



---

# Onderzoek naar de effectiviteit van ontsmettingsapparatuur en -middelen

Ineke Stijger<sup>1</sup>, Erik van Os<sup>1</sup>, Dave van Marwijk<sup>2</sup>, Maarten Klein<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wageningen UR Glastuinbouw, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

<sup>2</sup> DLV Plant, Agro Business Park 65, 6708 PV Wageningen



PT projectnummer: 14802  
WUR projectnummer: 3242166100

## **Wageningen UR Glastuinbouw**

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

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1    Introductie	4
1.1    Doel van het onderzoek	4
2    Materiaal en Methoden	6
2.1    Inventarisatie	6
2.2    Testen effectiviteit ontsmettingsapparatuur	6
2.3    Testen effectiviteit ontsmettingsmiddelen	7
2.4    Schade aan het gewas	7
2.5    Samenstelling drainagewater i.r.t. eisen aan ontsmetting voor hergebruik	8
3 <i>Resultaten</i>	9
3.1    Inventarisatie	9
3.2    Testen effectiviteit ontsmettingsapparatuur	9
3.2.1    Verhitten	9
3.2.2    Ozon	10
3.2.3    Ultrafiltratie	11
3.2.4    Chloordioxide	12
3.3    Schade aan het gewas	12
3.4    Samenstelling drainagewater	14
3.4.1    Mineralen analyse	14
3.4.2    analyse gewasbeschermingsmiddelen	20
3.4.3    Aanvullende monsteranalyses	20
3.4.4    Wel of niet ontsmetten van drainagewater	20
3.4.5    Interviews; omgang met drainagewater	22
4    Discussie en conclusie	24
5    Literatuur	27
Bijlage I. Standaard water	1
Bijlage II. Protocol voor testen apparatuur en-middelen	1
Bijlage III Chemische analyse overzicht	2



# Samenvatting

## *Inventarisatie*

Veel gesprekken zijn gevoerd met producenten en leveranciers van ontsmettingsapparatuur en –middelen. Over het algemeen vonden ze het zinvol om dit te laten testen. Na een aantal mondelinge ja werd het bij het aanbieden van de overeenkomst vaak een nee. Dat de bedrijven niet overgingen tot een feitelijke test heeft voornamelijk te maken met de kosten van het onderzoek, de cash-bijdrage die van de deelnemers wordt verwacht, dit ondanks de PT bijdrage die leidt tot extra informatie voor de producent of leverancier. Een ander argument was dat het betreffende apparaat nog niet klaar was om getest te worden. Men was nog aan het uitproberen, op bedrijven. Mogelijk laten een aantal bedrijven in 2014 nog testen uitvoeren.

## *Testen effectiviteit ontsmettingsapparatuur en -middelen*

### *Verhitten*

De resultaten bij het testen van de effectiviteit van een verhitter laten zien dat bij 85°C en een behandelingstijd van 120 seconden of een temperatuur van 95°C en behandelingstijd van 15 seconden voldoende is om schimmels en bacteriën in het voedingswater te doden. Plantenvirussen kunnen effectief worden gedood bij 85°C gedurende een verblijftijd van 180 seconden of bij 95°C gedurende 30 seconden.

Voor schimmels en bacteriën zou met een kortere behandelingstijd kunnen volstaan maar omdat het vaak niet zeker is met welk pathogeen je te maken hebt in een teelt is het advies voor een algehele ontsmetting:

Verhitten bij 85°C gedurende een behandelingstijd van 180 seconden of verhitten bij 95°C gedurende een behandelingstijd van 30 seconden.

### *Ozon*

Ozon staat als ontsmetter opnieuw in de belangstelling. Een eerste oriënterende proef om virus te verwijderen was succesvol bij een behandelingstijd van 135 s. Optimalisatie van hoeveelheid en behandelingstijd zal in 2015 plaatsvinden, de methode is perspectiefvol.

### *Ultrafiltratie*

Ultrafiltratie via een membraan lijkt ook perspectief te hebben. Een eerste proef om fusarium te verwijderen was succesvol. Helaas is virusverwijdering nog niet getest op het ultrafiltratiemembraan.

### *Chloordioxide*

Chloordioxide is minder succesvol. Het bleek niet mogelijk te zijn het plantenvirus volledig te doden op een oppervlak (in dit geval glas) en in voedingswater.

## *Schade aan het gewas*

In dit onderdeel is gekeken naar de mogelijke schade aan een vast te stellen toetsgewas door toepassing van bepaalde ontsmettingsmiddelen. Aanvullend is een protocol opgesteld en is de nieuwe methodiek uitgetest.

De testen zijn uitgevoerd bij twee middelen (A en B) die in de praktijk worden gebruikt om leidingen te reinigen (biofilm).

Van deze twee geteste middelen op schade aan het gewas laat middel A bij de diverse behandelingen geen schade zien. Bij middel B is er wel een effect met name bij de hoogste concentratie op de lengte groei van de plant en de ontwikkeling van de wortels.

## *Samenstelling drainagewater*

Voor dit onderdeel hebben gewasadviseurs (rol DLV) een interview afgenomen bij een aantal chrysantentelers. Zij hebben informatie verzameld met betrekking tot problemen met het drainagewater, de teeltsystemen en vereisten per teelt in relatie tot hergebruik.

Er is gekozen voor de chrysantenteelt als modelgewas. Deze bedrijven vormen een grote groep en zijn al ongeveer 15 jaar bezig met onderzoek naar de mogelijkheden om het drainagewater te recirculeren. De nodige data is beschikbaar en de bedrijven beschikken over de technische voorzieningen om een recirculatie uit te kunnen voeren.

Voor de analyse van mineralen en de chemische analyses zijn 68 monsters van drainagewater genomen bij 24 verschillende chrysantenbedrijven vanaf februari 2013 tot aan februari 2014. De bedrijfskeuze is vooral gemaakt op basis van mate van kwelwater op het bedrijf. Dit blijkt in de praktijk namelijk de voornaamste reden te zijn m.b.t. de mate waarin hergebruik mogelijk is. Aanvullend zijn bij 4 bedrijven DNA analyses gedaan met betrekking tot aanwezigheid van pathogenen.

De bedrijven waarvan data verzameld zijn liggen allemaal in de Bommelerwaard. De grondsoort is overwegend kleigrond. Of de bedrijven last hebben van kwel is per bedrijf heel verschillend en niet onbelangrijk, ook erg afhankelijk van de periode. In de Bommelerwaard is er alleen tijdens korte periodes sprake van kwel op de momenten dat de rivieren hoog staan.

Bemonstering van drainagewater bij 24 chrysantenbedrijven heeft geleid tot de volgende conclusies:

- Gemiddeld heeft drainagewater een EC van 2,0 mS, pH 7,4, NO<sub>3</sub> 6,1 mmol/l, Na 1,9 mmol/l. de variatie per monster en teler is vrij groot.
- Per monster werden gemiddeld ca. 6 gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen. 7% van de waarnemingen was een overschrijding van de MTR norm. Drie middelen zijn verantwoordelijk voor 60% van de MTR overschijdingen. Telers zien geen bezwaar om drainagewater met GBM te hergebruiken.
- Verticillium en nematoden worden in de monsters niet aangetroffen, soms andere algemene schimmels als Fusarium en Pythium. De filtering van en de omstandigheden in de grond spelen hier een rol. Telers zien daarom hergebruik zonder ontsmetten wel als een mogelijkheid.
- Bij hergebruik moet er wel een betere bijmengregeling komen, de tot nu toe gebruikte zijn vaak onvoldoende voor ene optimaal hergebruik met wisselende samenstelling van het drainagewater.
- Kwel is een van de factoren op bedrijven die hergebruik van drainagewater beïnvloeden, niet alleen de hoeveelheid, maar ook de kwaliteit. Hier moet zowel bij de bedrijven als in de regelgeving op worden ingespeeld.



# 1 Introductie

In teelten die los van de ondergrond op verschillende substraten worden geteeld, wordt het drainwater gerecirculeerd. In het recirculatiewater kunnen diverse pathogenen (ziekteverwekkers) zoals schimmels, bacteriën en virussen voorkomen. Daarom wordt op veel bedrijven het drainwater ontsmet en dit kan op verschillende manieren worden gedaan met ontsmettingsapparatuur en ontsmettingsmiddelen.

Bij de teelt in de vollegrond vindt nu nog geen of nauwelijks recirculatie van drainagewater plaats. De samenstelling van drainagewater verschilt aanzienlijk van drainwater. Daardoor is de ontsmettingsmethodiek niet per definitie gelijk. Zo kunnen organische stof en ijzerdeeltjes de transmissie sterk omlaag brengen. Dit kan tot gevolg hebben dat bijvoorbeeld een UV-ontsmetting onvoldoende werkt. Drainagewater behoeft daarom soms een voorbehandeling voordat het met een standaard ontsmettingsmethode behandeld kan worden. Voor drainagewater worden op basis van analyses en interviews aanbevelingen gedaan voor verbetering om tot een goede ontsmetting van drainagewater te komen.

## *Ontsmettingsapparatuur*

Het is inmiddels jaren geleden (Runia et al, 1988; Runia, 1995, Runia et al, 1997) dat de effectiviteit van ontsmettingsapparatuur op schimmels, bacteriën en virussen is onderzocht. De huidige adviezen voor het ontsmetten van drainwater zijn op dat onderzoek gebaseerd en op praktijkervaringen. Sinds die tijd zijn zowel de apparatuur, de voorfiltratie als de waterkwaliteit verder geëvolueerd. Tevens verschijnen met enige regelmaat nieuwe systemen en middelen op de markt. Mogelijk zijn de technieken/apparatuur zodanig aangepast dat ze met minder energie hetzelfde of een beter resultaat kunnen leveren.

Het is nodig de huidige generatie ontsmettingsapparaten en middelen te onderzoeken op effectiviteit (verwijdering van schimmels, bacteriën en virussen).

## *Ontsmettingsmiddelen*

Behalve toepassing van ontsmettingsapparatuur worden ook ontsmettingsmiddelen aan het drainwater toegevoegd. Een recente ontwikkeling is de Anodische oxidatie techniek waarmee elektrochemisch geactiveerd water (ECA water, Hofland et al., 2012) ontstaat dat als ontsmettingsmiddel werkt. Anodische oxidatie lijkt een perspectiefvol alternatief voor bestrijding van diverse ziekteverwekkers (Hofland et al., 2011). Andere ontsmettingsmiddelen zijn waterstofperoxide, natriumhypochloriet en chloordioxide; regelmatig gebruikt maar deels met onbekend effect op de verwijdering van pathogenen en deels met beperkte verwijdering van pathogenen (volgens onderzoekmethoden en toepassing in de jaren 90 (Runia et al., 1995).

Daarom is het ook voor ontsmettingsmiddelen gewenst een onderzoek uit te voeren naar de effectiviteit.

## 1.1 Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is:

- Bepalen effectiviteit van ontsmettingsapparatuur en –middelen door aangeboden apparatuur en middelen volgens een standaardmethode te toetsen op schimmel, bacterie en virus;
- Grondtelers een beslissingstool te geven om recirculatie van drainagewater mogelijk te maken na ontsmetting.

Goede ontsmetting is belangrijk voor de teelt waardoor er een hogere productie kan worden gehaald, minder uitval en een betere kwaliteit. Een positief neveneffect is dat als de ontsmetting goed wordt uitgevoerd er minder reden is om voedingsoplossing te lozen waardoor minder nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater terecht komen. Onvoldoende vertrouwen in het ontsmettingsysteem is namelijk nogal eens een reden om te lozen.



## 2 Materiaal en Methoden

### 2.1 Inventarisatie

Op basis van rapport van HAS Kennis transfer is in de markt nagegaan welke ontsmettingsapparatuur wordt gebruikt.

Hiervoor zijn diverse producenten en leveranciers benaderd. In deze gesprekken is tevens nagegaan welke nieuwe ontwikkelingen worden verwacht, hoe over dosering, onderhoud etc wordt geadviseerd en zo mogelijk de vaste en variabele kosten van apparatuur/middelen.

Om ontsmettingsapparatuur en -middelen te kunnen testen in de onderdelen 2.2 en 2.3 moesten toeleveranciers apparatuur en middelen beschikbaar stellen. In de gesprekken met de producenten en leveranciers is uitleg gegeven over het project en wat er getest kan worden. Ook is duidelijk gemaakt dat naast een deel subsidie de bedrijven ook een deel zelf moeten financieren. Hierdoor ontvangen de leveranciers meer informatie dan indien het project zonder medefinanciering van het PT zou zijn uitgevoerd.

### 2.2 Testen effectiviteit ontsmettingsapparatuur

In deze fase zijn de diverse protocollen opgesteld waarin staat vermeld hoe apparaten onder gecontroleerde omstandigheden getest kunnen worden op effectiviteit tegen plantpathogenen (schimmel, bacterie, virus). Gebaseerd op receptuur voor standaard water (Bijlage 1) is bepaald welke/hoe schimmels, bacteriën en of virussen worden toegevoegd. Tevens is de bestaande inrichting geoptimaliseerd voor onderzoek naar plantpathogenen. Vergelijkbaar met werkwijze in "evaluatie zuiveringstechnieken" is ook een werkmethode worden opgesteld waaraan aan te leveren apparatuur moet voldoen.

De uitvoering hiervan past in het Innovatie en Demonstratie Centrum water op de locatie van Wageningen UR Glastuinbouw te Bleiswijk dat onderdeel is van PPS Glastuinbouw Waterproof, project "duurzaam water". Zo doende zijn bestaande faciliteiten efficiënter gebruikt.

In dit onderdeel is onderzocht of de verhitter (Figuur 1) effectief is als ontsmetter van voedingswater tegen plantpathogenen. Hierbij is de situatie in de praktijk nagebootst (capaciteit, doorstroomsnelheid, filters etc.).

Er zijn drie proeven uitgevoerd: één met tomatenmozaïekvirus (ToMV), één met *Fusariumoxysporum* f. sp. *Cucumerium* en één met *Xanthomonashycintii*. Deze plantpathogenen zijn aan voedingswater (standaard water) toegevoegd, waarna verschillende behandelingen (Tabel 1) zijn uitgevoerd. Het gedefinieerde "standaard water" (Jansen et al., 2011) bevat naast tuinbouwconforme concentraties nutriënten ook een gestandaardiseerde organische vervuilinggraad en zo nodig gewasbeschermingsmiddelen.



Figuur 1. Verhittingsapparaat zoals gebruikt in de proeven.

Tabel 1: Uitgevoerde behandelingen.

		Tijd (s)					
		15	30	60	120	180	225
85 °C	Schimmel				X	X	X
	Bacterie				X	X	X
	Virus				X	X	X
95 °C	Schimmel	X	X	X			
	Bacterie	X	X	X			
	Virus	X	X	X			

De bekende testpathogenen geven een realistisch worst-case scenario.

De effectiviteit van de behandelingen is vastgesteld door het aantal kolonies (kve) te bepalen van de toegevoegde schimmels en bacteriën. Voor het vaststellen van de effectiviteit van plantenvirussen is een biotoets uitgevoerd. Alle behandelingen zijn getest op toetsplanten en dit is gedaan om te kunnen vaststellen of het virus nog infectieus is. Hier wordt mee bedoeld dat het virus in staat is om een gezonde plant te infecteren. Doordat de waterkwaliteit gestandaardiseerd is, kunnen de (effectiviteits)resultaten die gedurende dit projectjaar, maar ook in volgende jaren, worden verkregen met elkaar worden vergeleken.

## 2.3 Testeneffectiviteitontsmettingsmiddelen

In deze fase wordt een protocol opgesteld voor het testen van ontsmettingsmiddelen op effectiviteit.

Bepaald moet worden of het protocol aanpassing verdient. Dit kunnen reeds bestaande en/of veelvuldig toegepaste middelen zijn zoals bijvoorbeeld waterstofperoxide en natriumhypochloriet. Maar ook chloordioxide waar wel enige effectiviteit van bekend is maar waarvan de werking in de glastuinbouw feitelijk onbekend is. Daarnaast is er nog de koperzilver ionisatie die in de bloemisterij (potplanten) wordt toegepast. Relatief nieuw is de anodische oxidatie (geactiveerd water zoals bijvoorbeeld Aquanox en Aquaox) waarvan inmiddels een positieve werking op bepaalde (bovengrondse) schimmels is vastgesteld. De effectieve werking op andere pathogenen moet nog verder worden onderzocht. Dit zal worden afgestemd met het lopende onderzoek aan anodische oxidatie (PT project:Hofland: Geactiveerd water voor ziektebestrijding onder glas) zodat er aanvullend kan worden gewerkt. Daarnaast is er nog de fotokatalytische oxidatie (FKO) die qua werking op geavanceerde oxidatietechnieken lijkt, en mogelijk ook plantpathogenen kan bestrijden. FKO is interessant, omdat het gebruik kan maken van daglicht om dit katalytische afbraakproces aan te drijven.

## 2.4 Schade aan het gewas

In dit onderdeel wordt gekeken naar de mogelijke schade aan een vast te stellen toetsgewas door toepassing van bepaalde ontsmettingsmiddelen. Aanvullend is een protocol opgesteld en is de nieuwe methodiek uitgetest.

Deze test is uitgevoerd bij twee middelen (A en B) die in de praktijk worden gebruikt om leidingen te reinigen (biofilm).

De proeven starten met het opkweken van jonge komkommerplanten in steenwol blokken, in een klimaatkast onder geconditioneerde omstandigheden (Temperatuur: 24°C, RV: 80%).

Bij het bereiken van een plantstadium met vier bladeren zijn de behandelingen ingezet.

De middelen zijn toegevoegd in drie verschillende concentraties in een bekende voedingsoplossing genoemd Standaard water. Standaard water kenmerkt zich als een realistische worst case

voedingsoplossing waaraan gewasbeschermingsmiddelen en organische stof is toegevoegd. De behandelingen zijn vergeleken met een controle van alleen Standaard water. De verschillende concentraties zijn gekozen in overleg met de opdrachtgever. Per behandeling zijn zeven komkommerplanten gebruikt. Er is gegoten op de in steenwol bewortelde planten (Figuur 2). In totaal is iedere behandeling vijf keer gedoseerd op één dag. Per keer is er 100 ml gegeven. De planten zijn bijna dagelijks beoordeeld.



Figuur 2. Aangieten van het product bij de plant (linker foto) en overzicht van de proef met de komkommerplanten (rechter foto)

## 2.5 Samenstelling drainagewater i.r.t. eisen aan ontsmetting voor hergebruik

Voor dit onderdeel hebben gewasadviseurs (rol DLV) een interview afgenomen bij een aantal chrysantentelers. Zij hebben informatie verzameld met betrekking tot problemen met het drainagewater, de teeltsystemen en vereisten per teelt in relatie tot hergebruik.

Er is gekozen voor de chrysantenteelt als modelgewas. Deze bedrijven vormen een grote groep en zijn al ongeveer 15 jaar bezig met onderzoek naar de mogelijkheden om het drainagewater te recirculeren. De nodige data is beschikbaar en de bedrijven beschikken over de technische voorzieningen om een recirculatie uit te kunnen voeren.

Voor de analyse van mineralen en de chemische analyses zijn 68 monsters van drainagewater genomen bij 24 verschillende chrysantenbedrijven vanaf februari 2013 tot aan februari 2014. De bedrijfskeuze is vooral gemaakt op basis van mate van kwelwater op het bedrijf. Dit blijkt in de praktijk namelijk de voornaamste reden te zijn m.b.t. de mate waarin hergebruik mogelijk is. Aanvullend zijn bij 4 bedrijven DNA analyses gedaan met betrekking tot aanwezigheid van pathogenen.

De bedrijven waarvan data verzameld zijn liggen allemaal in de Bommelerwaard. De grondsoort is overwegend kleigrond. Of de bedrijven last hebben van kwel is per bedrijf heel verschillend en niet onbelangrijk, ook erg afhankelijk van de periode. In de Bommelerwaard is er alleen tijdens korte periodes sprake van kwel op de momenten dat de rivieren hoog staan.

## 3 Resultaten

### 3.1 Inventarisatie

Gestart is met het maken van een shortlist van bedrijven met mogelijke apparatuur en/of middelen waarvoor het interessant zou kunnen zijn om hun product te laten testen. Sommige leveranciers vertegenwoordigen meerdere producten. In tabel 2 is een overzicht gegeven naar categorie.

Tabel 2: Overzicht technieken

categorie	Aantal	type	Gesprek, aantal	Gerealiseerde test
Ontsmettingsapparaat	16	Verhitten, UV, filtratie, ozon	10	3
Ontsmettingsmiddel	8	ClO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , electrolysewater	7	1
Reinigingsmiddel	5	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , electrolysewater	3	0
Schade aan gewas	4	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> producten, electrolysewater	4	2

Niet alle vertegenwoordigers van technieken zijn al benaderd in 2013, in 2014 is dit voortgezet. De uitkomst van de meeste gesprekken was dat het zinvol is om apparatuur te testen omdat veel aanbevelingen zijn gebaseerd op oude informatie. Een aantal bedrijven deed zelf onderzoek en vond het daarom niet nodig dit in dit project nogmaals te doen. Andere bedrijven vinden de mogelijke certificering wel belangrijk, een keurmerk dat hun apparatuur of product werkelijk doet waarvoor het wordt aangeschaft. Dat toch velen niet overgingen tot een feitelijke test heeft voornamelijk te maken met de kosten van het onderzoek, de cash-bijdrage die van de deelnemers wordt verwacht, dit ondanks de PT bijdrage die leidt tot extra informatie voor de leverancier. Een ander argument was dat het betreffende apparaat nog niet klaar was om getest te worden. Men was nog aan het uitproberen, op bedrijven. Met een aantal bedrijven zijn we daarom in 2014 nog in gesprek om testen te laten uitvoeren.

### 3.2 Testeneffectiviteitontsmettingsapparatuur

In Bijlage 2 staan de protocollen waarin staat vermeld hoe apparaten onder gecontroleerde omstandigheden getest kunnen worden op effectiviteit tegen plantpathogenen (schimmel, bacterie, virus). Hieronder wordt onderzoek naar apparatuur en middelen besproken.

#### 3.2.1 Verhitten

Virus:

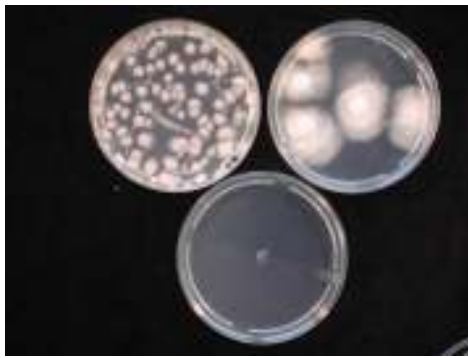
Uit de resultaten van de virusproef blijkt dat het gebruikte inoculum en de geïnfecteerd voedingsoplossing sterk infectieus is. Dit wil zeggen dat het virus in staat is gezonde planten te infecteren. Dit is duidelijk geworden op de toetsplanten want deze reageerde met grote aantallen lesies (Figuur 3). Bij de behandeling met 85 °C zijn na 120 sec en 180 sec, op een paar planten nog enkele lesies waargenomen wat betekent dat er nog wat virus aanwezig was in de voedingsoplossing. Maar zodanig weinig dat een log 3 reductie wel is gehaald.

Bacterie en schimmel:

De resultaten van zowel de proef met schimmels als bacteriën laten zien dat alleen in de geïnfecteerde voedingsoplossing genomen voor doorgang door het verhittingsapparaat (controle) er kolonies uitgroeien op de platen. Alle monsters genomen na doorgang door het verhittingsapparaat bij de verschillende temperaturen en verblijftijden vormen geen kolonies (Figuur 4).



Figuur 3. Lesies op tabaksplanten (controle ziek).



Figuur 4. Op de bovenste platen kolonies gevormd door schimmel (*Fusarium*) uit voedingsoplossing voor de behandeling met de verhitter (verschillende verdunningen). In de voedingsoplossing na behandeling door de verhitter worden geen kolonies door de schimmel gevormd (onderste plaat).

### 3.2.2 Ozon

Bij de ingebruikname van een ozoninstallatie voor het ontsmetten en zuiveren van drainwater voor het project Water Efficiente en Emissieloze Kas (WEEK) is een oriënterende proef uitgevoerd om virus te verwijderen. Behandelingen werden uitgevoerd volgens protocol in Bijlage 2 en met Standaard water (Bijlage 1). Vier doseringen ozon komen overeen met een bepaalde behandelingstijd van 30s, 90 s, 135 s en 180 s. Monsters van influent, standaard water en de effluent oplossing zijn op tabaksplanten getoetst. Indien er nog infectieus virus aanwezig reageert dit met lokale lesies op de planten. Deze kunnen geteld worden. De resultaten van dit onderzoek staan in tabel 3.

Tabel 3: Effect van behandelingstijd met ozon op het aantal lesies

Omschrijving	Aantal lesies
Standaard water	0
Influent (vóór behandeling)	402
Na behandeling:	
30 s	356
90 s	18
135 s	0
180 s	0

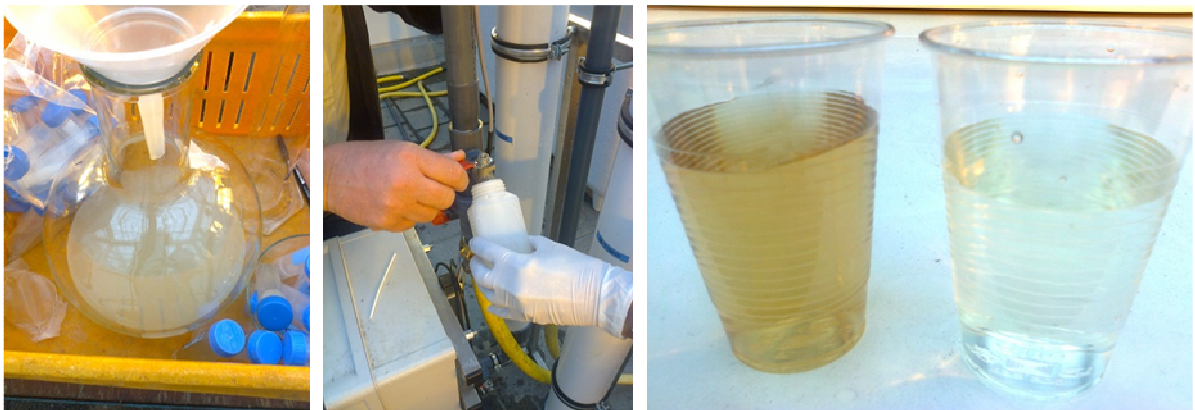
Uit deze tabel blijkt dat 30 s behandeling geen effect heeft op de afname van het virus. Een behandelingstijd van 135 s is daarentegen wel voldoende om het virus te doden.. In vervolgonderzoek zal een fine-tuning plaatsvinden van dosering en behandelingstijd en zullen naast virus ook schimmel en bacterie worden getoetst.



Figuur 5. Onderzoeksinstallatie voor ontsmetten en zuiveren met een ozoninstallatie.

### 3.2.3 Ultrafiltratie

In het experimentele teeltsysteem met chrysant op water wordt de recirculerende voedingsoplossing ontsmet met een ultrafiltratiemembraan. Echter de effectiviteit van de installatie is onbekend. Daarom is de proefinstallatie in Bleiswijk getest volgens protocol in Bijlage 2 met als toetspathogeen *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cucumerium*. Standaard water (bijlage 1) is als voedingsoplossing gebruikt.



Figuur 6. Indruk van sporenoplossing (links, monstername filtraat (midden), verschil influent en effluent (rechts) bij ultrafiltratie.

In het standaard water zijn geen sporen aangetroffen, In het influent (vóór filtratie) zijn er  $7,7 \times 10^4$  sporen per ml, in het effluent (ná filtratie) worden geen sporen aangetroffen. Het al of niet plaatsen van een voorfilter heeft geen effect op het resultaat: geen sporen in het effluent.

Ultrafiltratie heeft geen invloed op de samenstelling van de voedingsoplossing. Hooguit dat het ijzerchelaat op de lange termijn zal afnemen (in het effluent een iets lagere concentratie als in het influent). In de kortdurende test kon dit niet onomstotelijk worden bewezen.

### 3.2.4 Chloordioxide

Het product met Chloordioxide dat ontstaat na het mengen van twee basisingrediënten, is getoetst op virusgeïnfecteerd plantensap dat aangebracht is op een glasplaat en in een voedingsoplossing waaraan een plantenvirus is toegevoegd. Behandeling met virus vond plaats volgens protocol (bijlage 2) in standaard water (bijlage 1) Toediening vond plaats bij 3 inwerktijden (1, 10 en 60 minuten) en bij 3 concentraties (10, 20 en 50 mg/l).

Het bleek dat chloordioxide geen effect heeft op een met plantenvirus geïnfecteerd oppervlak. Het virus werd dus niet gedood, bij geen enkele inwerktijd of concentratie. Toediening aan standaard water heeft wel een effect. Zo is er een afname van het virus te zien bij een hogere concentratie en een langere inwerktijd. Het is echter onvoldoende om dit als effectief ontsmettingsmiddel tegen plantenvirussen te adviseren. Dit was een oriënterend onderzoek met alleen een plantenvirus. Het is aan te bevelen dit onderzoek uitgebreid te herhalen en daarbij ook de effectiviteit na te gaan op schimmels en bacteriën.

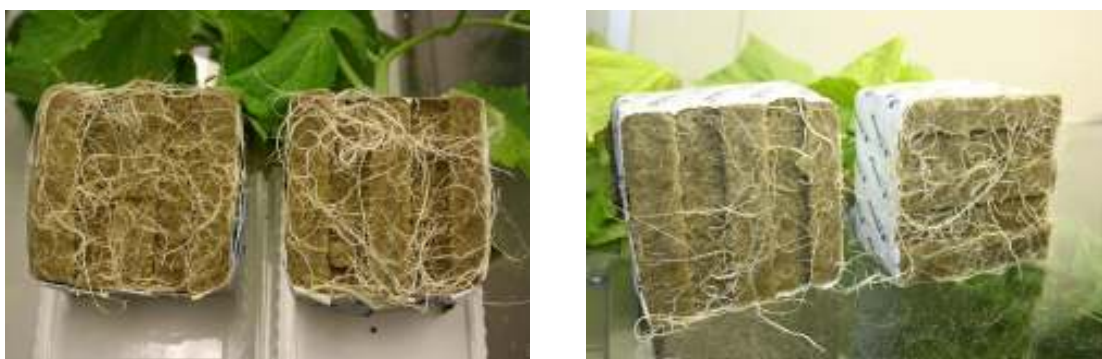
## 3.3 Schade aan het gewas

### Middel A:

Dit middel wordt standaard toegepast met een dosering van 205 ml per 1000 liter water. In overleg met de opdrachtgever zijn de volgende behandelingen toegepast:

1. 205 µl / liter
2. 102 µl / liter
3. 51 µl / liter
4. onbehandeld

Bij de beoordeling is vastgesteld dat dit middel geen invloed heeft op de groei van de plant en dat er geen schade is vastgesteld aan de wortels (Figuur 7).



Figuur 7. Op de linkerfoto zijn de wortels te zien van de onbehandelde planten en op de rechterfoto zijn de wortels te zien van planten die met de hoogste concentratie (205 µl/l) van middel A zijn behandeld.

### Middel B:

Voor de test met middel B zijn de verschillende concentraties gekozen in overleg met de opdrachtgever.

In de test zijn de volgende behandelingen uitgevoerd:

1. 50 ppm
2. 150 ppm
3. 300 ppm
4. onbehandeld

Vijftien dagen na inzet van de proef zijn de planten en de wortels apart beoordeeld. Tijdens de beoordeling is vastgesteld dat de onbehandelde planten langer waren dan de behandelde planten. Per plant is daarom de lengte gemeten en hieronder staat de gemiddelde plantlengte per behandeling vermeld.

De gemiddelde lengte van de planten:

- |    |              |         |
|----|--------------|---------|
| 1. | 50 ppm       | 38.1 cm |
| 2. | 150 ppm      | 43.1 cm |
| 3. | 300 ppm      | 42.1 cm |
| 4. | onbehandeld. | 48.4 cm |

Omdat hier een verschil in ontwikkeling van de wortels was te zien, is voor de beoordeling een score van 1 tot 5 toegepast. Waarbij 1- heel slecht is, allemaal bruine wortels en 5-goed, hele witte wortels (Figuur 8 en 9).

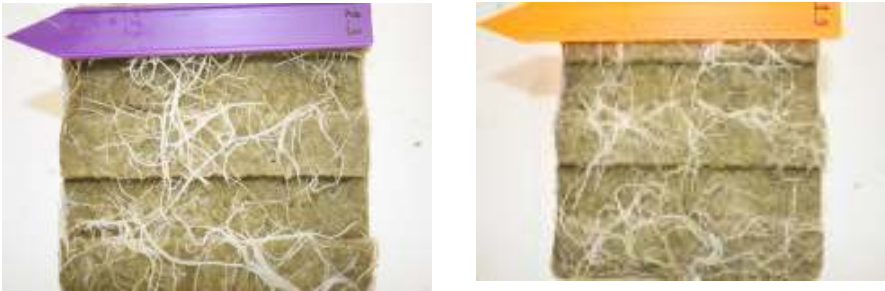
Beoordeling wortels:

- |    |             |   |
|----|-------------|---|
| 1- | 50 ppm      | 3 |
| 2- | 150 ppm     | 3 |
| 3- | 300 ppm     | 2 |
| 4- | onbehandeld | 4 |



Figuur 8. Overzicht onderkant steenwolblokken waarbij de wortels zichtbaar zijn. De kleuren van de etiketten geven de verschillende behandelingen aan.



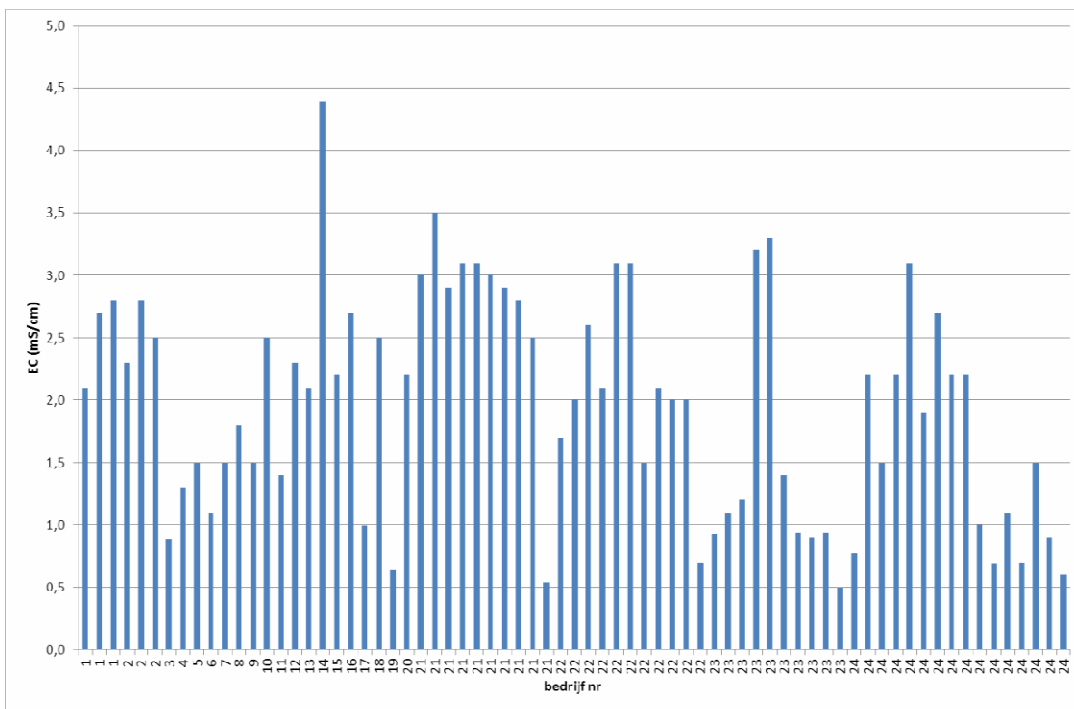


Figuur 9. Detail van de wortels aan de onderkant van de steenwolblokken. Groen is onbehandeld, oranje is de laagste concentratie en rood de hoogste concentratie.

### 3.4 Samenstelling drainagewater

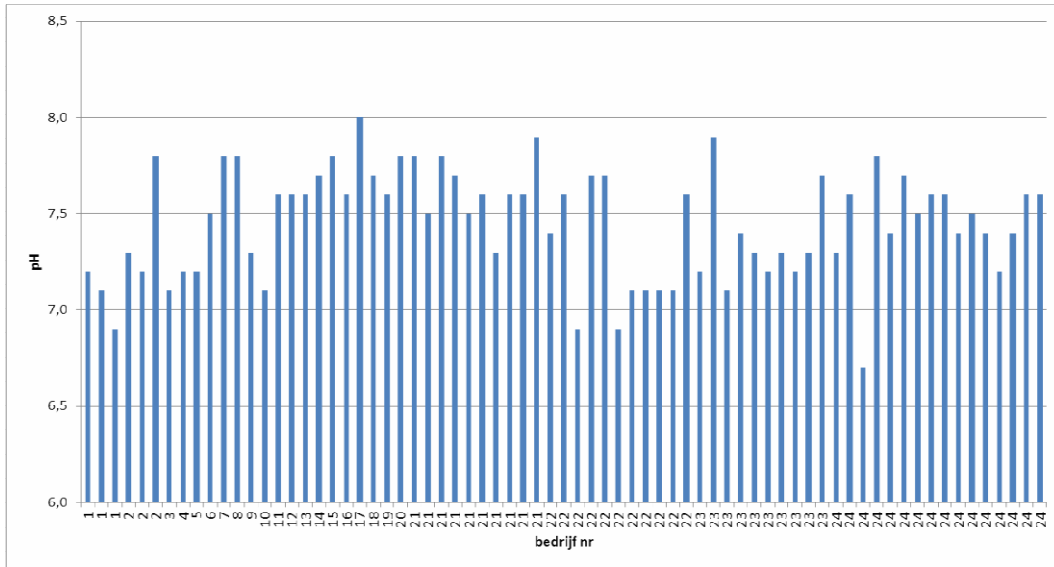
#### 3.4.1 Mineralen analyse

Voor de analyse van mineralen zijn 68 monsters van drainagewater genomen vanaf februari 2013 tot aan februari 2014. In figuur 10 is de EC weergegeven voor elk van deze monsters. Gemiddeld is deze 2,0 mS/cm.



Figuur 10. Gemeten EC in het drainagewater. Op de x as staan nu de bedrijfsnummers!

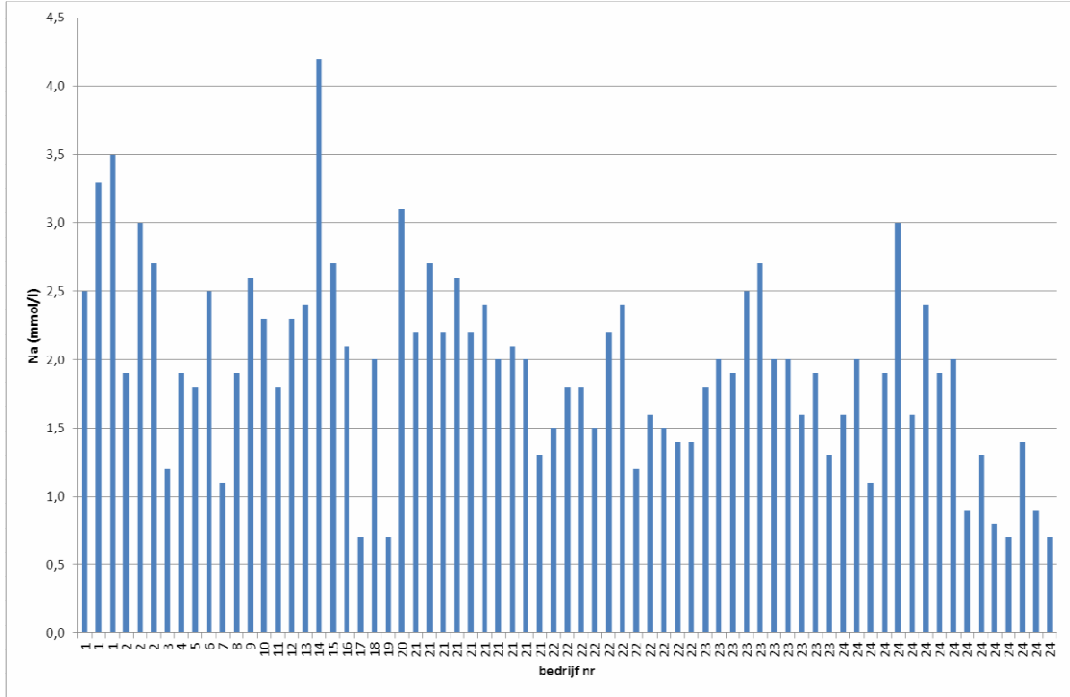
De pH was vrij hoog, gemiddeld 7,4 met uitschieters naar 6,7 en 8,0 (Figuur 11).



Figuur 11. Gemeten pH in het drainagewater.

NH<sub>4</sub> was in alle gevallen laag, gemiddeld 0,0. Hoogst gemeten waarde was 0,2 mmol/l.  
 NO<sub>3</sub> was gemiddeld 6,1 mmol/l, met als hoogst gemeten waarde 21,0 en laagst 0,0. Vooral tussen de verschillende bedrijven variëren deze waarden nogal.  
 P was in nagenoeg alle analyses 0,0. Dit is ook logisch want dit negatief geladen element wordt gebonden aan bodem (klei) deeltjes.  
 Kalium lag over het algemeen onder de 0,5 mmol/l. Er waren 2 uitschieters naar 3,0 en 6,4 mmol/l, afkomstig van verschillende bedrijven.

Na is weergegeven in figuur 12. De cijfers wisselen tussen de bedrijven maar ook binnen de bedrijven fluctueren de Na cijfers. Opvallend is dat bij alle bedrijven waar meerdere monsters over het jaar zijn gemeten het Na cijfer het hoogst was in september.



Figuur 12. Gemeten Na in het drainagewater.



		<b>gemiddeld</b>	<b>hoogst gemeten</b>	<b>laagste gemeten</b>	<b>streefcijfers</b>
<b>EC</b>	<b>mS/cm</b>	<b>2,0</b>	<b>4,4</b>	<b>0,5</b>	
<b>pH</b>		<b>7,4</b>	<b>8,0</b>	<b>6,7</b>	
<b>NH<sub>4</sub></b>	<b>mmol/l</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>
<b>K</b>	<b>mmol/l</b>	<b>0,5</b>	<b>6,4</b>	<b>0,0</b>	<b>4</b>
<b>Na</b>	<b>mmol/l</b>	<b>1,9</b>	<b>4,2</b>	<b>0,7</b>	<b>2,5 (max)</b>
<b>Ca</b>	<b>mmol/l</b>	<b>7,7</b>	<b>15,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>
<b>Mg</b>	<b>mmol/l</b>	<b>1,8</b>	<b>5,8</b>	<b>0,4</b>	<b>1</b>
<b>Si</b>	<b>mmol/l</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	
<b>NO<sub>3</sub></b>	<b>mmol/l</b>	<b>6,1</b>	<b>21,0</b>	<b>0,0</b>	<b>8,4</b>
<b>Cl</b>	<b>mmol/l</b>	<b>2,3</b>	<b>5,6</b>	<b>0,6</b>	<b>2,5 (max)</b>
<b>SO<sub>4</sub></b>	<b>mmol/l</b>	<b>3,1</b>	<b>6,9</b>	<b>0,3</b>	<b>3,0 (max)</b>
<b>HCO<sub>3</sub></b>	<b>mmol/l</b>	<b>5,3</b>	<b>13,7</b>	<b>1,0</b>	<b>6,0 (max)</b>
<b>P tot</b>	<b>mmol/l</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>
<b>Fe</b>	<b>umol/l</b>	<b>3,8</b>	<b>23,3</b>	<b>0,0</b>	
<b>Mn</b>	<b>umol/l</b>	<b>7,2</b>	<b>27,2</b>	<b>0,0</b>	
<b>Zn</b>	<b>umol/l</b>	<b>0,6</b>	<b>6,9</b>	<b>0,0</b>	
<b>B</b>	<b>umol/l</b>	<b>14,4</b>	<b>71,0</b>	<b>0,0</b>	
<b>Cu</b>	<b>umol/l</b>	<b>0,1</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	
<b>Mo</b>	<b>umol/l</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	

### **Kwelwater**

Van de onderzochte monsters kan een tweedeling gemaakt worden van bedrijven met kwelwater en bedrijven zonder kwelwater.

Voor bedrijven met kwel is met name de hoeveelheid water het probleem. Niet zozeer de samenstelling. Qua mineralen én qua chemische residu's blijkt dat in situaties met kwel het water relatief 'schoon' is. Er is in de Bommelerwaard in tegenstelling tot het westland geen sprake van zoute kwel. Hier moet wel bij vermeld worden dat de situatie per bedrijf flink kan verschillen. Ten aanzien van ziektes wordt de aanname gehanteerd dat bij kwel ook de aanwezigheid van schimmels, bacteriën en aaltjes minder een item is.

Als er geen sprake is van kwel kan er wel sprake zijn van inzijging waardoor de hoeveelheid water dat in het drainagesysteem opgevangen wordt best hoog is, vooral in periodes met veel neerslag. Als dit meevalt kan drainagewater in principe goed hergebruikt worden. Knelpunten t.a.v. hergebruik kunnen echter zijn:

- Na waarde. Hierdoor wordt de maximum mengverhouding met regenwater bepaald.
- HCO<sub>3</sub> + pH waarde. Om te voorkomen dat de pH van de grond te hoog oploopt bij hergebruik moet HCO<sub>3</sub> zoveel mogelijk weggezuurd worden. De laatste tijd zijn er goede ervaringen opgedaan met 'aanzuren van de drainagesilo'. Hierbij wordt in de drainagesilo een rondpomp-systeem gemaakt dat het drainagewater aanzuurt. Voordeel is dat de bicarbonaat goed kan uitreageren en de CO<sub>2</sub> kan ontwijken. Bij een zuurregeling op de unit (= zuren in de leidingen tijdens het gieten) verloopt dat proces lastiger. Nadeel is dat als bij veel neerslag de drainagehoeveelheid te groot wordt en de overstort in werking treedt, aangezuurd drainagewater verloren gaat. Slecht voor de portemonnee en slecht voor het milieu.
- Aanwezigheid van ziektes in de grond. Men is dan huiverig om het drainagewater te gebruiken.

### **1 Hergebruik o.b.v. elementen**

Bij recirculatie van drainagewater op een grondteeltbedrijf zijn de volgende zaken van belang:

### Bepaling van de maximale bijmengverhouding van het drainagewater.

Efficiënt recirculeren vereist de beschikbaarheid van voldoende regenwater. Recirculeren door drainagewater te mengen met oppervlaktewater gebeurt ook wel, maar laat slechts erg kleine bijmengpercentages toe. De maximaal toelaatbare mengverhouding drain/regenwater wordt bepaald door de gehalten in het drainwater te plaatsen tegenover de gewenste voedingsoplossing.

Hieronder staat een uitgewerkt voorbeeld:

## Hergebruik drainwater

	NH <sub>4</sub>	K	Na max.	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl max	SO <sub>4</sub> max.	HCO <sub>3</sub> max.	P
Voedingsoplossing gewenst	0.4	4.0	2.5	1.5	1.0	6.4	2.5	3.0	6.0	1.0
Gemiddelde gehalte in drainagewater	0.1	0.4	4.2	8.3	1.6	6.2	3.5	2.7	3.2	0.00
% al aanwezig	25%	10%	168%	553%	160%	74%	140%	90%	53%	0%

Maximale verhouding drain/regenwater	NH <sub>4</sub>	K	Na	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	P
	0%	0%	60%	16%	63%	0%	71%	0%	0%	0%

Op basis van deze cijfers zou het drainwater hergebruikt kunnen worden tot een maximale mengverhouding van 60% drainwater met 40% regenwater.

Figuur 14. Uitgewerkt voorbeeld hergebruik drainagewater

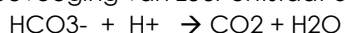
In dit voorbeeld wordt de mengverhouding bepaald op basis van het natriumgetal. Op basis van de waarde van Calcium zou een lagere maximale mengverhouding aangehouden moeten worden. Omdat de voorraad Calcium in de kasgrond als gevolg van de koolzure kalkvoorraad echter enorm groot is én het, bij de meeste teelten, als een voordeel wordt beschouwd om ruim Calcium te bemesten, wordt Ca buiten beschouwing gelaten bij de bepaling van de maximale mengverhouding.

Naast natrium kunnen ook de gehalten aan chloride, sulfaat en magnesium de maximale mengverhouding van drain- en regenwater bepalen.

### Bicarbonaat wegzuren

De aanwezigheid van hoge gehalten (> 6,0 mmol/l) bicarbonaat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) is ongewenst, vanwege het sterk de pH-verhogende effect op de voedingsoplossing en de grond. Hierdoor kunnen problemen ontstaan met de opneembaarheid van o.a. spore-elementen.

Bij toevoeging van zuur ontstaat de volgende chemische reactie:



Bij hergebruik van drainagewater is het dus noodzakelijk dat een zuurregeling aanwezig is. Vaak wordt daarbij een combinatie toegepast van het aanmaken van mestbakken met een bepaalde hoeveelheid (salpeter)zuur en een injectieregeling die op basis van de gemeten pH van het gietwater salpeterzuur bij doseert tot de gewenste pH bereikt is (meestal 5,5 á 6,0).

Een nieuwe ontwikkeling in de praktijk gedurende de afgelopen twee jaar is het 'aanzuren van de drainsilo'. Hierbij wordt de pH van de watervoorraad in de drainagesilo door een zuurregelingsinstallatie behandeld. De ervaring is dat op deze manier de pH-sturing van het gietwatersysteem wat stabielere functioneert.

### Mestbaksamenstelling aanpassen

Omdat er in het gietwater na menging van drainagewater + regenwater van sommige voedingselementen al bepaalde gehalten aanwezig zijn, moeten de mestbakken hierop aangepast worden.

Magnesium, sulfaat en nitraat moeten vaak naar beneden gecorrigeerd worden. Gevolg is dat de kaliumgift in de mestbakken hoger uitkomt dan bij een baksamenstelling zonder rekening te houden

met

recirculatie.

### 3.4.2 analyse gewasbeschermingsmiddelen

Er is een analyse gemaakt op resten gewasbeschermingsmiddelen (GBM) van dezelfde drainagewatermonsters als die van de elementen analyse (Bijlage 3). Gezien het overgrote deel van de cijfers zou op basis van de restanten GBM het drainagewater recirculeerbaar moeten zijn (er zijn geen normen voor recirculatie obv GBM) voor chrysantenteelt. Daarnaast blijken telers geen belemmeringen te zien in het hergebruiken van drainagewater waarin restanten GBM aanwezig zijn. In totaal zijn 400 stoffen gemeten (ca 6 stoffen per monster), hiervan waren 29 stoffen (7%) boven de geldende MTR norm van dit product. Drie stoffen vormen 60% van de overschrijdingen (imidacloprid, methiocarb en violin). De eerste twee hebben een toelating in bloemisterijgewassen, de derde heeft sinds 2007 geen toelating meer.

#### 3.4.2.1 Pathogenenanalyse

In hoeverre ontsmetting noodzakelijk is, hangt af van de vraag of er ziektekiemen aanwezig zijn in het drainagewater.

Om hier inzicht in te krijgen zijn de volgende data verzameld:

#### 3.4.2.2 Beschikbare informatie

In 2010 is er door DLV-Plant in het kader van het project Zuiver Water Bommelerwaard drainagewater van 4 bedrijven onderzocht op sporen van ziektekiemen en aaltjes ("Onderzoek ziektekiemen in het drainagewater bij chrysant in de Bommelerwaard, Corsten, van Genuchten, 2011"). Op 5 momenten verspreid over 2010 hebben de monsternames en analyses plaatsgevonden. De resultaten daarvan waren als volgt:

<u>Onderzoek ziektekiemen in drainagewater bij chrysant in de Bommelerwaard in 2010</u>						
Monsternames in februari, maart, mei, juli, en november 2010						
	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Slotwater bedrijf 2	Slotwater bedrijf 3
<b>Nematoden:</b>						
Pratylenchus penetrans	-	-	-	-	-	-
Pratylenchus vulnus	-	-	-	-	-	-
Meloidogyne groep	-	-	-	-	-	-
<b>Schimmels</b>						
Alternaria	-	1x	-	-		
Colletotrichum acutatum	-	-	-	-	1x	
Fusarium oxysporum	1x	-	-	2x		
Fusarium spp.	-	1x	1x	2x		1x
Phytophthora spp	3x	1x	2x	3x	1x	1x
Pythium spp	-	2x	-	1x	1x	1x
Verticillium dahliae	-	-	-	-		
overig	-	-	-	-		

De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek waren:

- In het drainagewater van de 4 onderzochte bedrijven worden geen ziektekiemen teruggevonden van Verticillium en aaltjes. Op deze twee ziekten was het onderzoek vooral gericht.
- Wel worden ziektekiemen gevonden van een aantal andere, meer algemeen voorkomende, schimmels, waarvan Fusariumoxysporum en Pythium spp mogelijk in de chrysantenteelt problemen kunnen veroorzaken. Deze ziektekiemen komen ook in het oppervlaktewater voor.
- Op basis van deze analyses kan gezegd worden dat ontsmetten van drainagewater bij hergebruik in de grondteelt van chrysantenbedrijven niet in alle gevallen noodzakelijk lijkt. Voor chrysant is het risico laag. Vrij regelmatig (al dan niet noodgedwongen door tekort hemelwater) wordt op veel bedrijven oppervlaktewater gemengd. Voor andere gewassen is het risico mogelijk hoger

### 3.4.3 Aanvullende monsteranalyses

Om de resultaten van 2010 aan de huidige situatie te toetsen is in juni 2014 op 4 andere chrysantenbedrijven weer een analyse op ziektekiemen uitgevoerd. Deze analyses zijn in dit geval uitgevoerd door Groen Agro Control m.b.v. een DNA scan. Er is gekeken naar plantparasitaire schimmels en oomyceten. De resultaten van deze analyses zijn:

Uitslagen DNA scan drainagewater juni 2014								
100 ml water is geanalyseerd op de aanwezigheid van plantpathogene schimmels en oomyceten								
	Pythium spp.	Pythium aphanidermatum	Pythium Ultimum	Fusarium spp	Fusarium Solani	Rhizoctonia solani	Verticillium albo-atrum	Verticillium Dahliae
Bedrijf 1	-	-	-	-	-	-	-	-
Bedrijf 2	+/-	-	-	-	-	+	-	-
Bedrijf 3	-	-	-	-	-	-	-	-
Bedrijf 4	+/-	-	-	-	-	-	-	-

De resultaten laten zien dat er bij deze meting geen aanwezigheid van Verticillium en Fusarium gevonden wordt in het drainagewater. Dit zijn plantpathogene schimmels die in de chrysantenteelt beschouwd worden als potentieel de meest gevaarlijke.

Pythium spp is algemeen voorkomend. De ontwikkeling van een aantasting van Rhizoctonia is erg afhankelijk van de omstandigheden tijdens de teelt, waarbij vochtgehalte en structuur van de grond een belangrijke rol speelt.

### 3.4.4 Wel of niet ontsmetten van drainagewater

- In vergelijking tot substraat- en/of waterteelten heeft een teelt in (kas)grond een heel andere dynamiek t.a.v. ziektes en plagen. De dikke teeltlaag met soms veel organische stof en bodemleven heeft waarschijnlijk een filterende werking op ziektekiemen. Bovendien heeft een kasgrondziektewerende eigenschappen, die per grond ook verschillend kunnen zijn.

- M.b.v. een DNA scan de infectiedruk in het drainagewater meten is niet duur en goed mogelijk voor praktijkbedrijven. Kanttekening hierbij is wel dat het onvermijdelijk is dat de monsternamen zowel een momentopname als een puntmeting is. Dit moet wel meegenomen worden in de interpretatie van de gevonden data.
- Als een teler de vraag moet beantwoorden of het noodzakelijk is om bij hergebruik van drainagewater in zijn grondteelt het water te ontsmetten, zal hij daar een subjectieve afweging in moeten maken. Bij deze afweging spelen de volgende overwegingen:
  - Om welke teelt gaat het? Bij de teelt van bijvoorbeeld lisanthus en Celosia bestaat een veel groter risico op bodemziekten dan bij veel andere teelten (o.a. chrysant). Bij deze teelten wordt niet voor niets voor iedere teelt gestoomd.
  - Wat is op het betreffende bedrijf in de afgelopen jaren de geschiedenis met bodemziekten?
  - Welke andere waterbronnen dan het drainwater worden gebruikt? Indien de ervaring is dat er zonder teeltproblemen met oppervlaktewater gewerkt kan worden, komt hergebruik van het drainagewater zonder ontsmetten weer iets eerder in beeld.

In de praktijk zijn er weinig chrysantenbedrijven met installaties voor ontsmetten van drainagewater. Deze komen vaker voor op grondgebonden teelten met grotere risico's op bodemziekten. Vaak gaat het om een UV-ontsmetter, maar ontsmetten obv. verhitting, ozon of waterstofperoxide zijn ook beproefde methodes. In de praktijk is hierbij de kwaliteit-prijs verhouding belangrijk, evenals de robuustheid van de installatie.

### 3.4.5 Interviews; omgang met drainagewater

Alle betrokken bedrijven hebben voorzieningen om drainagewater te recirculeren. De gemiddelde inhoud van een drainagesilo (Figuur 15) voor een chrysantenbedrijf is 30 tot 50 m<sup>3</sup> per ha. Wel of niet hergebruiken (of drainagewater gedeeltelijk lozen) blijkt vooral af te hangen van het volume van het drainagewater op elk moment. De mate van kwelwater speelt hierbij een grote rol. Zo zijn er bedrijven zonder kwelwater, bedrijven met continu kwelwater en bedrijven met af en toe kwelwater. In situaties met genoeg regenwater kan gemakkelijk 40% drainagewater gemengd worden met regenwater. In situaties zonder regenwater wordt geen drainagewater bijgemengd, of maximaal tot 20%.

Het maximaal bij te mengen aandeel drainagewater blijkt in de praktijk vooral af te hangen van het Na cijfer. Dit wordt over het algemeen niet hoger aangehouden dan 2,5 mmol/l in het toedieningswater.

Telers hebben over het algemeen weinig angst voor pathogenen in het drainagewater. Hier wordt in de praktijk niet op bemonsterd, aangenomen wordt dat deze achterblijven in de bodem en niet meegaan met het drainagewater.

Organische stof in drainagewater is in de praktijk nooit een item. De filters die gebruikt worden zijn goed genoeg om in de leidingen en sproeiers van de regenleiding geen problemen te veroorzaken. Er treden soms wel eens problemen op als men oppervlaktewater moet gebruiken en door vervuilde sloten (veel kikkerdril, zand, vissen vooral bij lage slootstanden) de zandfilters bij de unit te snel verstopten. Teveel organische stof in drainagewater zou wel een belemmering kunnen zijn bij bv. UV-ontsmetting. Ziektekiemen zouden dan niet genoeg bestraald kunnen worden zodat het percentage doding te laag is. In dat geval zou de organische stof eerst aangepakt moeten worden met een filter of vlokmiddel, alvorens het drainagewater door de ontsmetter gaat.

Uit gesprekken met telers blijkt dat het niet altijd makkelijk is om steeds de bemesting op de juiste manier 'aangepast' te hebben op de recirculatie. Men beschikt meestal over één A+B-bak systeem, terwijl er bijvoorbeeld bij verschillende teeltstadia andere mengverhoudingen drain/regenwater aangehouden worden. Ook is de beschikbaarheid van regenwater vaak wisselend, hetgeen gevolgen heeft voor de toegepaste mengverhouding.

Gevolg is dat veel telers mestbaksamenstellingen gebruiken die slechts in kleine mate aangepast zijn aan het bijmengen van drainagewater. Dit is ongewenst omdat er dan sprake is van een sub-

optimale bemesting van het gewas én omdat de bezetting van het klei-humuscomplex/CEC hierdoor negatief beïnvloed wordt. In de praktijk is te zien dat er op veel glastuinbouwgronden een trend aanwezig is dat de Mg-bezetting op de CEC te hoog wordt. Dit gaat ten koste van de bodemstructuur en de opnamecapaciteit van calcium en kalium.



*Figuur 15. Silo met drainagewater.*

## 4 Discussie en conclusie

### *Inventarisatie*

Veel gesprekken zijn gevoerd met producenten en leveranciers van ontsmettingsapparatuur en –middelen. Over het algemeen vonden ze het zinvol om dit te laten testen. Na een aantal mondelinge ja werd het bij het aanbieden van de overeenkomst vaak een nee. Dat de bedrijven niet overgingen tot een feitelijke test heeft voornamelijk te maken met de kosten van het onderzoek, de cash-bijdrage die van de deelnemers wordt verwacht, dit ondanks de PT bijdrage die leidt tot extra informatie voor de producent of leverancier. Een ander argument was dat het betreffende apparaat nog niet klaar was om getest te worden. Men was nog aan het uitproberen, op bedrijven. Mogelijk laten een aantal bedrijven in 2015 testen uitvoeren.

### *Testen effectiviteit ontsmettingsapparatuur en -middelen*

De conclusie bij het testen van de effectiviteit van een verhitter is dat bij 85°C en een verblijftijd van 120 seconden of een temperatuur van 95°C en verblijftijd van 15 seconden voldoende is om schimmels en bacteriën in het voedingswater te doden. Plantenvirussen kunnen effectief worden gedood bij 85°C gedurende een verblijftijd van 180 seconden of bij 95°C gedurende 30 seconden. Voor schimmels en bacteriën zou met een kortere verblijftijd kunnen volstaan maar omdat het vaak niet zeker is met welk pathogeen je te maken hebt in een teelt is het advies voor een algehele ontsmetting:

Verhitten bij 85°C gedurende een verblijftijd van 180 seconden of verhitten bij 95°C gedurende een verblijftijd van 30 seconden.

Ozon staat als ontsmetter opnieuw in de belangstelling. Een eerste oriënterende proef om virus te verwijderen was succesvol bij een behandelingstijd van 135 s. Optimalisatie van hoeveelheid en behandelingstijd zal in 2015 plaatsvinden, de methode is perspectiefvol.

Ultrafiltratie via een membraan lijkt ook perspectief te hebben. Een eerste proef om fusarium te verwijderen was succesvol. Helaas is virusverwijdering nog niet getest op het ultrafiltratiemembraan. Chloordioxide is minder succesvol. Het bleek niet mogelijk te zijn het plantenvirus volledig te doden op een oppervlak (in dit geval glas) en in voedingswater.

### *Schade aan het gewas*

Van de twee geteste middelen op schade aan het gewas laat middel A bij de diverse behandelingen geen schade zien. Bij middel B is er wel een effect met name bij de hoogste concentratie op de lengte groei van de plant en de ontwikkeling van de wortels.

### *Samenstelling drainagewater*

Bemonstering van drainagewater bij 24 chrysantenbedrijven heeft geleid tot de volgende conclusies:

- Gemiddeld heeft drainagewater een EC van 2,0 mS, pH 7,4, NO<sub>3</sub> 6,1 mmol/l, Na 1,9 mmol/l. de variatie per monster en teler is vrij groot.
- Per monster werden gemiddeld ca. 6 gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen. 7% van de waarnemingen was een overschrijding van de MTR norm. Drie middelen zijn verantwoordelijk voor 60% van de MTR overschijdingen. Telers zien geen bezwaar om drainagewater met GBM te hergebruiken.
- Verticillium en nematoden worden in de monsters niet aangetroffen, soms andere algemene schimmels als Fusarium en Pythium. De filtering van en de omstandigheden in de grond spelen hier een rol. Telers zien daarom hergebruik zonder ontsmetten wel als een mogelijkheid.
- Bij hergebruik moet er wel een betere bijmengregeling komen, de tot nu toe gebruikte zijn vaak onvoldoende voor een optimaal hergebruik met wisselende samenstelling van het drainagewater.
- Kwel is een van de factoren op bedrijven die hergebruik van drainagewater beïnvloeden, niet alleen de hoeveelheid, maar ook de kwaliteit. Hier moet zowel bij de bedrijven als in de regelgeving op worden ingespeeld.





## 5 Literatuur

- Anonymus (1996).: 'Recirculatie drainagewater van grondgebonden glastuinbouw bedrijven'. Rapport CIW.
- Hofland-Zijlstra J., AmirGrosman, Roel Hamelink, Eric de Groot & Jan Reinders (2010), Toepassing van Aquanox in de glastuinbouw. Rapport GTB-1092
- Hofland-Zijlstra, J.D.; Vries, R.S.M. de; Bruning, H. (2011), Stand van zaken geactiveerd water. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Arenasessie, 2011-12-01
- Jansen, R., E. Beerling, E.A. van Os, Ch. Blok, (2011), Standaard water, poster kennisdag water
- Runia, W. Th., E.A van Os en G.J. Bollen (1988), Disinfection of drainwater from soilless cultures by heat treatment. Netherlands Journal of Agricultural Science 36: 231-238
- Runia, W.Th. 1995. A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless culture. Acta Hort. 382:221-229.
- Runia, W.Th., Michielsen, J.M.G.P., van Kuik, A.J. and van Os, E.A. 1997. Elimination of root infecting pathogens in recirculation water by slow sand filtration. Proceedings 9th Int. Congress on Soilless Cultures, Jersey, p.395-408.
- Steekelenburg, Arjen van, en Wouter Hoogervorst (2011), Inventarisatie Waterzuiveringssystemen. Rapport HAS KennisTransfer
- Werd, H. de, et all (2003).: 'Verspreiding wortelziekten bij chrysanthe na hergebruik van niet-ontsmet drainagewater'. Rapport PPO.
- Wurff, A. van der, et all (2009).: 'De problematiek van de kasgrondteelten'. Rapport WUR.



# Bijlage I.

## Standaard water



**WAGENINGENUR**  
For quality of life

### 'Standaard Water' voor toetsing zuiveringstechnologie voor de glastuinbouw

#### Inleiding

Om zuiveringstechnologieën te kunnen beoordelen op geschiktheid voor de glastuinbouw is het noodzakelijk deze te toetsen met water dat representatief is voor de glastuinbouw. Het gaat hierbij om lozingswater van substraatbedrijven (groenten en bloemen). Het 'standaard water' wordt gebruikt om op een gestandaardiseerde en reproduceerbare manier technologieën te evalueren. Dit water dient als standaard voor lozingswater uit substraatteelten en bevat nutriënten en sporelementen, een zekere mate van vervuiling en gewasbeschermingsmiddelen.

#### Nutriënten en sporelementen

Standaard Water bevat veel nutriënten en is een realistische worst case. Het is representatief voor de meest gangbare gewassen. Als zuiveringsapparatuur onder deze omstandigheden kan werken, dan kan het hoogstwaarschijnlijk andere (minder extreme) omstandigheden ook aan. Standaard Water is eenvoudig te maken en reproduceerbaar.

Tabel 1: Samenstelling Standaard Water wat betreft nutriënten en sporelementen

Bepaling	Eenheid	Streef cijfer	grenzen
EC	mS/cm	3,0	2,5 - 3,5
pH		5,5	5 - 6
NH <sub>4</sub>	mmol/l	0,5	0,1 - 0,5
K	mmol/l	7,0	5 - 8
Na	mmol/l	6,0	1 - 8
Ca	mmol/l	8,0	5 - 8
Mg	mmol/l	3,5	2,5 - 4,5
NO <sub>3</sub>	mmol/l	17,0	13 - 21
Cl	mmol/l	6,0	1 - 8
SO <sub>4</sub>	mmol/l	6,0	3,5 - 6,5
HCO <sub>3</sub>	mmol/l	1,0	0,1 - 1,0
P (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	mmol/l	0,7	0,5 - 1,5

Bepaling	Eenheid	Streef cijfer	grenzen
Fe	µmol/l	50	40 - 60
Mn	µmol/l	20	15 - 25
Zn	µmol/l	5	3 - 10
B	µmol/l	50	35 - 65
Cu	µmol/l	2	0,5 - 3,5
Mb	µmol/l	1	0,5 - 1,5

#### Vervuilingen

Het is bekend dat zuiveringstechnieken verschillend gevoelig zijn voor vervuilingen. Problemen hierbij zijn dat levende organische vervuilingen als algen, bacteriën en schimmels niet in standaard hoeveelheden in de tijd voorkomen of te bewaren zijn. Groei en activiteit van deze organische koolstofbron hangt af van teveel slecht beheersbare factoren als temperatuur, minerale voeding, aard van de aangeboden organische voeding en een in de tijd veranderende samenstelling van de micropopulaties. Het is daarom niet zinvol algen, bacteriën en schimmels aan het Standaard Water toe te voegen als organische vervuiling. Biologische afbraakproducten (oa. van deze organismen, maar ook van wortels e.d.) zijn beter controleerbaar en te standaardiseren. Een maat voor organische vervuiling in het water is de TOC (total organic carbon, de hoeveelheid organisch gebonden koolstof). Een typische waarde voor tuinbouwwater is een TOC van 20 mg.L<sup>-1</sup> maar de waarden fluctueren en kunnen oplopen tot 100 mg.L<sup>-1</sup> (Berckmoes, 2011).

Voor het Standaard Water wordt uitgegaan van een TOC van 20 mg.L<sup>-1</sup>; deze organische vervuiling bestaat uit fulvo- en humuszuren. Daarnaast wordt een minerale verontreiniging in de vorm van illiet klei toegevoegd.



**Tabel 2:** Samenstelling Standaard Water wat betreft verontreinigingen; TOC 20 mg/l

Stof	Gekozen product	Leverancier	Concentratie
mineraal	Illiet	De kruiderie	6 mg.L-1
organisch	Fulvo en Humuszuren (Leonardiet)	Humatech/Bestebreurtje	20 mg.L-1

#### Gewasbeschermingsmiddelen

Voor de keuze van gewasbeschermingsmiddelen in het 'Standaard Water' zijn onderstaande selectiecriteria gebruikt:

- Het middel moet relevant zijn voor de KRW (en eventueel voor drinkwaternorm)
- Het middel moet aanwezig zijn in glastuinbouw lozingswater
- Het middel moet toegelaten zijn in Nederland
- Het middel moet detecteerbaar zijn met conventionele analytische technieken.
- De geselecteerde middelen moeten bij voorkeur afkomstig zijn van verschillende fabrikanten

Er is een overzicht met 140 in de Nederlandse glastuinbouw gebruikte werkzame stoffen opgesteld. Samen met experts (Nefyto, LTO, WUR) zijn 12 werkzame stoffen geselecteerd (tabel 3, 4<sup>e</sup> kolom). Aan het Standaard Water zullen deze stoffen geformuleerd worden toegevoegd, met andere woorden als beschikbaar product. In de 1<sup>e</sup> kolom staan de 11 producten die hiervoor zijn gekozen (1 product bevat 2 verschillende werkzame stoffen). De eindconcentraties van de werkzame stoffen in het Standaard Water is 2 µg/L. (Uitzondering hierop is boscalid (4 µg/L) omdat deze alleen samen met kresoxim-methyl wordt geleverd en in Collis in 2x de concentratie van kresoxim zit.)

**Tabel 3:** Geselecteerde stoffen en concentratie

Geformuleerd product	Toevoegen aan 1000L	Type	Werkzame stof	Samenstelling
Ortiva	8 µL	vloestof	azoxystrobin	250 g/L
Collis	20 µL	vloestof	boscalid + kresoxim-methyl	boscalid: 200 gr/L kresoxim methyl: 100 gr/L
Topsin M	4 µL	vloestof	carbendazim (afbraakproduct van thiofanaat-methyl)	500 g/L
Mesuroi	4 µL	vloestof	methiocarb	50% methiocarb
Admiral	2,6 mg	korrel	imidacloprid	70% imidacloprid
Rovral Aquaflo	4 µL	vloestof	iprodion	500 g/L
Runner	8,4 µL	vloestof	methoxyfenozide	240 g/L
Pirimor	4 mg	korrel	pirimicarb	50% pirimicarb
Pianum 50 WG	4 mg	korrel	pymetrozine	50% pymetrozine
Calypso	4,2 µL	vloestof	thiacloprid	480 g/L
Rizolex	4 µL	vloestof	tolclofos-methyl	500 g/L







## Bijlage II.

# Protocol voor testen apparatuur en-middelen

### Bacterie

- Gestart wordt met het kweken van een bacterie op een specifiek bacteriemedium. Deze bacteriën worden toegevoegd aan 500 liter voedingsoplossing met nagebootste organische vervuiling.
- De geïnfecteerde voedingsoplossing wordt op .... verschillende snelheden door het systeem gevoerd; ..... Liter/minuut.
- Per snelheid wordt er 1 monster genomen vóór doorgang door het systeem en 3 monsters na doorgang door het systeem. De 3 monsters na doorgang worden op intervallen genomen van hetzelfde punt.
- Monsters in duplo uitplaten en in drie verdunningen.
- Tellen kiemgetal

### Schimmel

- Gestart wordt met het kweken van een schimmel op een specifiek schimmelmedium. Deze schimmels worden toegevoegd aan 500 liter voedingsoplossing met nagebootste organische vervuiling.
- De geïnfecteerde voedingsoplossing wordt op .... verschillende snelheden door het systeem gevoerd; ..... Liter/minuut.
- Per snelheid wordt er 1 monster genomen vóór doorgang door het systeem en 3 monsters na doorgang door het systeem. De 3 monsters na doorgang worden op intervallen genomen van hetzelfde punt.
- Monsters in duplo uitplaten en in drie verdunningen.
- Tellen kiemgetal

### Virus

- Gestart wordt met het vermeerderen van het virus op planten
- Bepaalde hoeveelheid virus toevoegen aan 500 liter voedingsoplossing met nagebootste organische vervuiling
- Geïnfecteerde voedingsoplossing door het apparaat idem aan de bacterie test.
- Monsternamen uit het systeem vóór doorgang door het apparaat.
- Monsternamen na passage door apparaat, 3 maal per snelheid op 1 punt.
- Effectiviteit van de behandeling wordt vastgesteld op toetsplanten.

# Bijlage II Chemische analyse overzicht

Werkzame stof		MTR norm ug/l in opp.water	aantal keren gevonden	gemiddelde waarde ug/l	hoogst waarde	laagste waarde	Aantal keren boven MTR norm
	merknaam						
Acefaat	ug/l Orthera	107	1	0,15	0,15	0,15	0
Boscalo	ug/l Collis/Sig	0,55	8	0,89555556	7,2	0,01	1
Knexoxim methyl	ug/l Collis	0,015	5	0,84	4	0,01	1
Carbendazim	ug/l Carbeno	0,5	5	0,016	0,02	0,01	0
Chlorpyrifos	ug/l Duisban	0,003	2	0,03	0,05	0,01	0
Cyprozinil	ug/l Switsh	0,41	3	0,073333333	0,19	0,01	0
Fipronil	ug/l Vioth	0,0007	5	0,096	0,25	0,02	3
Fipronil-sulfon	ug/l ?		3	0,023333333	0,03	0,02	0
Imidacloprid	ug/l Asmina	0,013	28	0,046785714	0,15	0,01	7
Methalaxyl	ug/l Ricomil	48	15	0,241333333	1	0,02	0
Methiocarb	ug/l Me sulfol	0,015	12	0,106666667	0,84	0,01	6
methiocarb-sulfoxide	ug/l	100	4	0,03	0,05	0,02	0
Methoxyfenprole	ug/l RUMPAR	0,18	25	0,0728	0,5	0,01	0
Oxamyl	ug/l Vydate	1,8	6	0,158333333	0,64	0,01	0
Thiametoxam	ug/l Actara	1	56	0,476071429	4	0,01	1
Clothianidol	ug/l Methabol	14	30	0,074333333	0,55	0,01	0
tolclofos-methyl	ug/l Rizolex	0,79	37	0,216486486	3	0,02	0
Etrinazool	ug/l Asterra	18,2	18	1,398333333	8	0,02	0
Trifloxystrobin	ug/l Filrt	0,054	1	0,06	0,06	0,06	1
Fenhexamida	ug/l Talcor	2	10	0,183	1,17	0,02	0
Flubenzazool	ug/l Follu?P D	1	2	0,015	0,02	0,01	0
Piperonyl-butoxide	ug/l toevoeging	0,0003	4	0,055	0,12	0,02	1
Novaluron	ug/l Rimor ? P		1	0,02	0,02	0,02	0
Spirodiclofen	ug/l Envleor	0,025	1	0,02	0,02	0,02	1
Abamectin	ug/l Vertimac	0,0004	1	0,01	0,01	0,01	1
Azoxystrobin	ug/l Ortiva/Am	0,056	4	0,05	0,15	0,01	1
Etoキサゾール	ug/l Borneo	0,0004	1	0,02	0,02	0,02	1
Metolachloor-S	ug/l herbicide	0,2	1	0,01	0,01	0,01	0
Prochloraz	ug/l Milaga - f	1,3	3	0,073333333	0,11	0,03	0
Pyrimethanil	ug/l Alaska / S	2,9	1	0,02	0,02	0,02	0
Florfenicil	ug/l Tapa kkl	120	18	0,046111111	0,15	0,01	0
Fluopyram	ug/l Luna Privi r.b.		12	0,16	1	0,01	0
Imoxacarb	ug/l Ste wira	0,0084	1	0,02	0,02	0,02	1
Pymetrozine	ug/l Plarum	0,5	2	0,035	0,05	0,02	0
Pyridalyl	ug/l Nocturn ?		8	0,08975	0,34	0,01	0
Pyridinyl	ug/l Sorazit	0,25	1	0,4	0,4	0,4	1
Captan	ug/l Captan	0,11	1	2	2	2	1
Imazalil	ug/l Fungiflor	0,87	1	0,1	0,1	0,1	0
Pirinicarb (som)	ug/l Pirimor	0,09	7	0,33	0,82	0,02	0
Pirinicarb-eesmethyl		0,43					
Propyzamide	ug/l karb	11	2	0,07	0,12	0,02	0
Bentazon	ug/l herbicide	64	4	0,0775	0,11	0,01	0
Azadirachtin	ug/l Nisamazal ?		8	0,07125	0,17	0,03	0
Lufenuron	ug/l Macth	0,0002	4	0,0775	0,1	0,05	4
Chlorantranilipropyl	ug/l Altacor ?		2	0,05	0,08	0,02	0
Dimethoaat	ug/l Perfekthi	23	3	0,19	0,42	0,01	0
Docemorf	ug/l Maltatex	33	1	0,01	0,01	0,01	0
Dimethomorf	ug/l Parsat	10	2	0,02	0,02	0,01	0
Fenamidone	ug/l Fenomen	1,25	1	0,02	0,02	0,02	0
Flubendiamide	ug/l Fama ?		1	0,04	0,04	0,04	0
Pencorazool	ug/l Topaz 100	1,7	1	0,02	0,02	0,02	0
Propiconazool	ug/l Tilt	10	2	0,025	0,04	0,01	0
Folpet	ug/l securo	0,1	2	0,025	0,04	0,02	0
Chlorothalonil	ug/l Deconil	0,8	3	2,55	4,6	0,81	3
Proxifencarb	ug/l Boxer Gol	1,13	1	0,01	0,01	0,01	0
Dichlorvos	ug/l Dichlorv	0,0007	2	1,685	3,28	0,02	2
DMSA	ug/l ???	???	1	0,01	0,01	0,01	
Polyflucarboe-(som)	ug/l ???	???	1	0,02	0,02	0,02	
Fenvaleraat	ug/l Sumiscid	4,08	1	0,02	0,02	0,02	0
Fluziflam	ug/l Uct aarop	0,55	1	0,01	0,01	0,01	0
Difencorazool	ug/l Amistar	0,01	1	0,02	0,02	0,02	1







