewas (uiterlijke kenmerken) gaf wel een verschil tussen de behandelingen. Zowel de onderzoekers als de BCO hebben de planten op dezelfde dag beoordeeld zonder te weten welke behandeling waar stond. Belangrijkste uitkomst was dat hoe hoger de concentratie product was hoe slechter de stand van het gewas (Tabel 1). Opvallend hierbij was dat de betrokken telers een deel van de slechtere stand toewezen aan *Fusarium* symptomen.

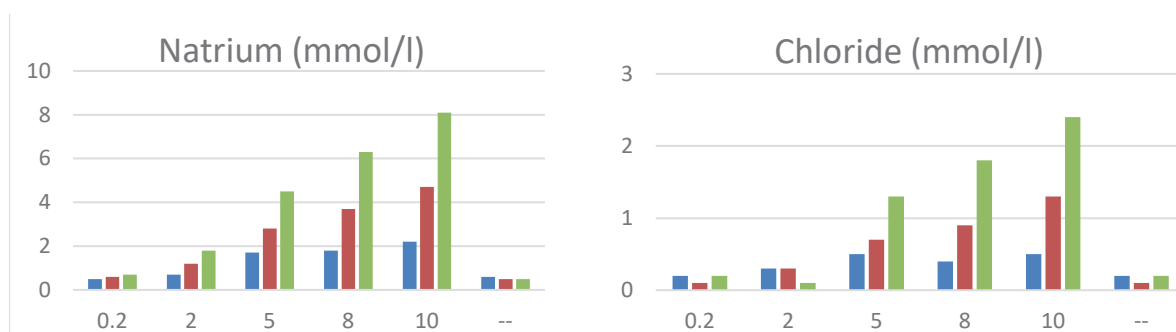
De nutriënten analyses gaven duidelijke verschillen tussen de behandelingen voor natrium en chloride (Figuur 3) en de afbraak van ijzerchelaat (Figuur 4). Er zijn op drie momenten analyses gedaan (29 november, 14 december, 3 januari).

Tabel 1

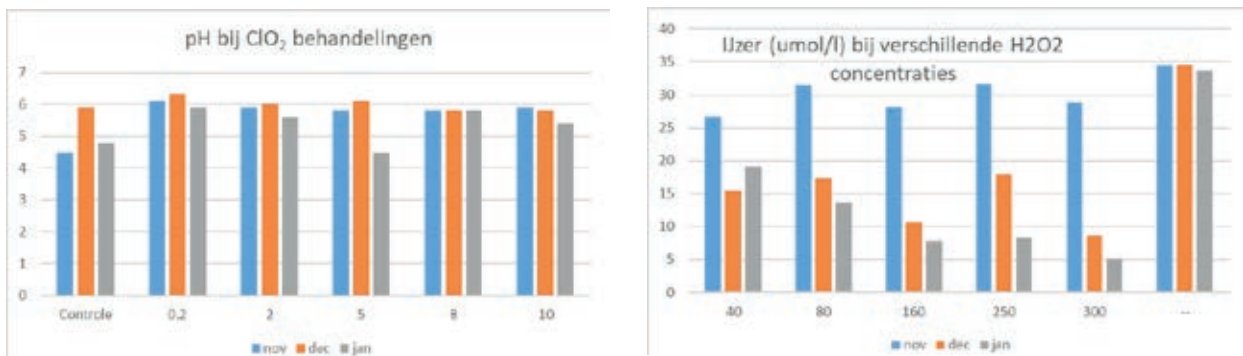
Beoordeling stand* van het gewas op 12 januari 2018.

Behandeling	Beoordeling	Behandeling	Beoordeling	Behandeling	Beoordeling
ClO_2 1 (0.2 mg/l)	4.25	H_2O_2 1 (40 mg/l)	4.25	Controle 1	5
ClO_2 2 (2 mg/l)	3.25	H_2O_2 2 (80 mg/l)	3.25	Controle 2	4
ClO_2 3 (5 mg/l)	2.25	H_2O_2 3 (160 mg/l)	2.75	Controle 3	4
ClO_2 4 (8 mg/l)	2.5	H_2O_2 4 (250 mg/l)	3.5	Controle 4	5
ClO_2 5 (10 mg/l)	2	H_2O_2 5 (300 mg/l)	2.5		

*) Cijfers van 1 t/m 5 konden worden gegeven waarbij 1 slecht is en 5 goed.



Figuur 3 Natrium en chloride concentraties bij de verschillende ClO_2 behandelingen. (Blauw 29/11; rood 14/12, groen 03/01).



Figuur 4 Ijzer concentraties bij de verschillende behandelingen met H₂O₂.

Aangezien er geen recirculatiewater werd geloosd konden niet opgenomen hoeveelheden natrium en chloride ophopen na toepassing van ClO₂. Waarschijnlijk zijn de gevonden waarden voor gerbera geen probleem, maar dit was een kortlopende proef met toch duidelijk oplopende concentraties. Bij een ander gewas kunnen gevonden concentraties mogelijk eerder tot schade leiden. H₂O₂ zal het organische chelaat van het ijzer afbreken waardoor ijzer minder beschikbaar is voor de plant en minder ijzer wordt gemeten in de chemische analyses.

In Bijlage 2 zijn ook de metingen van het chlooraat in de behandelingen met ClO₂ weergegeven. Bij toenemende doseringen loopt de concentratie chlooraat snel op: 1^e meting 27 mg/l, 2^e meting 73 mg/l bij een dosering van 10 mg/l. Bij welke concentratie chlooraat giftig is voor de plant is niet bekend.

In de kortdurende kasproef met gerbera laten de resultaten zien dat de behandelingen (nog) geen invloed hadden op de opbrengst (aantal, gewicht). Wel kan al gezien worden dat natrium en chloride bij gebruikte concentraties ClO₂ snel gaan oplopen, evenals het chlooraatgehalte. Bij ijzer valt een afname van beschikbaar ijzer te zien bij hogere concentraties H₂O₂.

De kasproef geeft aan dat in de praktijk stoffen kunnen gaan ophopen als er niet meer wordt geloosd en als de doseringen omhoog gaan. De geïnterviewde telers loosden allemaal minimaal en er waren er al twee bij die een nul-lozingscertificaat hadden aangevraagd. Dit was reden om op een aantal bedrijven in de praktijk metingen naar nutriënten en reinigingsmiddelen te gaan doen en te zien of van enige ophoping sprake zou zijn.

3.4 Metingen in de praktijk

De aanpak is geweest om bij bedrijven uit de enquête, die verschillende reinigingsmiddelen gebruiken, watermonsters te verzamelen en die te gaan analyseren op nutriënten, chlooraat en perchlooraat, zilver, UV-transmissie, chloordioxide en H₂O₂ (met strips). De eerste vier zijn door Groen Agro Control geanalyseerd, de laatste drie door Wageningen University & Research BU Glastuinbouw (WUR). De meeste bedrijven zijn tweemaal bezocht, in december 2018/januari 2019 en in september 2019. Er zijn watermonsters genomen bij bedrijven die chloorbleekloog, ECA water (meerdere fabrikanten, 1x KCl, 1x NaCl), zuiver H₂O₂ en H₂O₂ met zilver stabilisator, ClO₂ en een groentebedrijf met een zuiver chloor unit. Een overzicht van de analysis en de opzet op het bedrijf is weergegeven in Bijlage 3. Allereerst valt op dat alle bedrijven anders zijn, de wijze waarop de waterstromen zijn georganiseerd en de plaats waar reinigingsmiddelen worden toegediend verschillen ook. Daarom is in Bijlage 3 per bedrijf een principeschema weergegeven. In Tabel 2 zijn enkele opvallende metingen naar voren gehaald. Bij gebruik van chloorbleekloog valt op dat chlooraat en natrium hoog zijn. Chloride is hoog maar dit zal voor het grootste deel toe te schrijven zijn aan de dosering als meststof in plaats van nitraat. Daarom is hier ook het nitraatcijfer weergegeven. Één bedrijf past afwisselend ClO₂ en H₂O₂ toe. ClO₂ is niet terug te meten. Bij gebruik van gestabiliseerd H₂O₂ is vlak na de dosering zilver in de mengbak te meten, maar niet in de vuildrain tank. Het slaat neer in het substraat. Het zou nuttig zijn om een monster van het substraat te nemen na tweejarig gebruik. Bij gebruik van ECA water zijn de natrium concentraties licht verhoogd, evenals de chloride cijfers, maar concentraties zijn niet anders als bij andere chloorproducten. Bij ECA van KCl blijft natrium laag en wordt ca. 2 mmol/l K en Cl gedoseerd. Per ECA-leverancier verschillen de chlooraat en perchlooraat concentraties iets, maar zijn meestal laag in vergelijking met de concentraties in de teeltproef (Bijlage 2). Bij de zuiver chloor unit kon geen verhoging van chlooraat worden gemeten.



Figuur 5 Bemonstering voor de verschillende analyses uit de mengbak (links), drainput (midden) en druppelleiding (rechts).

Tabel 2

Opvallende metingen op de bedrijven.

		Chloraat	Zilver	Na	Cl	NO ₃	EC	H ₂ O ₂ strips	ClO ₂	Opmerkingen
middel	locatie	[mg/l]	[ug/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	
chloorbleekloog	mengbak	9.5		3.8	12.0	8.5	3.6			hoog chloraat + natrium
	vuildrain	10.9		5.2	13.5	2.9	3.2	2.5		
afwisselend	mengbak	0.058		1.9	7.3	16.6	3.8	10	<0.02	ClO ₂ niet terug te vinden
H ₂ O ₂ /ClO ₂	vuildrain	0.075		2.7	10.3	17.4	4.1		<0.02	
gestabiliseerd	mengbak		17	1	5.7	8.6	2.7	25		Zilver in aanvoer, slaat neer
H ₂ O ₂	vuildrainer		0.3	1.7	11	10.6	3.6	1		H ₂ O ₂ niet in drain
ECA	dagvoorraad	1.4		2.5	10.6	10.0	3.3			chloraat vergelijkbaar met
	drainput	1.2		3.5	14.2	11.2	3.9			andere chloorproducten

Uit de metingen in de praktijk blijkt dat ondanks de grote verschillen in de plaats van dosering (voor, in of na de mengbak) er geen ophoping van reinigingsmiddelen plaats vindt. De concentraties chloraat waren in de septembermeting wel iets hoger dan in januari (meer watergebruik, meer product dosering), maar lijken niet hoog en niet echt snel op te lopen (Bijlage 3). Concentraties *lijken* niet hoog omdat onbekend is waar de grenswaarde ligt wat betreft het optreden van schade.

4 Communicatie en output

Gedurende het project is intensief samengewerkt met Glastuinbouw Nederland, de Gewascoöperatie Gerbera en FloriConsult die allen vertegenwoordigd waren in de BCO. Met hen is de aanpak en werkwijze besproken. Artikelen over de voortgang van het project zijn op www.Glastuinbouwwaterproof.nl geplaatst en tweemaal is een posterpresentatie gegeven op het Water Event van WUR en Glastuinbouw Nederland in Bleiswijk (Figuur 6).



Figuur 6 Tijdens het Water Event bij Wageningen University & Research BU Glastuinbouw op 5 oktober 2017 (links) en 3 oktober 2019 (rechts) is aandacht besteed aan de proeven met reinigingsmiddelen met poster en toelichting.

5 Conclusies

De enquête en ook gesprekken met telers en voorlichters hebben inzicht gegeven over het gebruik van reinigings- en ontsmettingsmiddelen aanvullend aan de aanwezige ontsmetting (UV, Verhitter, enz). De labproeven geven een indicatief beeld van de concentraties waarbij een additioneel effect tegen een pathogeen is te verwachten. In dit geval is gekozen voor Fusarium, een moeilijk te doden organisme.

Twee producten (chloordioxide en waterstofperoxide met stabilisator) zijn in een kortlopende gerberaproef in de kas gebruikt om te zien of ophoping van stoffen plaatsvindt. De oogst (aantal stuks, gewicht) gaf geen verschillen, er waren ook geen symptomen van Fusarium te zien. Mogelijk lag dit aan het feit dat het een kortlopende proef met jonge planten was. Wel was bij chloordioxide te zien dat bij hogere concentraties (hoger dan nodig is voor reiniging van leidingwerk) ophoping van chloraat kan optreden, evenals van natrium en chloride. Bij gebruik van waterstofperoxide is afbraak van het ijzerchelaat te zien bij hogere concentraties. Bij beide producten hadden de hoogste concentraties een mindere stand van het gewas tot gevolg. Uit deze kasproef kon voorzichtig de conclusie worden getrokken dat in de praktijk stoffen ook kunnen gaan ophopen als er niet meer wordt geloosd. Daarom zijn vervolgens op een aantal bedrijven in de praktijk metingen verricht om te onderzoeken of ionen en/of reinigingsmiddelen gaan ophopen in het recirculerende watersysteem. Uit metingen op 7 bedrijven met verschillende reinigingsproducten (chloorbleekloog, chloordioxide, waterstofperoxide, ECA water) blijkt niet dat de toegepaste of gevormde producten (chloraat) snel ophopen als er, zoals wordt gezegd, niet of nauwelijks wordt geloosd. Wel loopt, afhankelijk van het reinigingsproduct, de natrium en/of chloride concentratie op. Bij een tolerant gewas als gerbera is dit niet of nauwelijks een probleem, maar bij andere gewassen moet hier wel op worden gelet.

Kan je nu zeggen dat chloorproducten volledig veilig zijn voor gebruik in een emissieloze teelt? Er blijkt geen acuut gevaar te zijn bij toepassing van concentraties tussen ca. 0 en 2 mg/l, nodig om leidingwerk te reinigen van een biofilm. Bij hogere concentraties, zoals in de teeltproef loopt chloraat snel op, zelfs in een kortlopende teelt. Er zijn geen waarnemingen gedaan in een volledig gesloten teelt en gedurende een periode van 1-2 jaar. Daarnaast kunnen chloorverbindingen in combinatie met organische stof en/of nitraat omgezet worden in schadelijke verbindingen; in hoeverre dit gebeurt is onbekend.

Bijlage 1 Vragenlijst Enquete

Algemeen bedrijfstype

1. Welke type gerbera's teelt u?
 - Grootbloemig.
 - Mini.
 - Anders
2. Op welk substraat worden de gerbera's geteeld:
 - Potten met steenwolcubes.
 - Potten met steenwolblok.
 - Potten met kokos.
 - Overig

Ontsmetting

3. Hoe wordt het recirculatiewater behandeld?
 - Verhitten.
 - UV HD (Priva).
 - UV LD (overig).
 - Zuiver waterstofperoxide.
 - Waterstofperoxide plus stabilisator (zilver).
 - Chloorbleekloog (natriumhypochloride).
 - ECA water.
 - Horticoop.
 - Brinkman.
 - Karo.
 - Ander
 - Chloordioxide.
 - Koper/zilverbehandeling.
 - Of een combinatie van bijv. UV + H₂O₂
4. Wordt alleen recirculatiewater ontsmet of ook het bassinwater?
5. Waar worden de gebruikte stoffen toegediend?
 - Voor de ontsmetter.
 - Na de ontsmetter.
 - Mengbak.
 - Dagvoorraadtank.
 - Schoonwatertank.
 - Anders
6. Wordt de stof continue toegediend of juist bij de laatste druppelbeurt (per dag?).

Lozing/zuivering

7. Wordt de ontsmetter ook gebruikt voor zuivering lozingswater?
8. Is het streven naar een nullozing.
 - zuiveringsapparaat aanschaffen.
 - mobiele zuivering.
9. Wat is de reden van de lozing voedingsoplossing?
 - Hoog natriumgehalte.
 - Ziekteprobleem.
 - Verversing.
 - Ophoping stoffen.
 - Welke? (organische vervuiling, chloor).
 - Te kleine ontsmetter.

Ziekten

10. Van welke wortelziekten heeft u het meeste last?
11. Teelt u cultivars die extra gevoelig zijn voor bepaalde wortelziekten?
 - Zo ja, welke

Overige

12. Gebruikt u ook groeiverbeteraars zoals bijvoorbeeld Natugro en weerbaar telen producten
 - Anders
13. Wordt het ontsmette water wel eens getoetst op bepaalde schimmels en/of bacteriën? Zo ja, welke toets:
 - Kiemgetal bepalen
 - DNA check
 - ATP
 - Anders
14. Worden toegevoegde stoffen of reststoffen gemeten? (controlerende meting)
 - Chloor
 - Waterstofperoxide
 - Natrium
 - Perchloraat
 - Anders

Bijlage 2 Oogstresultaten en chloraat analyses

Hieronder de oogstresultaten (aantal bloemen, versgewicht) per behandeling (tafel) voor twee data. De oogstresultaten per tafel zijn een gemiddelde van twee tafels.

		Oogst per tafel			
		gem. na 5 weken		gem. na 2 mnd	
		aantal	gewicht	aantal	gewicht
ClO ₂	gemiddeld alle behandelingen	30	1453	49	2329
H ₂ O ₂	gemiddeld alle behandelingen	28	1384	47	2332
controle	zonder Fus, zonder middel	27	1320	48	2422
controle	met Fus, zonder middel	24	1142	47	2236
H ₂ O ₂	40	26	1300	50	2443
	80	29	1493	51	2372
	160	28	1364	44	2134
	250	28	1339	52	2435
	300	30	1425	48	2263
ClO ₂	0.2	31	1548	46	2280
	2	30	1367	48	2470
	5	28	1421	45	2297
	8	32	1526	47	2289
	10	30	1406	51	2327

Chloraat en perchloraat analyses

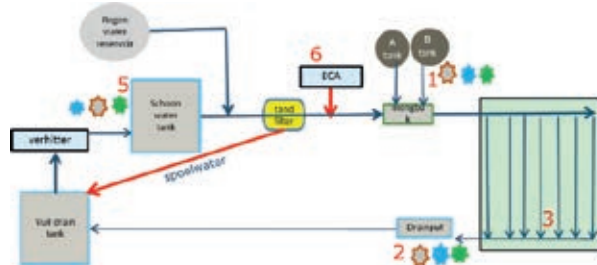
Behandeling	21-dec-17		8-jan-18	
	Perchloraat (mg/l)	Chloraat (mg/l)	Perchloraat (mg/l)	Chloraat (mg/l)
Controle 1	<0.01	0.09	<0.01	0.08
Controle 2	<0.01	0.3	<0.01	0.3
C1 (0.2ppm)	<0.01	0.81	<0.01	1.1
C2 (2 ppm)	<0.01	5.9	<0.01	14
C3 (5 ppm)	<0.01	17	<0.01	46
C4 (8 ppm)	<0.01	25	<0.01	53
C5 (10 ppm)	<0.01	27	<0.01	73

Bijlage 3 Metingen in de praktijk

Locatie nummer behoort bij de plaats waar het watermonster is genomen, zie Figuur. Zwarte tekst heeft betrekking op de metingen in dec/jan. Paarse tekst geeft de septembermetingen weer.

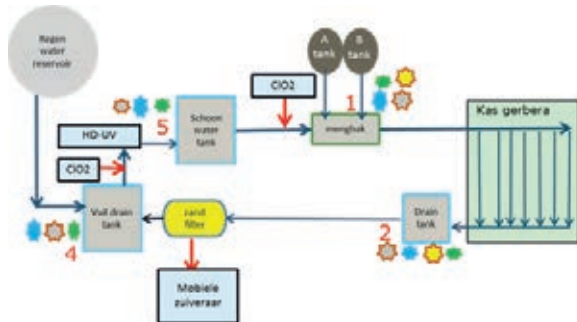
Bedrijf 2, ECA

locatie	naam monster	per-chloraat		Zilver	Na	Cl	T10	H2O2 strips	ClO2
		mg/l	mg/l						
1	mengbak	0.22	0.038		0.6	7.9	21		
2	drainput	0.22	0.032		0.8	8.4	13.9		
3	uiteinde druppelslar	0.19	0.027		0.6	8.1	6.6		
5	schoonwatertank	0.24	0.035		0.7	7.7	14.5		
6	ECA water			K: 446	4.1	429			
				2.23	0.021	2.145			
21	mengbak	0.77	0.2		0.3	4.1			
22	drainput	1.1	0.29		0.6	6.2			



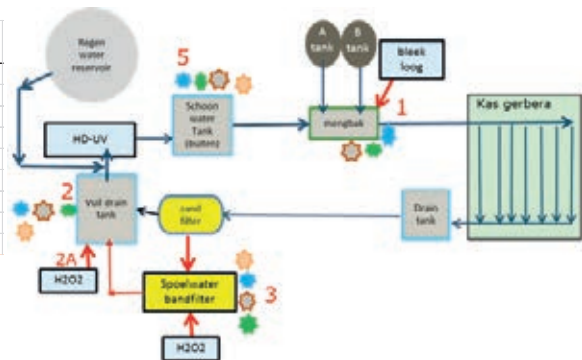
Bedrijf 3A ClO₂

locatie	naam monster	per-chloraat		Zilver	Na	Cl	T10	H2O2 strips	ClO2
		mg/l	mg/l						
1	mengbak A	1.8	0.01		1.7	10	16		<0.02
1	mengbak B	1.6	0.01						
2	drainput A	2.5	0.01		2.4	11.6	17		
2	drainput B	2.1	0.01						
4	vuil drain	2	0.01		2.4	11.6	16		
5	na lamp A	1.9	0.01		1.7	7.5	40		
5	na lamp B	1.7	0.01						
21	mengbak	2.3	0.01		1	3.6			0.03
24	vuil drain	2.6	0.01		1.4	3.6			<0.02



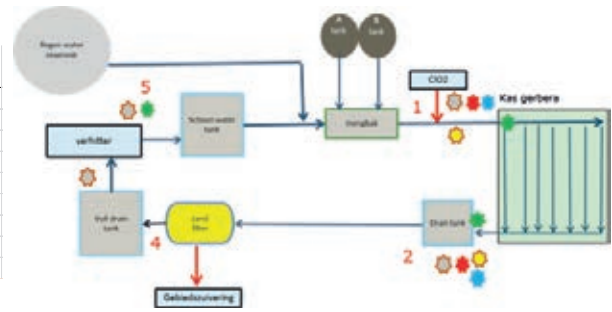
Bedrijf 3B chloorbleekloog

locatie	naam monster	per-chloraat		Zilver	Na	Cl	T10	H2O2 strips	ClO2
		mg/l	mg/l						
1	mengbak	1.4	0.01		5	8.7	27		<0.5
2	vuil drain	2.3	0.01		5.9	7.1	22		25
5	schoonwatertank	1.7	0.01		4.3	5.1	53		<0.5
	bandfilter	2.1	0.01		5.1	6.0	8		>25, 50
21	mengbak	9.5	0.023		3.8	12.0			
22	vuil drain	10.9	0.026		5.2	13.5			2.5
	bandfilter								10



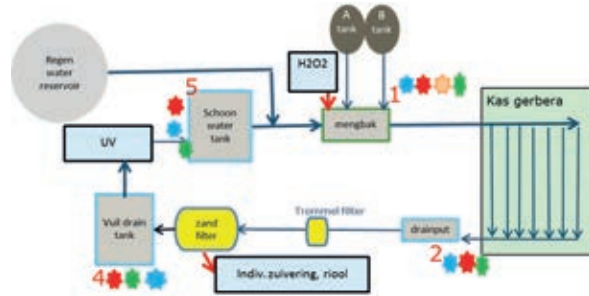
Bedrijf 5 ClO2

		per-chloraat	per-chloraat	Zilver	Na	Cl	T10	H2O2 strips	ClO2
locatie	naam monster	mg/l	mg/l	ug/l	[mmol/l]	[mmol/l]			mg/l
1	mengbak	1.6	0.01	0.11	1.7	6.6	22		<0.02
2	drainput	1.8	0.01	0.075	2	6.9	21		<0.02
4	vuildraintank	2	0.01						
5	schoonwatertank	1.9	0.01				19		
21	mengbak +H2O2	0.058	0.01		1.9	7.3		10	<0.02
24	vuildrain	0.075	0.01		2.7	10.3			<0.02
26	mengbak -H2O2							4	



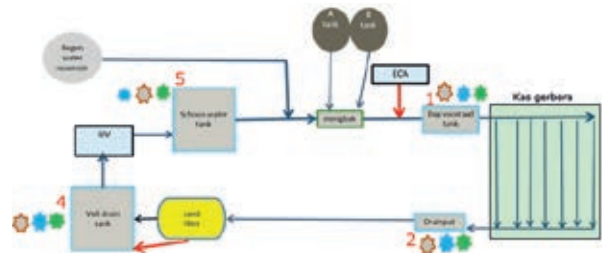
Bedrijf 10 H2O2

		chloraat	per-chloraat	Zilver	Na	Cl	T10	H2O2 strips	ClO2
locatie	naam monster	mg/l	mg/l	ug/l	[mmol/l]	[mmol/l]			mg/l
1	mengbak			19	1.4	6.5	23	25-30	
2	drainput			<0.5	2.1	7.4	31		
4	vuildraintank			<0.5	2.1	7.2	30		
5	schoonwatertank			<0.5	2.4	7	9		
21	mengbak			17	1	5.7		25	
24	vuildraintank			0.3	1.7	11		1	



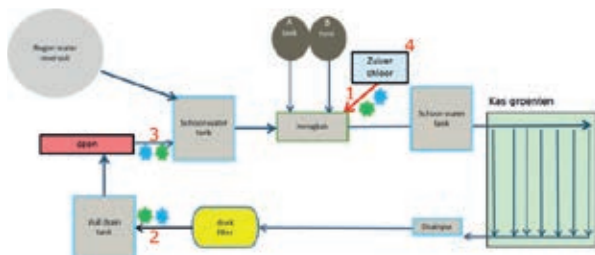
Bedrijf 11 ECA

		chloraat	per-chloraat	Zilver	Na	Cl	T10	H2O2 strips	ClO2
locatie	naam monster	mg/l	mg/l	ug/l	[mmol/l]	[mmol/l]			mg/l
1	dagvoorraadtank 2	1.4	<0.01		2.5	10.6	28.1		
2	drainput	1.2	<0.01		3.5	14.2	29.6		
4	vuilwatertank 4	1.1	<0.01		3.2	12.2	28.7		
5	schoonwatertank 3	1.0	<0.01		2.5	9.0	48.6		
21	dagvoorraadtank 2	0.92	<0.01		0.8	2.5			
24	vuilwatertank 4	1.2	<0.01		1.4	3.2			



Bedrijf 12 Zuiver chloor unit

		chloraat	per-chloraat	Zilver	Na	Cl	NO3	T10	H2O2 strips	ClO2
locatie	naam monster	mg/l	mg/l	ug/l	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]			mg/l
1	mengbak	0.029	0.01		1.3	2.3	19.3			
2	vuildraintank	0.026	0.01		1.8	3.8	16.9			
3	na ontsmetten	0.033	0.01		2.1	4.2	18.2			



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



Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-933

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research 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.