



# Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten

WP1. Waterstromen afwijkend van drainwater

J. van Ruijven<sup>1</sup> en N. Koeman-Stein<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wageningen University & Research, business unit Glastuinbouw, 2 KWR Watercycle Research Institute

Rapport WPR-821

## Referaat

De Nederlandse glastuinbouw werkt hard aan het terugdringen van de emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater. In het voorliggende rapport worden resultaten getoond van analyses van vrijkomend water tijdens de teeltwisseling van substraatteelten, waterstromen die buiten de zuiveringsplicht en emissienormen stikstof vallen. Het gaat hierbij onder andere om het reinigingswater van de binnenzijde van het kasdek, irrigatieleidingen en teeltgoten/teelttafels. De metingen tonen aan dat de waterstromen bij lozing op het oppervlaktewater kunnen zorgen voor overschrijdingen van de normen voor oppervlaktewater. Daarom zijn best practices beschreven voor het voorkomen van emissie van deze waterstromen. De eerste stap om het water te kunnen hergebruiken is het zodanig aanpassen van het teeltsysteem of de reinigungsstrategie dat het vrijkomende water kan worden opgevangen. De tweede stap is kritisch kijken naar de gebruikte reinigungs- of ontsmettingsproducten, omdat sommige producten schade kunnen geven aan het nieuwe gewas. Indien hergebruik toch niet wenselijk is, is het advies de waterstromen te zuiveren voor lozing met een BZG-goedgekeurde installatie, zodat de emissie van gewasbeschermingsmiddelen voor het grootste deel voorkomen wordt.

## Abstract

Dutch greenhouse horticulture is putting much effort into implementing measures to reduce emission of nutrients and plant protection products to surface water. This report shows results of analyses of cleaning water produced during crop interchange of substrate grown crops, water flows currently not included in legislation on nitrogen emission and obligated purification of discharge water. Water for cleaning the inside of windows, irrigation pipelines and cultivation gutters/tables is evaluated. Measurements show that discharge of these water flows to surface water can cause exceedance of surface water quality standards. Therefore, best practices are described to prevent emission of nutrients and plant protection products with these water flows. First step is to adapt the cultivation system or cleaning strategy in such a way that collection of the water is possible. This creates an option for reuse or treatment of the water. Second step is close consideration of the use of cleaning or disinfection agents, as some of these products can cause damage to the new crop. If reuse is undesirable, it is advisable to purify the water before discharge for the removal of plant protection agents, by using a BZG approved installation, as this significantly decreases the emission of plant protection products.

## Rapportgegevens

Rapport WPR-821

Projectnummer: 3742 2353 01

DOI nummer: 10.18174/477551

Thema: Water en Emissie

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, TKI Watertechnologie en Stichting Programmafonds Glastuinbouw

## Disclaimer

© 2019 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](http://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

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Achtergrond	7
1.2	Onderzoek tot nu toe en kennisvragen	7
1.3	Doel	8
1.4	Inleiding werkpakket 1	8
1.4.1	Aanleiding	8
1.4.2	Doelen	9
1.4.3	Financiers en partners	9
<b>2</b>	<b>Materiaal &amp; methode</b>	<b>11</b>
2.1	Inventarisatie waterstromen	11
2.2	Bemonstering en analyses	12
2.3	Relevantie emissie stikstof en GBM bij lozing waterstromen	13
2.3.1	Emissienormen stikstof	13
2.3.2	Normen GBM	14
2.3.3	Waterhoeveelheden	15
2.4	Test verwerking slib uit vuil draintank	15
2.5	Vergelijking met Standaard Water parameters	15
<b>3</b>	<b>Resultaten en discussie</b>	<b>17</b>
3.1	Reinigen & ontsmetten leidingen	17
3.1.1	Achtergrond	17
3.1.2	Probleemstelling	17
3.1.3	Toegepaste strategieën	18
3.1.4	Resultaten	19
3.1.5	Relevantie voor emissie	19
3.1.6	Voorkomen emissies	20
3.2	Reinigen teeltgoten/teelttafels	21
3.2.1	Achtergrond	21
3.2.2	Probleemstelling	21
3.2.3	Toegepaste strategieën	21
3.2.4	Resultaten	22
3.2.5	Relevantie voor emissie	22
3.2.6	Voorkomen emissies	23
3.3	Reinigen binnenzijde kasdek	23
3.3.1	Achtergrond	23
3.3.2	Probleemstelling	23
3.3.3	Toegepaste strategieën	24
3.3.4	Resultaten	24
3.3.5	Relevantie voor emissie	25
3.3.6	Voorkomen emissies	25
3.4	Slib uit draintanks	26
3.4.1	Achtergrond	26
3.4.2	Probleemstelling	26
3.4.3	Toegepaste strategieën	26
3.4.4	Resultaten	26
3.4.5	Relevantie voor emissie	27
3.4.6	Voorkomen emissies	27

3.5	Spoelwater substraat amaryllis	28
3.5.1	Achtergrond	28
3.5.2	Probleemstelling	28
3.5.3	Toegepaste strategieën	29
3.5.4	Resultaten	29
3.5.5	Relevantie voor emissie	29
3.5.6	Oplossingsrichtingen	30
3.6	Overige waterstromen	30
3.6.1	Condenswater	30
3.6.2	Proceswater	31
3.6.3	Filterspoelwater	31
3.6.4	Onderbemalingswater substraatteelt	32
<b>4</b>	<b>Conclusies</b>	<b>33</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>35</b>
	<b>Bijlage 1 Vragenlijst afwijkende waterstromen</b>	<b>37</b>
	<b>Bijlage 2 Protocol monsternamen</b>	<b>39</b>
	<b>Bijlage 3 Vergelijking met Standaard Water</b>	<b>43</b>

# Samenvatting

De Nederlandse glastuinbouw werkt hard aan het terugdringen van de emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de emissienormen stikstof, waarbij stapsgewijs de totale hoeveelheid lozingswater wordt verminderd en de zuiveringsplicht voor het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen uit het lozingswater. Deze regelgeving geldt voor drainwater bij substraatteelten, drainagewater bij grondgebonden teelten en filterspoelwater als gespoeld wordt met bemest water. Naast de genoemde waterstromen zijn er nog een aantal waterstromen die potentieel leiden tot overschrijdingen van de normen gewasbeschermingsmiddelen op het oppervlaktewater. Tijdens het reinigingsproces van de teeltwisseling zijn er een aantal stappen waarbij veel water wordt gebruikt die in potentie gewasbeschermingsmiddelen (en in sommige gevallen ook stikstof) kunnen bevatten.

In het voorliggende rapport worden de resultaten beschreven van een analyse van de waterstromen tijdens de teeltwisseling. De relevantie van de waterstroom voor de kwaliteit van het oppervlaktewater wordt geschetst aan de hand van gemeten concentraties stikstof en gewasbeschermingsmiddelen. Mogelijkheden voor hergebruik worden geschetst aan de hand van analyses van restanten van reinigings- en ontsmettingsmiddelen en stoffen die via het reinigingsproces in het water terecht kunnen komen, zoals aluminium en zink. Interviews met telers laten best practices zien voor omgang met deze waterstromen.

Het water kan pas hergebruikt worden als het kan worden opgevangen. Voor het reinigen van de irrigatieleidingen is hiervoor bijvoorbeeld in veel gevallen een aanpassing van het teeltsysteem nodig, omdat nu de einddoppen van de leidingen wordt afgedraaid en het water op de ondergrond terechtkomt. Aanleggen van een (afsluitbare) retourleiding zorgt voor een mogelijkheid dit water op te vangen. Tegelijkertijd creëert deze oplossing mogelijkheden om ook tijdens de teelt het water te circuleren vóór een gietbeurt, zodat bijvoorbeeld een wijziging van bemestingsrecept of toediening van een druppelmiddel bij alle planten tegelijk aankomt.

Een criterium voor hergebruik van de waterstromen is het effect van het gebruikte reinigings- of ontsmettingsmiddel op het gewas. Advies is om indien mogelijk producten te gebruiken die geen negatief effect hebben op het gewas, zodat restanten die eventueel in het teeltsysteem achterblijven na het schoonmaakproces ook niet zorgen voor schade aan het gewas. Hierdoor kan het eerste drainwater na opstart van de teelt ook makkelijker worden hergebruikt. Eén van de geïnterviewde telers maakte voor alle reinigings- en ontsmettingsstappen gebruik van waterstofperoxide, ving al het water tijdens de teeltwisseling op in een aparte silo en mengde dit water in een latere fase van de nieuwe teelt bij in de voedingsoplossing. Als de waterstromen wel geloosd worden dan is dit niet verenigbaar met een emissieloze teelt, vanwege de meststoffen die in het water aanwezig zijn. Voor 2027 moeten de telers hier oplossingen voor gevonden hebben.

Belangrijke conclusie is dat alle waterstromen die tijdens de teeltwisseling vrijkomen in de reinigings- en ontsmettingsstappen gewasbeschermingsmiddelen kunnen bevatten. Emissie hiervan kan zorgen voor overschrijding van de normen. Het advies is daarom de waterstromen zoveel mogelijk op te vangen en her te gebruiken in de teelt. Indien dit niet mogelijk of wenselijk wordt geacht, dan zou zuivering van het water met een BZG-goedgekeurde installatie emissie van gewasbeschermingsmiddelen voor een groot deel kunnen voorkomen.



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

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). Voor GBM is echter een snellere afname van het aantal overschrijdingen van de waterkwaliteitsnormen noodzakelijk (in 2018 75% en in 2023 99,7% minder emissies; Rijksoverheid, 2013). 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 2015 volgde hieruit dat overheid en Glastuinbouw Nederland (namens de sector) overeenkwamen dat alle tuinbouwbedrijven met teelt(en) onder glas die chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruiken en drain- of drainagewater lozen, per 1 januari 2018 verplicht worden zuiveringstechniek toe te passen waarmee de GBM voor tenminste 95% kunnen worden verwijderd. Dit geldt ook voor het kas-gedeelte van bedrijven die bijvoorbeeld container- of trayvelden combineren met een kasteelt (ondersteunend glas), indien het overtollige drain(age)water uit de kasteelt niet doelmatig kan worden toegepast op het eigen perceel. Er is ook een mogelijkheid om de zuivering gezamenlijk uit te voeren door een collectief van bedrijven, met maximaal uitstel tot 2021. Door deze aanstaande zuiveringsverplichting zijn telers zich (al dan niet als collectief) op de zuiveringsmogelijkheden aan het oriënteren, en krijgen substraatbedrijven in toenemende mate interesse in (meer) gesloten telen.

## 1.2 Onderzoek tot nu toe en kennisvragen

Het onderzoek heeft samen met de sector 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 Standaard Water waarmee de effectiviteit van zuiveringstechnieken is beoordeeld. Onduidelijk is of dit negatieve gevolgen heeft voor het zuiveringsresultaat. Dit speelt bijvoorbeeld rond de teeltwisseling als het water verontreinigd wordt met ontsmettings- en reinigingsmiddelen, bij lekwater, bij collectieven die een gemeenschappelijke zuivering willen realiseren, en bij bedrijven met ondersteunend glas vanwege vermenging van waterstromen uit kasteelt en openteelt.

Met betrekking tot het tweede onderzoekspoor, waarbij naar een emissieloze teelt wordt toegewerkt, zijn knelpunten rond natrium en andere ongewenste stoffen die kunnen ophopen bij (langdurig) recirculeren nog niet opgelost. Natriumgehalten boven gewas-afhankelijke grenswaarden leiden tot sterke productieafname en kwaliteitsverlies en zullen door telers worden voorkomen door drainwater te verversen (lozen). Daarnaast kunnen door het gebruik van bijvoorbeeld ontsmettings- en reinigingsmiddelen ook ballaststoffen en andere ongewenste stoffen ophopen en reden tot lozen zijn, terwijl het gebruik van middelen juist belangrijk is in recirculerende systemen om het verspreiden van ziekten te voorkomen en om vervuiling van het systeem tegen te gaan.

## 1.3 Doel

De hierboven genoemde kennisvragen zijn in dit project in 4 werkpakketten opgepakt. De volgende innovaties en wetenschappelijke inzichten worden ontwikkeld:

1. Concepten voor het optimaal beheren van waterstromen, en robuuste zuiverings- en feedbackprocedures voor het vergroten van de betrouwbaarheid van GBM-zuiveringstechnologie bij tuinbouw situaties met watersamenstelling afwijkend van Standaard Water.
2. Ontwikkeling van forward osmose voor de tuinbouw als alternatieve duurzame ontzoutingstechniek, waarmee tegelijkertijd de omvang van spuiwaterstromen wordt teruggebracht.
3. Nieuwe kennis over de natriumopname en -gevoeligheid van kasteelten en hoe deze is te beïnvloeden door innovatieve teeltstrategieën.
4. Inzicht in de effecten van het gebruik van ontsmettings- en reinigingsproducten op de waterkwaliteit in recirculerende teelten.

Het overkoepelende doel is het ontwikkelen van oplossingen waarmee de tuinbouwsector de emissies van gewasbeschermingsmiddelen (en nutriënten) naar het oppervlaktewater kan minimaliseren, om daarmee maatschappelijk draagvlak en license-to-operate te behouden. Het onderzoek moet telers handvatten geven om te kunnen voldoen aan de emissienormen stikstof (nagenoeg emissieloos telen in 2027) en de kosten voor toepassing van zuiveringstechniek te verminderen door de hoeveelheid lozingswater te verminderen. In dit rapport worden de resultaten van WP1 beschreven.

## 1.4 Inleiding werkpakket 1

### 1.4.1 Aanleiding

Per 1 januari 2018 zijn alle telers verplicht om drainwater, drainagewater bij grondgebonden teelten en filterspoelwater te zuiveren met een installatie die gewasbeschermingsmiddelen verwijdert. Tijdens het zuiveringsproces moeten de gewasbeschermingsmiddelen voor ten minste 95% uit het lozingswater verwijderd worden, met uitzondering van imidacloprid, dat met 99.5% verwijderd moet worden. Het zuiveringsrendement van zuiveringsinstallaties wordt vastgesteld volgens het meetprotocol zuiveringsinstallaties glastuinbouw (Ministerie van Infrastructuur & Milieu, 2016), waarin Standaard Water wordt gebruikt als testcase. Standaard Water is representatief voor een realistische worst-case samenstelling drain- en drainagewater, gebaseerd op de samenstelling van drainwater in een substraatteelt en drainagewater in een grondgebonden teeltsysteem. Het doel van deze zuiveringsplicht is het verbeteren van de kwaliteit van het oppervlaktewater, tot binnen de eisen die gesteld worden aan goede chemische kwaliteit en ecologische toestand in de Europese Kaderrichtlijn Water (EU, 2000).

De kwaliteit van het oppervlaktewater in glastuinbouwgebieden wordt al jaren gemonitord door de waterschappen (bv. Hoogheemraadschap Delfland, 2010; 2015; 2016; 2017; 2018). Uit de achtereenvolgende rapportages is voor dit glastuinbouwgebied op te maken dat de chemische kwaliteit van het oppervlaktewater langzaam verbetert, maar dat er nog steeds normoverschrijdingen gemeten worden. Hoewel 99% van de telers inmiddels op de riolering is aangesloten, komen er nog steeds gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater terecht. Dit kan duiden op verborgen lozingsstromen die de kwaliteit van het oppervlaktewater verstoren. Glastuinbouw Nederland en Hoogheemraadschap van Delfland hebben in projecten met een gebiedsgerichte aanpak van de kwaliteit van het oppervlaktewater in afgebakende polders laten zien dat aandacht voor de waterstromen op het bedrijf bewuste en onbewuste lozingen kunnen terugdringen en de kwaliteit van het oppervlaktewater blijvend kunnen verbeteren. Hoewel lozen van restwater op de riolering beter is dan lozing op het lokale oppervlaktewater, is dit geen garantie dat de gewasbeschermingsmiddelen niet in het milieu terechtkomen (STOWA, 2015). Slechts een deel van de organische microverontreinigingen (medicijnresten, drugs, gewasbeschermingsmiddelen, etc.) wordt biologisch afgebroken of adsorbeert aan het slib in de rioolwaterzuivering, de rest komt via het effluent alsnog in het oppervlaktewater terecht.



De gemeten normoverschrijdingen voor gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater komen dus voort uit onbewuste en bewuste lozingen van teeltbedrijven. Onbewuste lozingen kunnen ontstaan door lekkage aan het systeem, waarbij voor substraatteelten bijvoorbeeld drainagewater op het oppervlaktewater geloosd wordt. Een deel van deze lozingen vindt tijdens de teeltwisseling plaats als de kasopstanden worden gereinigd en gedesinfecteerd. De waterschappen meten in de periode van de teeltwisseling ook vaker overschrijdingen van de normen voor zowel meststoffen (nitraat) als gewasbeschermingsmiddelen. Er is niet eerder vastgesteld hoe relevant de waterstromen tijdens de teeltwisseling zijn voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. De overschrijdingen van de normen voor het oppervlaktewater kunnen ondanks de zuiveringsplicht zorgen voor een afname in de toegelaten toepassingen van gewasbeschermingsmiddelen.

De afgelopen jaren zijn technieken geschikt gemaakt voor het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen uit lozingswater, vooruitlopend op de huidige verplichte toepassing van zuiveringstechniek. Voor drain-/ drainagewater zijn deze technieken in staat om ten minste 95% van alle gewasbeschermingsmiddelen af te breken of af te vangen voor lozing (Van Ruijven *et al.* 2013; 2014; 2016). Van een aantal waterstromen is echter bekend dat de samenstelling sterk kan afwijken van drainwater (bijvoorbeeld pH, zouten, reinigingsmiddelen), waardoor deze techniek mogelijk niet voldoende zuiveringsrendement haalt.

#### 1.4.2 Doelen

Binnen werkpakket 1 van het project 'Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten' is gewerkt aan het realiseren van de volgende doelen:

- In beeld brengen van lozingen van waterstromen die afwijken van drainwater en het vaststellen van de relevantie van deze lozingen voor de totaal toegestane emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen.
- Bij telers achterhalen van de redenen voor deze lozingen.
- Vergelijken van in de praktijk toegepaste methoden waarbij deze waterstromen vrijkomen en opstellen van best practices om lozing te voorkomen.
- Achterhalen van de noodzaak tot lozen van deze waterstromen.
- Eventueel ontwikkelen van nieuwe strategieën voor het voorkomen van lozing van deze waterstromen.
- Vaststellen van de effectiviteit van zuiveringstechnieken in het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen uit deze waterstromen in geval lozing onvermijdelijk is.

#### 1.4.3 Financiers en partners

Het project wordt financieel mogelijk gemaakt door bijdragen vanuit de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmateriaal, TKI Watertechnologie en Stichting Programmafonds Glastuinbouw. Bij dit werkpakket zijn vier partijen aangesloten die een bijdrage leveren in kennis en apparatuur: Priva, Verhoeve Milieu & Water, WaterQ en Glastuinbouw Nederland.



## 2 Materiaal & methode

### 2.1 Inventarisatie waterstromen

Een inventarisatie is uitgevoerd bij praktijkbedrijven om inzicht te krijgen in de waterstromen die naast drain-/ drainagewater geloosd worden op oppervlaktewater of riool. Hiervoor werd een oproep geplaatst om telers te werven voor deelname aan het project. De bedrijven zijn geanonimiseerd weergegeven.

Bij deze oproep is de garantie afgegeven dat de verzamelde gegevens van de telers geanonimiseerd gebruikt worden bij communicatie van de resultaten. In Tabel 1 zijn de bedrijven genummerd weergegeven, met daarbij het gewas en ingedeeld in een categorie voor afmeting, zodat de resultaten in perspectief geplaatst kunnen worden.

Tabel 1

*Overzicht bedrijven in inventarisatie waterstromen.*

Bedrijfsnummer	Gewas	Substraat	Categorie afmeting		
			2 – 4 ha	4 – 6 ha	>6 ha
1	Tomaat	Steenwol			X
2	Tomaat	Steenwol	X		
3	Tomaat	Steenwol	X		
4	Tomaat	Steenwol			X
5	Tomaat	Steenwol			X
6	Komkommer	Steenwol	X		
7	Komkommer	Steenwol		X	
8	Paprika	Steenwol			X
9	Paprika	Steenwol			X
10	Paprika	Steenwol	X		
11	Phalaenopsis	Bark/veen/kokos	X		
12	Freesia	Vollegrond		X	
13	Radijs	Vollegrond			X
14	Amaryllis	Flugzand/perliet	X		
15	Gerbera	steenwol	X		
16	Gerbera	Steenwol/organisch		X	
17	Phalaenopsis	Bark/veen/kokos			X

De inventarisatie is uitgevoerd door middel van een interview bij de telers, met een vragenlijst (Bijlage 1) als basis. Met de vragenlijst is een overzicht verkregen van de infrastructuur voor irrigatie, de toegepaste strategie tijdens de teeltwisseling en de waterstromen die daarbij vrijkomen en de eindbestemming van deze waterstromen.

## 2.2 Bemonstering en analyses

Met de bij het project betrokken toeleveranciers is een lijst gemaakt van relevante waterkwaliteitsparameters die bepalen of een waterstroom geschikt is (of kan worden gemaakt) voor hergebruik in de teelt. De lijst met deze parameters is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2

*Overzicht van waterkwaliteitsparameters relevant voor hergebruik van waterstromen in de glastuinbouw.*

Waterkwaliteitsparameter	Eenheid
Geleidbaarheid (EC)	mS/cm
pH	-
Temperatuur	°C
UV-transmissie	%
Meststoffenanalyse	
NH <sub>4</sub>	mmol/L
K	mmol/L
Na	mmol/L
Ca	mmol/L
Mg	mmol/L
Si	mmol/L
NO <sub>3</sub>	mmol/L
Cl	mmol/L
SO <sub>4</sub>	mmol/L
HCO <sub>3</sub>	mmol/L
P	mmol/L
Fe	µmol/L
Mn	µmol/L
Zn	µmol/L
B	µmol/L
Cu	µmol/L
Mo	µmol/L
Gewasbeschermingsmiddelen, brede screening	µg/L
Totaal organisch koolstof (TOC)	mg/L
Chemisch zuurstof verbruik (CZV)	mg/L
Perchloraat/chloraat	mg/L
Fluor	mg/L
Aluminium	mg/L

Bij bedrijf 1 tot en met bedrijf 16 zijn metingen uitgevoerd voor het vaststellen van de waarden van bovengenoemde waterkwaliteitsparameters in de waterstromen. Voor het bemonsteren van de waterstromen is een monsternamenameprotocol opgesteld (Bijlage 2). Hierin staat per waterstroom uitgewerkt welke analyses zijn uitgevoerd. Het monster moet genomen worden uit stromend water, voordat het gemengd is met andere waterstromen. Er moet 10 L verzameld worden, waaruit de samples voor de verschillende analyses verzameld worden. Met het restant van deze 10 L na bemonstering wordt de meting van de EC, pH, temperatuur en UV-transmissie uitgevoerd. In veel gevallen bleek het echter niet mogelijk om direct uit de waterstroom te bemonsteren, maar is bemonsterd uit de verzameltank voor het water. Het risico bestaat dat de analyse dan niet alleen bestaat uit de beoogde waterstroom, maar vermengd is met andere waterstromen. Tijdens de teeltwisseling worden over het algemeen verschillende reinigingsstappen tegelijkertijd uitgevoerd, zodat de samenstelling van het water in de buffer een combinatie kan zijn van het water van de verschillende reinigingsstappen.

In Tabel 3 is weergegeven welke waterstromen op welk bedrijf bemonsterd en geanalyseerd zijn op bovengenoemde parameters.

Tabel 3

Overzicht van de bemonsterde waterstromen per bedrijf.

Bedr.	Gewas	Waterstroom						
		Irrigatie-leiding	Teelt-goot/tafel	Binnen-zijde kasdek	Slib	Filters-poel-water	Onder-bemaling	Anders, namelijk
1	Tomaat	X	X	X				
2	Tomaat		X	X				
3	Tomaat	X	X					
4	Tomaat		X					
5	Tomaat	X	X	X				
6	Komkommer	X	X	X	X			
7	Komkommer		X	X		X		
8	Paprika	X	X	X			X	
9	Paprika	X	X	X			X	
10	Paprika	X	X	X				
11	Phalaenopsis		X		X	X	X	Drainwater organisch substraat
12	Freesia			X		X	X	Restant water oogstbakken
13	Radijs			X				Waswater product
14	Amaryllis							Spoelwater substraat
15	Gerbera					X		
16	Gerbera					X		

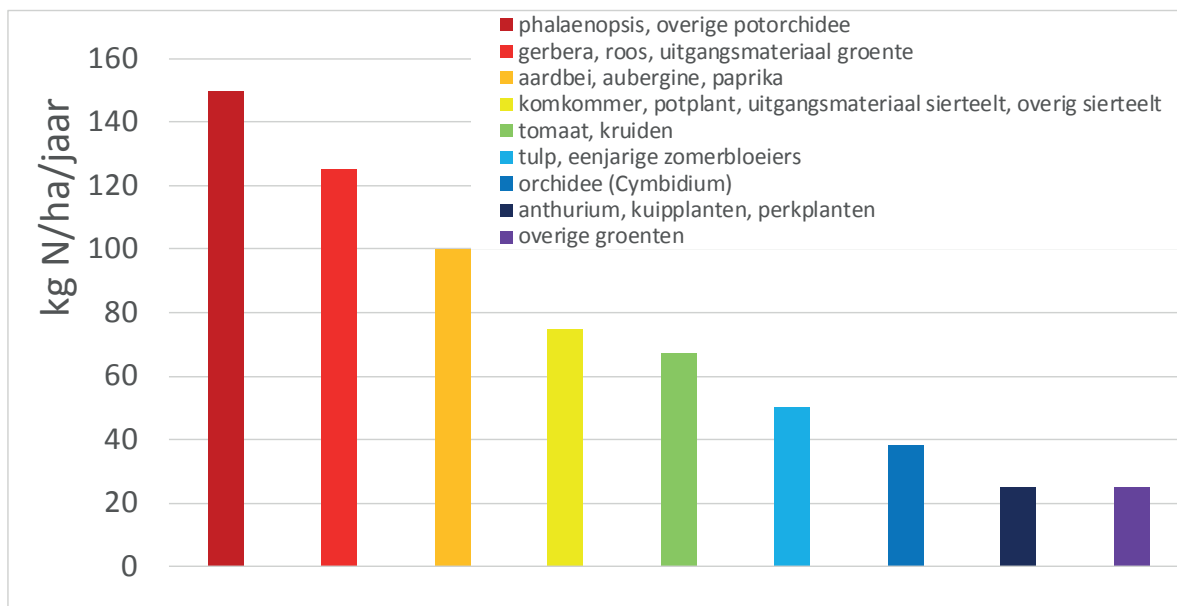
## 2.3 Relevantie emissie stikstof en GBM bij lozing waterstromen

### 2.3.1 Emissienormen stikstof

Voor de emissie van stikstof vanaf het bedrijf via het water (zowel naar oppervlaktewater als naar riolering) is per 1 januari 2018 de volgende stap gezet in de afbouw naar (nagenoeg) nulemissie per 2027. Hierin wordt het gewicht van de stikstofatomen uit nitraat en ammonium in het lozingswater per hectare bij elkaar opgeteld om te komen tot een totaalgewicht in kg N/ha/jaar. Hiervoor wordt de volgende formule gebruikt:

$$\text{Geloosde hoeveelheid stikstof (kg/ha)} = ((\text{NO}_3 \text{ (mmol/L)} + \text{NH}_4 \text{ (mmol/L)}) \times 14 \text{ mg/mmol} \times \text{geloosde hoeveelheid water (L/ha)}) / 1.000.000$$

In Figuur 1 zijn de emissienormen voor stikstof voor de verschillende gewasgroepen weergegeven. De relevantie van de geloosde waterstromen uit dit onderzoek wordt mede vastgesteld aan de hand van deze cijfers.



**Figuur 1** Emissienormen voor stikstof per 1 januari 2018 in kg N/ha/jaar voor de verschillende gewasgroepen.

### 2.3.2 Normen GBM

Voor gewasbeschermingsmiddelen zijn geen normen voor de hoeveelheid die geloosd mag worden. De meeste werkzame stoffen hebben normen voor concentraties in het oppervlaktewater:

1. MAC-MKN/MAC-MKE (Maximaal Aanvaardbare Concentratie-Milieu Kwaliteitsnorm/eis): wettelijke norm voor maximaal aanvaardbare concentratie in zoet oppervlaktewater voor kortdurende piekblootstelling;
2. MTR (opgelost): maximaal toelaatbaar risiconiveau (vastgesteld of indicatief) voor zoet oppervlaktewater, om bij langdurige blootstelling geen effect waar te nemen. Tegenwoordig worden voor oppervlaktewater geen MTR-waarden meer afgeleid;
3. JG-MKN/JG-MKE (Jaargemiddelde-Milieu Kwaliteitsnorm/eis): wettelijke norm voor jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm in zoet oppervlaktewater.

De MTR is een norm voor oppervlaktewater uit oudere wetgeving die op dit moment niet meer wordt afgeleid voor nieuwe stoffen. In plaats daarvan is de Milieukwaliteitsnorm/eis ingevoerd, die is opgedeeld in een jaargemiddelde en een acute norm. MTR en JG-MKN zijn vergelijkbare normen, waarbij het gaat om langdurige blootstelling. Nog niet voor alle stoffen is deze nieuwe waarde afgeleid. Indien een MAC-MKN waarde beschikbaar is, wordt deze waarde gebruikt in de analyse voor relevantie van een lozing. Anders wordt gebruik gemaakt van de MTR of JG-MKN. Een aantal van deze normen ligt lager dan de detectiegrens van de analyses bij de standaard labs. Waterschappen vergelijken metingen van gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater direct met MAC en MTR waarden, waarbij een overschrijding van de norm wordt vastgesteld als de concentratie hoger is dan de norm. Bij de JG-MKN geeft het een indicatie dat de norm overschreden kan gaan worden, daarbij wordt het gemiddelde over maandelijkse metingen genomen.

In dit onderzoek is slechts eenmaal bemonsterd, daarom wordt gebruik gemaakt van een prioritaire volgorde voor de bovengenoemde normen voor het vaststellen van de relevantie van de lozing voor de hoeveelheid GBM. Voor een vergelijking met de MAC-MKN wordt de concentratie in de lozing direct vergeleken met de normwaarde voor het oppervlaktewater, omdat ook lokaal (zonder verdunning) deze concentratie niet overschreden mag worden. Een overschrijding van de JG-MKN en de MTR geeft een indicatie van mogelijke overschrijding van de jaargemiddelde concentratie. Voor het vaststellen van de relevantie van de lozingen worden daarom deze twee categorieën apart weergegeven.

Los hiervan staat de verplichting om al het drain-/drainagewater en het filterspoelwater (indien gespoeld met bemest water) vanaf 1 januari 2018 te zuiveren bij lozing op oppervlaktewater of riool.

In de berekeningen van het aantal en de totale concentratie gewasbeschermingsmiddelen (optelling van alle concentraties) worden alleen de waarden meegenomen  $>0.1 \mu\text{g/L}$ . Hiermee worden de meeste metingen eruit gefilterd van stoffen die niet op het bedrijf zijn toegepast maar wel in het water worden teruggevonden. Een voorbeeld van dit soort stoffen zijn herbiciden die in het drainwater van een tomatenteelt worden teruggevonden, stoffen die een tomatenteler nooit gaat gebruiken.

### 2.3.3 Waterhoeveelheden

De hoeveelheid water is een belangrijke factor in het bepalen van de relevantie van de lozing. Er is geprobeerd deze waarde zoveel mogelijk te achterhalen op de praktijkbedrijven, al ontbreekt in veel gevallen een watermeter om dit voor de specifieke waterstroom te kunnen vaststellen. Een aantal telers heeft indicatief aangegeven hoeveel water er opgevangen is tijdens de verschillende reinigungsacties. Navraag bij een loonwerker die deze schoonmaakacties uitvoert geeft een indicatie van de hoeveelheid water die gebruikt wordt. Uit deze gegevens is een hoeveelheid water berekend die opgevangen wordt en eventueel hergebruikt kan worden, en de emissie van het water dat niet wordt opgevangen.

## 2.4 Test verwerking slib uit vuil draintank

Tijdens het schoonmaken van het teeltsysteem worden eens in de paar jaar ook de drainsilo's en waterbassins schoongemaakt. Hierbij komt een hoeveelheid slib van de bodem vrij, die moet worden verwerkt. Er is bij een paprikateler onderzocht wat de samenstelling is van het slib dat vrijkomt van de bodem van de vuil drainsilo. Hiervoor is 1500 L waterig slib verzameld. Dit slib mocht bezinken en is daarna geanalyseerd op de aanwezigheid van droge stof, organische stof, zware metalen, meststoffen, pathogenen en gewasbeschermingsmiddelen. Voor droge stof analyse wordt het slib gedroogd tot constant gewicht in een oven bij  $105^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) en overblijvende gewicht wordt uitgedrukt als percentage van het startgewicht. De fractie organische stof in de droge stof is bepaald volgens NEN-EN 12880. De zware metalen en voedingselementen zijn bepaald op het waterige deel. Voor bepaling van pathogenen is 100 mL water met DNA methode geanalyseerd op plantpathogene schimmels en oomyceten. Voor analyse van gewasbeschermingsmiddelen is het slib behandeld met organische oplosmiddelen en vervolgens is met LC/MSMS en GC/MSMS de concentratie bepaald. Het bovenstaande water is op dezelfde parameters geanalyseerd. Daarna is het slib met een kamerfilterpers door Verhoeve Milieu & Water verder ingedikd door water af te scheiden van de droge stof. Dit leverde echter geen verdere indikking van het slib op en verdere analyses zijn achterwege gelaten. Met behulp van de uitgevoerde analyses kunnen we bepalen wat er met het slib gedaan kan worden, bijvoorbeeld uitrijden over land of afvoer naar het riool.

## 2.5 Vergelijking met Standaard Water parameters

De onderzochte waterstromen worden over het algemeen geloosd door de telers, maar de meeste van deze waterstromen hoeven volgens de zuiveringsplicht niet gezuiverd te worden voor lozing. In het onderzoek is bekeken of de waterstromen eventueel met dezelfde techniek bij dezelfde instellingen gezuiverd kunnen worden voor het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen. De resultaten van deze vergelijking zijn weergegeven in Bijlage 3.





## 3 Resultaten en discussie

### 3.1 Reinigen & ontsmetten leidingen

#### 3.1.1 Achtergrond

In het irrigatiesysteem voor het transporteren van voedingsoplossing van de substraatunit naar het gewas kan tijdens de teelt aanslag aan de binnenzijde van de leidingen ontstaan. Deze aanslag is deels van minerale oorsprong, wat ontstaat door neerslag van met name calciummeststoffen door (lokaal) verhoogde pH (boven 6.2). Dit kan zorgen voor (gedeeltelijke) verstopping van druppelaars, waardoor de afgifte in de kas minder uniform wordt. Minerale aanslag zorgt daarnaast voor een ruw oppervlak aan de binnenzijde van de leiding, waaraan bacteriën zich goed kunnen hechten. Bacteriën kunnen zich vestigen aan de binnenzijde van de leiding en vormen daarbij een beschermende slijm laag bestaande uit polysacchariden. De slijm laag (biofilm) beschermt de bacteriën tegen ongunstige omstandigheden in de omgeving van de bacteriën en zorgt voor betere overleving. Niet alle bacteriën zijn in staat om een biofilm te vormen, maar als er eenmaal een biofilm aanwezig is, kunnen zowel veel verschillende soorten bacteriën als virussen en schimmels zich hierin vestigen en vermenigvuldigen. De biofilm vormt hiermee een verspreidingsbron van bijvoorbeeld *Agrobacterium Rhizogenes* (crazy roots), ondanks dat het water door een ontsmettingsinstallatie goed gedesinfecteerd kan zijn. Als stukken van deze biofilm losraken van de wand, verplaatsen ze zich door het irrigatiesysteem, waar ze druppelaars kunnen verstopten, met als gevolg ongelijke afgifte van voedingsoplossing aan het gewas.

De mate van vervuiling is sterk afhankelijk van de inrichting en het gebruik van de irrigatieleidingen:

- Bochten en hoeken in het leidingwerk zijn ideale plaatsen waar vervuiling zich kan ophopen.
- Stilstaande voedingsoplossing in de irrigatieleidingen is ideaal voor biologische activiteit en kan zorgen voor snelle biofilmvorming.
- Gebruik van organische bacterie- en of schimmelpreparaten kan zorgen voor extra verstopping van de druppelslangen.
- Gebruik van reinigingsmiddelen tijdens de teelt ter voorkoming van vervuiling van de leidingen.
- Gebruik van filtratie van het voedingswater voor verwijdering van onopgeloste delen.

Tijdens de teeltwisseling worden acties uitgevoerd om de druppelleidingen te reinigen en te ontsmetten. De eerste stap is het verwijderen van biofilm uit de leidingen. Hiervoor worden oxidatieve middelen gebruikt als natriumhypochloriet ( $\text{NaClO}$ ), chloorbleekloog (verdunde vorm van  $\text{NaClO}$ ), chloordioxide ( $\text{ClO}_2$ ), ECA-water (bevat ook chloor!) of waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) met verschillende vormen van stabilisatie (zilver of met zwakke organische zuren). Voor het verwijderen van meststoffen neerslag wordt water met een lage pH door de irrigatieleiding heen gestuurd. De pH van het water wordt verlaagd door toevoeging van salpeterzuur ( $\text{HNO}_3$ ). De meststoffen komen hierdoor weer in oplossing en kunnen worden afgevoerd uit het systeem. Afhankelijk van de toegepaste pH wordt een deel van de bacteriën ook gedood, maar de biofilm wordt hierdoor niet afgebroken en verwijderd. Let op dat de pH niet lager wordt dan het materiaal van de druppelaars aan kan, omdat anders de werking van de druppelaars (en daarmee de gelijkheid in afgifte) wordt aangetast. Na deze reinigungsstappen kunnen de leidingen nog gedesinfecteerd worden met de eerder genoemde oxidatieve middelen.

#### 3.1.2 Probleemstelling

Tijdens het reinigungsproces van de irrigatieleidingen kunnen gewasbeschermingsmiddelen in het reinigungswater terecht komen. Momenteel wordt tijdens het reinigungsproces het water over het algemeen niet opgevangen en hergebruikt, omdat de infrastructuur op veel bedrijven hiervoor niet geschikt is. De eindkappen worden van de druppelslangen afgedraaid, waardoor het water op de ondergrond terecht komt en mogelijk via het onderbemalingswater op het oppervlaktewater terecht kan komen.

Als het water wel opgevangen kan worden, geeft dit een mogelijkheid tot hergebruik van het water. De samenstelling moet dan zo zijn, dat er geen schade aan het gewas kan ontstaan. Hiermee kan rekening gehouden worden bij de keuze van reinigings- en ontsmettingsmiddelen.

### 3.1.3 Toegepaste strategieën

Door middel van de vragenlijst uit Bijlage 1 zijn de strategieën van de groentetelers in het reinigen van de irrigatieleidingen achterhaald. Het is opvallend dat er veel verschillende strategieën gebruikt worden. Onderstaand een overzicht van de toegepaste strategieën, waarbij in de toelichting alleen de redenatie voor de gekozen strategie wordt toegelicht, er wordt niets gezegd over de effectiviteit:

- Volzetten van irrigatieleidingen met water van een pH van 4.8 en tegelijkertijd dosering van waterstofperoxide. Deze oplossing wordt 24 uur in het systeem gehouden, waarna het systeem wordt doorgespoeld met schoon water. Deze strategie wordt bij twee bedrijven toegepast. Toelichting:
  - De pH-verlaging ten opzichte van een normale voedingsoplossing wordt toegepast voor het oplossen van de meeste neergeslagen meststoffen, waardoor ze kunnen worden afgevoerd uit het irrigatiesysteem.
  - Waterstofperoxide wordt gedoseerd voor het verwijderen van biofilm.
- Spoelen van de irrigatieleidingen en druppelaars met een waterige salpeterzuuroplossing met een lage pH. Toelichting:
  - Verlagen van de pH zorgt voor oplossen van neergeslagen meststoffen.
  - LET OP: bij veel typen druppelaars wordt een minimale pH van 2 geadviseerd.
- Spoelen met achtereenvolgens salpeterzuur,  $H_2O_2$  en water.
  - Dosering van salpeterzuur verlaagt de pH voor het oplossen van neergeslagen meststoffen.
  - Dosering van waterstofperoxide wordt gedaan voor het afbreken van biofilm.
- Geen actie tijdens de teeltwisseling, alleen schoonhouden tijdens de teelt met ECA-water. Toelichting:
  - ECA-water wordt toegepast voor het voorkomen van de vorming van biofilm en afbraak van reeds aanwezige biofilm.
- Achtereenvolgens spoelen met  $H_2O_2$ , salpeterzuur en met  $H_2O_2$  of water. Toelichting:
  - Na het reinigen van de leidingen met  $H_2O_2$  (biofilm) en salpeterzuur (neergeslagen meststoffen), kiest de teler voor nog een desinfectiestap door dosering van  $H_2O_2$ .
- Reinigen met chloorbleekloog (verdunde vorm van natriumhypochloriet), spoelen met water, spoelen met salpeterzuur. Toelichting:
  - Chloorbleekloog wordt gedoseerd voor het verwijderen van biofilm.
  - Spoelen met water moet chloorbleekloog verwijderen uit de leidingen, voordat wordt overgegaan op dosering van salpeterzuur.
  - Spoelen met salpeterzuur voor het verwijderen van neergeslagen meststoffen.
  - LET OP: goed spoelen met water tussen deze stappen in, anders wordt chloorgas gevormd.
- Spoelen met hypochloriet, spoelen met salpeterzuur, spoelen met Virkon S en water.
  - Hypochloriet wordt toegepast voor het verwijderen van biofilm.
  - Salpeterzuur wordt toegepast voor het verwijderen van neergeslagen meststoffen.
  - Virkon S wordt toegepast voor het ontsmetten van het leidingsysteem.
  - LET OP: goed spoelen met water tussen deze stappen in, anders wordt chloorgas gevormd.

De gebruikte strategieën zijn in het project niet beoordeeld op effectiviteit.

NB. Voor aanvang van de nieuwe teelt moeten alle werkzame stoffen uit reinigingsmiddelen uit de druppelsslangen verwijderd zijn om schade aan het nieuwe gewas te voorkomen.

### 3.1.4 Resultaten

Op zeven bedrijven is de samenstelling van het water gemeten dat vrijkomt bij het reinigen van de irrigatieleidingen. De resultaten van de belangrijkste parameters voor hergebruik of lozing zijn weergegeven in Tabel 4. Het aantal gewasbeschermingsmiddelen en de totale concentratie (optelling van de concentraties van de gemeten gewasbeschermingsmiddelen) zijn relevant voor de kwaliteit van het oppervlaktewater, als deze waterstroom het oppervlaktewater bereikt via bijvoorbeeld lozing van het onderbemalingswater. Zeker als salpeterzuur gebruikt wordt, bevat het reinigingswater naast gewasbeschermingsmiddelen ook nog veel nitraat. Chloraat is een maat voor de hoeveelheid afbraakproducten van chloorhoudende reinigingsmiddelen. Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV) is een maat voor de hoeveelheid oxideerbaar materiaal in het water, voor de hoeveelheid zuurstof die nodig is om alle koolstof (organisch materiaal) om te zetten in CO<sub>2</sub>. De metingen zijn eenmalig uitgevoerd.

Tabel 4

*Samenstelling van het water dat vrijkomt bij het reinigen van de irrigatieleidingen tijdens de teeltwisseling, gemeten bij zeven bedrijven (gbm = gewasbeschermingsmiddelen; CZV = chemisch zuurstof verbruik).*

Bedrijf	Gewas	Strategie	#gbm	Conc gbm (µg/L)	chloraat (mg/L)	CZV (mg O <sub>2</sub> /L)	NO <sub>3</sub> (mmol/L)
Bedr 1	tomaat	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2	40.1		0	0.3
Bedr 3	tomaat	HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5	24.2		1720	45.3
Bedr 5	tomaat	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + HNO <sub>3</sub>	9	54.0		77.2	15.5
Bedr 6	komkommer	HNO <sub>3</sub> (stap 1)	0	0		15.5	39.1
Bedr 6	komkommer	water (stap 2)	4	4.2		350	6.2
Bedr 6	komkommer	NaClO (stap 3)	1	12.2	80.1	0	0.3
Bedr 8	paprika	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + HNO <sub>3</sub>	9	19.2		2360	20.2
Bedr 9	paprika	NaClO	9	3.8	1	12.6	8.2
Bedr 10	paprika	NaClO + HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5	13.5	0.65	53.3	9.4

Alleen bedrijf 1 heeft de mogelijkheid voor het opvangen van het reinigingswater van de irrigatieleidingen en hergebruikt het water in de nieuwe teelt.

### 3.1.5 Relevantie voor emissie

Bij de telers is nagevraagd hoeveel water er is gebruikt voor het reinigen van de leidingen, maar daar was weinig zicht op doordat de watermeters niet specifiek zijn afgelezen voor de start van de teeltwisseling. Een berekening is gemaakt voor een inschatting van dit volume: per hectare ligt ongeveer 2.4 m<sup>3</sup> volume aan irrigatieleiding, waarbij een volume hoofdleiding van 3.1 m<sup>3</sup>/ha hoort. Dit is een algemeen berekende waarde, die per bedrijf kan verschillen door een andere diameter hoofdleiding of irrigatieleiding en is ook afhankelijk van de inrichting van het bedrijf. Bij aanvang van de teeltwisseling staat het leidingwerk vol met voedingsoplossing, die wordt bij het volzetten van het irrigatiesysteem eerst uit het systeem gedrukt. Hiervoor is ongeveer 1.5 maal het volume van het irrigatiesysteem nodig. Vervolgens wordt gespoeld met water, vol gezet met ontsmettingsmiddel en wederom gespoeld met water. In totaal wordt op deze manier ongeveer 7x het volume van het irrigatiesysteem aan water door het systeem heen gespoeld tijdens de teeltwisseling. Hiermee komen we op ongeveer 40 m<sup>3</sup>/ha aan spoelwater voor deze stap in het reinigingsproces. Als er minder stappen worden gezet in het reinigen van de irrigatieleidingen, dan zal deze hoeveelheid navenant minder zijn.

Voor de emissie van stikstof via deze waterstroom geldt bij de laagste hoeveelheid dat er 0.2 kg N/ha/jaar wordt geloosd, bij de hoogste concentratie kom je uit op 25 kg N/ha/jaar. Het gemeten reinigingswater van de leidingen van de telers laten een in totaal 22 overschrijdingen van een MAC-waarde zien. Daarnaast komen nog 9 overschrijdingen van een MTR of JG-MKN voor. Dit wil niet zeggen dat deze waarden ook op het oppervlaktewater zijn voorgekomen, omdat het water wordt opgevangen en in de meeste gevallen geloosd wordt op de riolering. Het water dat op de grond valt moet eerst door de ondergrond heen om in het milieu te kunnen komen, waarbij biologische processen kunnen zorgen voor afbraak van de middelen.

### 3.1.6 Voorkomen emissies

De eerste stap in het voorkomen van emissie van het reinigingswater van de irrigatieleidingen is het zorgen voor de mogelijkheid om het te kunnen opvangen. Hiervoor zijn een aantal manieren mogelijk:

- Aanleggen van een ringleiding, waarmee de leidingen bij lage druk kunnen worden doorgespoeld, zonder dat de druppelaars open gaan (alleen met druk compenserende druppelaars). Door het terugkomende water te filteren met bijvoorbeeld een bandfilter, kan het vuil worden afgevangen. Deze handeling kan ook tijdens de teelt worden uitgevoerd, omdat het water niet bij het gewas terechtkomt.
- Bijkomend voordeel is dat de ringleiding tijdens de teelt gebruikt kan worden om bij een wisseling in recept of toediening van een druppelmiddel overal op hetzelfde moment dezelfde oplossing uit de druppelaars te krijgen.
- Aanleggen van een afsluitbare spui-leiding, die het reinigingswater tijdens de teeltwisseling kan afvoeren naar de vuil draintank (voor hergebruik) of rioolwaterbuffer (voor lozing), na openen van de afsluiters aan het einde van de druppelleidingen. Dit kunnen automatisch aan te sturen kranen zijn, maar kunnen ook met de hand open- of dichtgedraaid worden.
- Laten leeglopen van de leidingen op het betonpad, waarna het water wordt opgevangen via drainputjes in het beton.

Als het water is opgevangen, dan kan bekeken worden of de kwaliteit voldoende is om het water her te gebruiken in de teelt. Belangrijke parameters die deze keuze beïnvloeden zijn de concentratie natrium, restanten reinigings- of ontsmettingsmiddelen en overige opgeloste stoffen. Als voor het reinigen dezelfde kwaliteit water wordt gebruikt als voor het aanmaken van voedingsoplossing en als reinigingsmiddelen zonder natrium worden toegepast, dan hoeft natrium geen beperking te zijn voor hergebruik. Natriumzouten slaan niet snel neer en komen daarom ook niet vrij bij het reinigen van de leidingen. Chloorhoudende reinigings- of ontsmettingsmiddelen zorgen voor restanten in het water, waardoor hergebruik moeilijk is. Kies daarom bijvoorbeeld voor waterstofperoxide, omdat dit reageert tot water en zuurstof, onschadelijke elementen voor de teelt. Houdt er rekening mee dat het waterstofperoxideproduct stabilisatoren bevat (zilverdeeltjes of organische zuren) die bij hergebruik in het teeltsysteem terecht komen.

Zorg ervoor dat het opgevangen water voor hergebruik wordt gefilterd voor het verwijderen van vlokken biofilm, en wordt ontsmet om verspreiding van ziekten te voorkomen. Als het water toch geloosd wordt, is het advies om dit water te zuiveren voor lozing met een goedgekeurde zuiveringsinstallatie, omdat het water in het irrigatiesysteem is geweest en daardoor gewasbeschermingsmiddelen kan bevatten. Daarnaast bevat het water meststoffen, waarvan de nitraat meeteelt in de emissienormen stikstof.

## 3.2 Reinigen teeltgoten/teelttafels

### 3.2.1 Achtergrond

In de groenteteelt en in de teelt van gerbera en roos wordt over het algemeen geteeld op teeltgoten. In de teeltgoot wordt het drainwater uit de substraatmatten opgevangen en via het draingootje afgevoerd naar de drainput. Vooral direct na een gietbeurt wordt de teeltgoot nat van aflopend drainwater, waarna het tussen de gietbeurten in opdroogt. In het drainwater zitten meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen die bij opdrogen een neerslag kunnen vormen op de teeltgoot. Blad en vruchten (organisch materiaal) van de plant vallen op de teeltgoot en zorgen voor organische vervuiling van de teeltgoot en vormen een aanhechtingsplaats voor bacteriën en schimmels. Ook algen kunnen groeien op de meststoffen die op de teeltgoot zitten. Tijdens de teeltwisseling wordt de teeltgoot daarom schoongemaakt. Voor het reinigen en ontsmetten van de teeltgoot wordt onder andere natriumhypochloriet ( $\text{NaClO}$ ), chloorbleekloog (verdunde vorm van  $\text{NaClO}$ ), chloordioxide ( $\text{ClO}_2$ ), ECA-water (bevat ook chloor!), waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) met verschillende vormen van stabilisatie (zilver of met zwakke organische zuren) gebruikt, al dan niet gecombineerd met schuimmiddelen.

### 3.2.2 Probleemstelling

Tijdens de teeltwisseling wordt de teeltgoot gereinigd (en mogelijk ontsmet), om bij de nieuwe teelt hygiënisch te kunnen starten. De gebruikte reinigings- en ontsmettingsmiddelen zijn aanwezig in het water dat wordt opgevangen in de draingoot en kunnen achterblijven op de teeltgoot. In het opgevangen reinigingswater kunnen deze stoffen zorgen voor schadelijke effecten op het gewas bij hergebruik in de nieuwe teelt, afhankelijk van welke stoffen er gebruikt zijn. Daarnaast kunnen ingedroogde reinigingsmiddelen oplossen in het eerste drainwater tijdens de teelt en op deze manier ook in het drainwater terecht komen. Dit kan ook een reden zijn voor telers om ook het eerste drainwater uit de teelt niet her te gebruiken. Het reinigingswater bevat ook gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen, zodat het water bij lozing bijdraagt aan de emissie van stikstof en gewasbeschermingsmiddelen. De sector loopt hierdoor het risico dat de normen in het oppervlaktewater worden overschreden. Hierdoor wordt mogelijk het pakket aan toegelaten middelen kleiner, met als gevolg minder correctiemiddelen voor een geïntegreerde gewasbescherming tijdens de teelt.

### 3.2.3 Toegepaste strategieën

Door middel van de vragenlijst uit Bijlage 1 zijn de strategieën van de groentetelers in het reinigen van de teeltgoten achterhaald. Het reinigen en ontsmetten vindt plaats in één stap, waarbij met hoge druk de teeltgoot wordt schoongespoten. De telers voegen verschillende producten toe aan het water waarmee de goten worden schoongemaakt. De volgende producten zijn door de ondervraagde telers gebruikt:

- Zilver gestabiliseerde waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).
- Natriumhypochloriet ( $\text{NaClO}$ ).
- Chloorbleekloog (verdunde vorm van  $\text{NaClO}$ ).
- ECA-water (elektrochemisch geactiveerd water).
- Schoon water.
- Schoon water, daarna ingespoten met Menno ter forte (quaternaire ammoniumverbinding).
- Eiwitremover (twee hoofdcomponenten: kaliumhydroxide en  $\text{NaClO}$ ).

De gebruikte strategieën zijn in het project niet beoordeeld op effectiviteit.

### 3.2.4 Resultaten

Metingen van het reinigingswater van de teeltgoten bij tien telers laten zien dat hierin relevante hoeveelheden gewasbeschermingsmiddelen aanwezig zijn (Tabel 5). Hiervoor is eenmalig water bij de verschillende teeltbedrijven bemonsterd. Lozing van dit water op het oppervlaktewater kan zorgen voor overschrijding van de normen voor deze gewasbeschermingsmiddelen. In een aantal gevallen bevat het water ook behoorlijke hoeveelheden nitraat. Loonwerkers geven aan dat er bij het reinigen van de teeltgoten ongeveer 60 m<sup>3</sup> water per hectare wordt gebruikt. Het is niet bekend hoeveel van dit water terugkomt via het drainsysteem. Chloraat is een maat voor de hoeveelheid afbraakproducten van chloorhoudende reinigingsmiddelen. Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV) is een maat voor de hoeveelheid oxideerbaar materiaal in het water, voor de hoeveelheid zuurstof die nodig is om alle koolstof om te zetten in CO<sub>2</sub>.

Tabel 5

*Samenstelling van het water de vrijkomt bij het reinigen van de teeltgoten tijdens de teeltwisseling, gemeten bij tien bedrijven (gbm = gewasbeschermingsmiddelen; CZV = chemisch zuurstof verbruik).*

Bedrijf	Gewas	Strategie	#gbm	Conc gbm (µg/L)	chloraat (mg/L)	CZV (mg O <sub>2</sub> /L)	NO <sub>3</sub> (mmol/L)
Bedr 1	tomaat	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	11	20		33.9	9.4
Bedr 2	tomaat	NaClO	8	162	20	1060	24.4
Bedr 3	tomaat	NaClO	21	299	0.3	1950	34
Bedr 4	tomaat	ECA-water	8	55	0.05	58	6.9
Bedr 5	tomaat	water, Menno ter forte	18	60		18.5	20.9
Bedr 6	komkommer	NaClO	1	1.8	11.2	26.5	0.9
Bedr 7	komkommer	eiwit-remover	9	6.9		10.8	2.5
Bedr 8	paprika	schoon water	8	6.2		16.3	3.6
Bedr 9	paprika	NaClO	8	17	2.9	150	10.8
Bedr 10	paprika	NaClO	5	9.7	0	97.5	3.8

Er zijn grote verschillen te zien in de hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen in het reinigingswater. Naast de hierboven genoemde stoffen, wordt ook natrium in relatief hoge concentraties teruggevonden (5 – 31 mmol/L), met name bij de telers die natriumhypochloriet (NaClO) gebruiken als ontsmettingsmiddel. Bedrijven 1 en 5 hergebruiken het reinigingswater in de teelt.

### 3.2.5 Relevantie voor emissie

In de gebruikte 60 m<sup>3</sup> water per hectare is 0.9 tot 24.4 mmol/L NO<sub>3</sub> aanwezig. Dit resulteert in een lozing van 0.8 – 20 kg N/ha/jaar. In totaal zijn direct in het reinigingswater van de telers 29 overschrijdingen van een MAC waarde gevonden. Daarnaast komen 40 overschrijdingen van MTR/JG-MKN normen voor. Dit wil niet zeggen dat deze waarden ook op het oppervlaktewater zijn voorgekomen, omdat het water wordt opgevangen en in de meeste gevallen geloosd wordt op de riolering. Het water dat op de grond valt moet eerst door de ondergrond heen om in het milieu te kunnen komen, waarbij biologische processen kunnen zorgen voor afbraak van de middelen.

### 3.2.6 Voorkomen emissies

Met name de aanwezige (afbraakproducten van) reinigings-/ontsmettingsmiddelen zorgen voor een risico bij hergebruik in de teelt en hergebruik van het eerste drainwater tijdens de teelt. Daarom is de keuze voor het reinigingsmiddel belangrijk voor de mogelijkheid tot hergebruik van het water. Waterstofperoxide breekt af tot water en zuurstof, let op dat een aantal varianten van dit reinigings-/ontsmettingsmiddel wel stabilisatoren bevat. Natriumhypochloriet brengt natrium in het systeem, wat hergebruik in sommige gevallen moeilijker maakt. Chloraatvorming bij gebruik van chloorhoudende reinigingsmiddelen kan ook een reden zijn om het reinigingswater niet te willen hergebruiken in de teelt. Heet water kan een optie zijn om hergebruik mogelijk te maken.

- Bij hoge druk reiniging: na filtratie kan het opgevangen water weer worden hergebruikt in de teelt. Filtratie kan bijvoorbeeld met een doekfilter worden uitgevoerd.
- Bij reiniging met reinigings- en ontsmettingsmiddelen: indien middelen zijn gebruikt die geen schade aan de teelt veroorzaken, kan het water na filtratie worden hergebruikt.
- Eén van de telers die het water hergebruikt, slaat al het water dat hij opvangt bij de teeltwisseling op om het in een later stadium van de teelt bij te mengen in het voedingswater.

Indien hergebruik niet gewenst is, zou deze waterstroom in ieder geval gezuiverd moeten worden voor lozing, omdat het via het drainsysteem is opgevangen en niet los gezien kan worden van drainwater.

## 3.3 Reinigen binnenzijde kasdek

### 3.3.1 Achtergrond

Licht is een van de belangrijkste productiefactoren in de glastuinbouw, als vuistregel voor niet diffuus glas wordt aangehouden 1% meer licht is 1% meer productie. Gedurende het teeltseizoen vervuult het glas met stof, condens en algengroei aan zowel de buitenzijde als de binnenzijde, waardoor de transmissie van het kasdek lager wordt. De meeste telers reinigen daarom jaarlijks de binnenzijde van het kasdek om de transmissie op peil te houden.

In groenteteelten wordt de binnenzijde van het kasdek over het algemeen schoongemaakt tijdens de teeltwisseling, als er geen gewas in de kas aanwezig is. In de sierteelt liggen er vaak maar een paar vakken tegelijkertijd leeg, zodat de reiniging plaatsvindt op het moment dat er in andere vakken nog gewas aanwezig is, of de reiniging wordt boven het gewas uitgevoerd. Dit heeft gevolgen voor de gekozen strategie voor het reinigen van het kasdek, omdat een reinigingsproduct een negatief effect kan hebben op het gewas.

### 3.3.2 Probleemstelling

Van condenswater is bekend dat het gewasbeschermingsmiddelen bevat (Kruger, 2008), afhankelijk van de toepassingsmethode van de middelen en de dampdruk (Van der Staaij en Douwes, 1996). Middelen met een hogere dampdruk worden in hogere concentraties teruggevonden in het condenswater. De hoogte van het gewas, de toedieningstechniek en de afbraaksnelheid zijn andere factoren met een belangrijke invloed op de concentratie die wordt teruggevonden in het condenswater. In vergelijking met 1996 worden veel minder chemische middelen via ruimtebehandeling of volvelds spuitbehandeling toegepast in groenteteelt op substraat (Compendium voor de Leefomgeving, 2015) en is de dampdruk van het huidige middelenpakket lager. De aantallen en concentraties gewasbeschermingsmiddelen in het condenswater zouden hierdoor lager moeten zijn geworden. Er zijn echter weinig recente gegevens over de samenstelling van het condenswater.

Het water dat vrijkomt bij het afsputten van het kasdek, bevat naast het gebruikte reinigingsproduct ook gewasbeschermingsmiddelen. Een aanzienlijk deel van het spoelwater komt in de condensgoot terecht. Telers kunnen voor dit deel van het water kiezen voor hergebruik of lozen. Het spoelwater dat fluoride bevat is een risico voor gebruik in de teelt. De grenswaarde voor veilig gebruik van deze stof in een voedingsoplossing is 1 mg/L (Van Marrewijk, 2013). Hergebruik van het opgevangen water is daarom een risico voor de teler. Veel bedrijven hebben de mogelijkheid om de condenswaterafvoer tijdens de teeltwisseling los te koppelen en het water af te voeren naar riolering of oppervlaktewater. Volgens het Activiteitenbesluit mogen fluorhoudende middelen bij het reinigen van het kasdek geloosd worden op het oppervlaktewater. De MTR-waarde voor anorganische fluoriden in oppervlaktewater is 1.5 mg/L (RIVM, 2018). Via lozing op het oppervlaktewater kunnen gewasbeschermingsmiddelen van de binnenzijde van het kasdek in het oppervlaktewater terecht komen en zorgen voor een overschrijding van de normen.

### 3.3.3 Toegepaste strategieën

Er wordt een aantal producten toegepast voor het reinigen van het kasdek:

- Waterstoffluoride (in Flusol Forte) is als gas opgelost in water en wordt met een spuitpistool of machinaal met een kasdekreiniger opgebracht aan de binnenzijde van het kasdek. Het product weekt hardnekkig vuil los, zodat het gemakkelijk afgespoten kan worden. Bij hoge dosering of contacttijd kan het product het glas etsen (verwijdering toplaagje van het glas). Om indrogen te voorkomen moet binnen maximaal 10 minuten het product met water (hogedrukspuit) weer van het glas worden afgespoeld. Het product heeft een behoorlijke dampwerking en de ontstane damp is schadelijk voor mens en gewas. Het product wordt daarom ook niet gebruikt in kassen waar gewas aanwezig is. Bij afluchten van de kas kunnen zelfs gewassen buiten de behandelde kas (vooral bol- en knolgewassen als lelie, tulp en krokus) schade ondervinden. Alle gecoate glassoorten kunnen bij verkeerde dosering worden beschadigd door dit product. Per hectare wordt 2500 L oplossing gebruikt. Voor het afsputten van het product vanaf het kasdek wordt 50-60 m<sup>3</sup>/ha water gebruikt. Voor dit middel is geen toelating als biocide of gewasbeschermingsmiddel nodig, omdat het product niet desinfecteert.
- Ammoniumbifluoride (in GS-4, GS-4 Xtra, Topcleaner, Hortiglas en Eco-Forte (lagere concentratie)) is een fluorzout met een vergelijkbare werking op het kasdek als waterstoffluoride. Doordat geen gas is opgelost in het product, is er geen dampwerking. Desondanks is het product alleen te gebruiken in een lege kas, omdat de spuitnevel het gewas wel kan beschadigen. Opbrengen en afsputten gebeurt op dezelfde manier als bij Flusol Forte. Alle gecoate glassoorten kunnen bij verkeerde dosering worden beschadigd door dit product. Per hectare wordt 2500 L oplossing gebruikt. Voor het afsputten van het product vanaf het kasdek wordt 50-60 m<sup>3</sup>/ha water gebruikt.
- (Heet) water onder hoge druk kan ook worden gebruikt voor het schoonmaken van de binnenzijde van het kasdek. Telers met een permanente diffuse of AR-coating op het glas maken gebruik van deze reinigingsmethode. Sommige coatings kunnen ook door de hoge druk beschadigd raken. Voor het schoonsputten van het kasdek met heet water wordt 50-60 m<sup>3</sup>/ha water gebruikt.

### 3.3.4 Resultaten

Metingen van het reinigingswater van de binnenzijde van het kasdek bij negen telers laten zien dat er nog steeds hoeveelheden gewasbeschermingsmiddelen aanwezig zijn in het spoelwater dat vrijkomt bij het reinigen van de binnenzijde van het kasdek (Tabel 6). Hiervoor is eenmalig water bij de verschillende bedrijven bemonsterd. Lozing van dit water op het oppervlaktewater kan zorgen voor overschrijding van de normen voor deze gewasbeschermingsmiddelen.



Tabel 6

Samenstelling van het opgevangen water tijdens het reinigingsproces van de binnenzijde van het kasdek (#gbm = aantal gewasbeschermingsmiddelen; CZV = chemisch zuurstof verbruik). De concentratie gbm is de optelsom van de concentraties van alle gevonden middelen.

Bedrijf	Gewas	Reinigings-product	#gbm	Conc gbm (µg/L)	Fluor (mg/L)	Aluminium (mg/L)	CZV (mg O <sub>2</sub> /L)
Bedr 1	tomaat	Flusol Forte	8	9.0	42	7.3	10.6
Bedr 2	tomaat	Flusol Forte	4	1.4	384	71.5	258
Bedr 3	tomaat	Flusol Forte	9	2.7	110	31.5	601
Bedr 4	komkommer	Flusol Forte	9	21.3	124	24.9	56.5
Bedr 5	komkommer	Flusol Forte	5	5.7	<0.1	0.048	<10
Bedr 6	paprika	Ecoforte	7	3.8	5.1	3.4	12.1
Bedr 7	paprika	Flusol Forte	2	1.1	23.9	8.3	<10
Bedr 8	paprika	Hortiglas	11	15.6	29.7	4.6	220
Bedr 10	freesia	??	4	6.6	0.01	59.3	13.8

Het water dat van het kasdek in de condensgoot loopt tijdens het schoonmaken van de binnenzijde van het kasdek, kan een aantal stoffen bevatten die hergebruik moeilijk maken. In Tabel 6 zijn de gemeten waarden weergegeven voor fluoride en aluminium. Via het gebruikte reinigingsmiddel komt waterstoffluoride in het opgevangen water in de condensgoten terecht. Fluor zorgt er daarnaast ook voor dat de goot, de glasroeden en de nok geëst worden en roest wordt verwijderd. Hierbij komt aluminium in het water, wat bij hogere concentraties schadelijk is voor het gewas. De grenswaarden voor veilig gebruik van aluminium in de voedingsoplossing is 25 mg/L (Van Marrewijk, 2013). Aluminium kan ook in lage concentraties voorkomen in WKK-condenswater (Van der Maas *et al.* 2015) en kan uit minerale substraten vrijkomen. Bedrijven 1, 3 en 5 hergebruiken het spoelwater dat opgevangen wordt in de teelt. De overige bedrijven lozen het water op het oppervlaktewater of het riool.

### 3.3.5 Relevantie voor emissie

In de gebruikte 60 m<sup>3</sup> water per hectare wordt nagenoeg geen stikstof teruggevonden. In totaal zijn direct in het reinigingswater van de telers 20 overschrijdingen van een MAC waarde gevonden. Daarnaast komen 40 overschrijdingen van MTR/JG-MKN normen voor. Dit wil niet zeggen dat deze waarden ook op het oppervlaktewater zijn voorgekomen, omdat het water wordt opgevangen en in de meeste gevallen geloosd wordt op de riolering. Het water dat op de grond valt moet eerst door de ondergrond heen om in het milieu te kunnen komen, waarbij biologische processen kunnen zorgen voor afbraak van de middelen.

### 3.3.6 Voorkomen emissies

Hoge concentraties fluor (1 mg/L) en aluminium (25 mg/L) bij de start van de teelt zijn schadelijk voor het gewas (Van Marrewijk, 2013). Deze elementen vormen dus een risico in het hergebruik van het reinigingswater. Eén van de telers die het water met fluor en aluminium hergebruikt slaat al het reinigingswater tijdens de teeltwisseling op en mengt het in een later stadium in de teelt bij in de voedingsoplossing. Het gewas is dan minder gevoelig voor deze stoffen dan direct bij de start van de nieuwe teelt. Daarnaast worden fluor en aluminium verdund door menging met ander water. Als het water toch geloosd wordt, is het advies om de gewasbeschermingsmiddelen te verwijderen voor lozing met een BZG-goedgekeurde installatie.

Voorkomen dat deze stoffen in de voedingsoplossing terecht komen kan gedaan worden door te kiezen voor een alternatieve reinigingsmethode voor het kasdek, met producten zonder fluor en etsende werking, bijvoorbeeld heet water of Greenhouse Glassclean. Van dit laatste product is met een plant response test met monocotyl (sorghum) en dicotyl (tuinkers en mosterdzaad) gewas onderzocht of groeiremming optreedt. Greenhouse Glassclean wordt als een 3-5% oplossing toegepast op het kasdek. Als er voldoende water wordt gebruikt voor het afspreken van het middel en er vervolgens voldoende water wordt bijgemengd, dan lijkt hergebruik in de teelt haalbaar. De test liet zien dat een 5%-oplossing en een 1%-oplossing een negatief effect hadden op de groei van de kiemgroenten. Een 0.1%-oplossing en een 0.02%-oplossing hadden geen negatief effect. Het effect op het kasdekmateriaal van deze methoden is niet onderzocht.

## 3.4 Slib uit draintanks

### 3.4.1 Achtergrond

In de drain(age)watersilo's (met name in de silo met te ontsmetten drainwater) vormt zich tijdens de teelt een sliblaag door bezinken van organisch materiaal uit het drainwater en aangroei van bacteriën. In veel bedrijfssituaties wordt het filterspoelwater ook teruggevoerd naar deze silo, waardoor het vuil zich hierin kan ophopen.

### 3.4.2 Probleemstelling

Slib zorgt voor een onbruikbare laag op de bodem van de drainsilo, waardoor de opslagcapaciteit van de silo vermindert. Daarnaast heeft de sliblaag een invloed op de pH, microbiële samenstelling van het water en het zuurstofgehalte, en de sliblaag kan ziekteverwekkers en andere ongunstige micro-organismen bevatten. Omdat drainwater wordt opgeslagen in deze silo's, zijn er ook meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen aanwezig in het slib. Bij het verwijderen van het slib met een waterstofzuiger wordt veel aanhangend water meegenomen. Om te voorkomen dat de capaciteit van de silo kleiner wordt en dat het een besmettingshaard voor het hele systeem wordt, moet de silo af en toe gereinigd worden door het slib te verwijderen.

### 3.4.3 Toegepaste strategieën

De meeste telers reinigen de draintanks en waterbassins eenmaal per jaar of eenmaal per 2 jaar. Als het filterspoelwater wordt teruggevoerd naar de vuil draintank is het aan te bevelen dat de vuil draintank eenmaal per jaar gereinigd wordt.

### 3.4.4 Resultaten

Bij een paprikateler is slib van de bodem van de vuil drainwatersilo verzameld, om te onderzoeken wat de samenstelling is. Het verzamelde slib is in een tank neergezet om te bezinken. De bovenstaande vloeistof is vervolgens gescheiden van het slib en apart bemonsterd. In Tabel 7 zijn de resultaten weergegeven van de metingen van het slib en het bovenstaande water. Opvallend is dat het slib erg dun was, waarschijnlijk was het nog niet noodzakelijk dat de silo gereinigd werd (de teler verwijdert het slib jaarlijks). Een aantal van de zware metalen in het slib komt in hogere concentraties voor dan in het bovenstaande water. Voor een aantal opgeloste stoffen zijn grenswaarden opgesteld voor veilig gebruik in de teelt (Van Marrewijk, 2013), wat geldt voor het bovenstaande water. Voor aluminium is deze waarde 25 mg/L, voor nikkel 3 mg/L, voor chroom 250 µg/L. Voor koper en zink zijn grens- en streefwaarden in water per gewas bekend voor de groentegewassen. Wanneer het bovenstaande water wordt hergebruikt, moet hiermee rekening gehouden worden.

Tabel 7

Samenstelling van het water dat vrijkomt bij het reinigen de drainsilo, gemeten op een paprikabedrijf (#GBM = aantal gewasbeschermingsmiddelen). De concentratie gbm is de optelsom van de concentraties van alle gevonden middelen.

	Bedr 1 Paprika	
Waterstroom	slib	bovenstaande water
Droge stof (%)	0.6	0.1
Organische stof (% van droge stof)	30.1	58.7
Nitraat (mmol/L)	4.0	3.6
#GBM	2	4
Concentratie GBM (µg/L)	25.1	7.3
Aluminium (µg/L)	106	13.4
Barium (µg/L)	4	0.9
Kobalt (µg/L)	1	0.98
Chroom (µg/L)	0.68	0.27
Nikkel (µg/L)	8.2	8.5
Arseen (µg/L)	0.66	0.37
Koper (µg/L)	43.3	39.8
Zink (µg/L)	131	149

### 3.4.5 Relevantie voor emissie

Bij het verwijderen van slib uit draintanks en waterbassins gaat het om relatief kleine hoeveelheden water die worden afgevoerd, de totale hoeveelheid is sterk afhankelijk van de vorm en de afmeting van de buffer. De hoeveelheid stikstof die hierbij geloosd wordt is daarom ook te verwaarlozen. Er worden ook weinig gewasbeschermingsmiddelen in het slib teruggevonden. In totaal wordt er in het slib en het bovenstaande water bij deze teler drie overschrijdingen van een MAC-waarde geconstateerd. Deze waarden komen niet op het oppervlaktewater terecht, omdat het slib wordt uitgereden over land, of wordt afgevoerd met een erkende verwerker.

### 3.4.6 Voorkomen emissies

Het gebruiken van filters zonder spoelwater (bijvoorbeeld kaarsfilters of doekfilters) vermindert de hoeveelheid slib die zich vormt in de vuil draintank, als het filterspoelwater daar normaal gesproken naartoe werd teruggevoerd. De groei van micro-organismen in de vuil draintank kan niet voorkomen worden, omdat in de drainsilo water wordt opgeslagen met meststoffen en opgeloste organische stof. Bij het verzamelen van het slib moet de organische stof zoveel mogelijk worden gescheiden van het water. Dit kan gedaan worden door het te laten bezinken in een bezinkput, waarna het bovenstaande water wordt teruggevoerd naar de vuil draintank, of door gebruik te maken van een mobiele slibindikker.

Het slib moet op een gecontroleerde manier worden afgevoerd door een gecertificeerde verwerker. De huidige installaties voor het zuiveren van lozingswater zijn niet geschikt om slib te zuiveren.

## 3.5 Spoelwater substraat amaryllis

### 3.5.1 Achtergrond

Voor het verbeteren van de kwaliteit van het oppervlaktewater moeten telers van alle gewassen toewerken naar een nulemissie van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen vanaf 1 januari 2027. Onder druk van de emissienormen voor stikstof wordt er stapsgewijs naar deze eis toegewerkt. In dat kader is in 2013-2015 onderzoek uitgevoerd om de mogelijkheden van recirculeren van drainwater in de teelt van amaryllis te verkennen (Kromwijk *et al.* 2016). In drie teeltjaren ontstond bij de juiste randvoorwaarden (o.a. gebruik van goed gietwater) geen negatief effect van het recirculeren. Amaryllis wordt geteeld in bakken op een substraat van kleikorrels of perliet. De bollen worden over het algemeen eens in de 3 jaar gerooid, ieder jaar op 1/3<sup>e</sup> van het bedrijf tegelijkertijd. Dit proces vindt in het voorjaar plaats, na het oogstseizoen (september tot uiterlijk maart).

### 3.5.2 Probleemstelling

Er worden twee redenen genoemd om tijdens de teeltwisseling het substraat te spoelen: een te hoge EC in het substraat en de mogelijke aanwezigheid van groeiremmende stoffen (vermoedelijk lycorine). Tijdens de teelt ontstaat een hoge EC in het substraat, doordat water met een EC op het substraat wordt gedruppeld. Een deel van de EC blijft in het water en wordt door het gewas opgenomen of afgevoerd als drainwater, een ander deel van de EC blijft door indrogen op en in het substraat achter. De EC in het substraat bestaat uit zowel meststoffen als natrium. Deze hoge EC kan een probleem vormen in de nieuwe teelt, doordat bij het geven van water deze EC opnieuw in het water terecht kan komen. De nuttige meststoffen die ingedroogd zijn in het substraat hoeven geen probleem te zijn. Ze zijn alleen in ingedroogde vorm niet beschikbaar voor het gewas om op te nemen, pas bij een nieuwe watergift en oplossen in het water worden ze weer beschikbaar. Ook natrium maakt in meer of mindere mate onderdeel uit van deze EC in het substraat en kan in te hoge concentraties in het voedingswater zelfs zorgen voor te lage opname van calcium, kalium en magnesium. Bij te hoge concentraties kan ook directe schade aan het gewas ontstaan door natrium. Natrium komt met name het teeltsysteem in via het voedingswater en een klein deel via de meststoffen. In tegenstelling tot de voedingselementen neemt het gewas nauwelijks natrium op, waardoor de concentratie bij recirculeren steeds verder op zal lopen als meer natrium in het teeltsysteem wordt ingebracht dan het gewas kan opnemen. Door met veel water te spoelen worden de zouten weer uit het substraat verwijderd. In een recirculerende teelt wordt lycorine teruggevonden in het water op zowel een substraat van kleikorrels als perliet (Kromwijk *et al.* 2016). In de proeven die zijn uitgevoerd met recirculeren van de voedingsoplossing is geen groeiremming waargenomen. Lycorine in het spoelwater kan worden afgebroken met geavanceerde oxidatie ( $H_2O_2 + UV$ ; Woets en Van Marrewijk, 2012).

De hoeveelheid spoelwater zorgt op twee terreinen voor problemen:

1. Het spoelwater bevat aanzienlijke hoeveelheden stikstof die meetellen in de emissienormen stikstof (75 kg N/ha/jaar voor amaryllis vanaf 2018). In het spoelwater is een hoeveelheid van 50 kg N/ha/jaar<sup>1</sup> vastgesteld, wat al 2/3<sup>e</sup> is van de totale hoeveelheid stikstof die in een amaryllisteelt vanaf 1 januari 2018 geloosd mag worden. In de reguliere teelt mag dus nog maar een hoeveelheid van 25 kg N/ha/jaar geloosd worden. Vanaf 1 januari 2021 mag er nog maar 50 kg N/ha/jaar geloosd worden en mag er dus naast het spoelwater geen stikstof meer geloosd worden in de reguliere teelt. Vanaf 2024 kan het spoelwater niet meer binnen de emissienormen stikstof geloosd worden, als de samenstelling gelijk blijft. Als dit water in zeer korte tijd geloosd wordt op het oppervlaktewater dan kan dit een ongewenst effect hebben op de ecologie van het oppervlaktewater.
2. In zeer korte tijd komt er ongeveer 300 m<sup>3</sup>/ha spoelwater vrij (bij spoelen van 1/3<sup>e</sup> deel van het teeltoppervlak). Dit water moet volgens de zuiveringsplicht per 1 januari 2018 gezuiverd worden van gewasbeschermingsmiddelen. Hiervoor is óf een zuiveringsinstallatie met een zeer grote capaciteit nodig, óf een grote capaciteit voor (tijdelijke) opslag van water. Voor de rest van het jaar is deze zuiveringsinstallatie sterk over-gedimensioneerd.

<sup>1</sup> Metingen zijn uitgevoerd op één bedrijf. Resultaten zijn in lijn met de metingen uitgevoerd door Kromwijk *et al.* (2016).

3. In het kader van de emissienormen stikstof en de zuiveringsplicht voor de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen is het noodzakelijk om de hoeveelheid spoelwater aan het einde van de teelt te verlagen.

### 3.5.3 Toegepaste strategieën

Na het rooien wordt het teeltmedium eerst gestoomd voor het afdoden van pathogene micro-organismen of de bedden worden onder water gezet met een temperatuur van 70-93°C. Daarna wordt het substraat gespoeld met schoon water (hemelwater). Hiermee wordt de EC van het substraat verlaagd, zodat een nieuwe teelt in een schoon substraat kan plaatsvinden. Het spoelproces vindt in drie stappen plaats:

- Dag 1: Volzetten van de teeltbakken met schoon water door het dichtdraaien van de drainafvoer. Het water blijft 2 uur staan, waarna de bakken worden uitgedraineerd.
- Dag 2: Herhaling van actie op dag 1.
- Dag 3: 45 minuten doorspoelen van de teeltbakken, zonder dichtdraaien van de drainafvoer.

In totaal wordt voor het spoelproces ongeveer 100 L/m<sup>2</sup> water gebruikt. Op kleikorrels komt hiervan ca. 99 L<sup>2</sup> water als drainwater terug, op perliet is dit ongeveer 90 L/m<sup>2</sup>. Met dit spoelwater worden organische stof, meststoffen, zouten en gewasbeschermingsmiddelen uit het substraat gespoeld. Het spoelwater komt op een moment dat de rest van de teelt (die niet gewisseld wordt) maar weinig water nodig heeft, waardoor hergebruik lastiger wordt.

### 3.5.4 Resultaten

Het spoelwater is op één bedrijf gemeten na de drie fasen in het spoelproces, de resultaten van deze metingen zijn te vinden in Tabel 8. De gevonden concentraties lopen sterk terug naarmate het spoelproces vordert, dus het spoelen is in ieder geval effectief.

Tabel 8

*Samenstelling van het opgevangen water tijdens het reinigingsproces van de binnenzijde van het kasdek (#gbm = aantal gewasbeschermingsmiddelen; CZV = chemisch zuurstof verbruik). De concentratie gbm is de optelsom van de concentraties van alle gevonden middelen.*

Bedrijf	Gewas	Fase	EC (mS/cm)	Natrium (mmol/L)	CZV (mg O <sub>2</sub> /L)	#gbm	Conc gbm (µg/L)
Bedr 14	Amaryllis	1	4.4	7.1	144	10	106
Bedr 14	Amaryllis	2	1.2	1.7	45	9	19
Bedr 14	Amaryllis	3	0.97	1.3	38	9	18

### 3.5.5 Relevantie voor emissie

In het spoelwater van het onderzochte bedrijf worden in totaal 9 overschrijdingen van MAC-waarden gevonden. Daarnaast worden negen overschrijdingen gevonden van een MTR of JG-MKN norm. Dit wil niet zeggen dat deze waarden ook op het oppervlaktewater zijn voorgekomen, omdat het water wordt opgevangen en in de meeste gevallen geloosd wordt op de riolering. Het water dat op de grond valt moet eerst door de ondergrond heen om in het milieu te kunnen komen, waarbij biologische processen kunnen zorgen voor afbraak van de middelen.

### 3.5.6 Oplossingsrichtingen

Een eerste stap in het verlagen van de hoeveelheid spoelwater kan zijn het verlagen van de eisen aan het schone substraat. Als de EC minder ver verlaagd hoeft te worden, dan is minder water nodig om dat te bereiken.

Spoelwater verminderen door gecascadeerde inzet. Spoelwater dat in de tweede stap is gebruikt in het standaard spoelproces, bevat nog een relatief lage EC. Dit water kan mogelijk worden gebruikt in de eerste spoelstap van een volgend kraanvak. De totale hoeveelheid spoelwater kan hiermee beperkt worden.

De voedingselementen die in het substraat achterblijven hoeven voor de teelt geen probleem te zijn, ze moeten alleen uit het substraat beschikbaar komen voor opname door de plant. Hiervoor moeten de ingedroogde meststoffen de kans krijgen om weer terug in oplossing te komen. Dit kan bereikt worden door gedurende de teelt of tijdens de eindeteeltstrategie de teeltbakken vol te zetten met schoon water. Als dit een (aantal) keer gedaan kan worden in het groeiseizoen van het gewas, dan kan het water ook direct weer als voedingsoplossing gebruikt worden. Hierdoor is minder opslagcapaciteit voor water nodig en worden de meststoffen weer gebruikt in plaats van geloosd.

Natrium is een intrinsiek probleem, omdat het gewas deze stof niet of nauwelijks opneemt. De eerste stap die daarom genomen moet worden is het voorkomen van de inbreng van natrium in het teeltsysteem. De grootste slag die hierin geslagen kan worden is het gebruiken van goed gietwater:

- Hemelwater is over het algemeen de best beschikbare kwaliteit voor het gietwater en het makkelijkst beschikbaar.
- Bronwater (eventueel na behandeling met omgekeerde osmose) is ook een zeer geschikte bron voor gietwater. Let hierbij op dat de RO-installatie bij de juiste capaciteit bedreven wordt en dat de installatie goed onderhouden is, zodat via deze weg niet ongemerkt alsnog veel natrium in het teeltsysteem komt.
- Leidingwater bevat behoorlijk veel natrium.
- Oppervlaktewater bevat in sommige gevallen veel natrium.

Uiteraard moet er in de keuze voor meststoffen ook gekeken worden naar de inbreng van natrium, maar deze bijdrage is kleiner dan de keuze voor een bepaald type gietwater. Desondanks kan via de meststoffen meer natrium in het systeem worden gebracht dan het gewas opneemt, waardoor het ophoopt tijdens recirculatie. Als er ten hoogste de hoeveelheid natrium in het teeltsysteem wordt ingebracht die het gewas kan opnemen, dan zal de concentratie gedurende de teelt niet oplopen en zal de stof geen probleem voor het gewas vormen.

## 3.6 Overige waterstromen

### 3.6.1 Condenswater

Volgens het Activiteitenbesluit moet condenswater worden opgevangen en mag het alleen geloosd worden als er geen gewasbeschermingsmiddelen of biociden worden gebruikt, of als volledig biologisch wordt geteeld. Condenswater is een prima bron voor gietwater, omdat het geen opgeloste zouten bevat. Bij het phalaenopsisbedrijf (bedrijf 11) is het condenswater bemonsterd op de aanwezigheid van zouten en gewasbeschermingsmiddelen (Tabel 9). Het condenswater bevat maar een kleine hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen.

Tabel 9

*Samenstelling van condenswater (#gbm = aantal gewasbeschermingsmiddelen). De concentratie gbm is de optelsom van de concentraties van alle gevonden middelen.*

Bedrijf	Teelt	EC (mS/cm)	#gbm	Conc. gbm (µg/L)
Bedr 9	phalaenopsis	0.048	4	0.8

### 3.6.2 Proceswater

Er kunnen een aantal proceswaterstromen worden benoemd die kunnen voorkomen op teeltbedrijven. Twee van deze waterstromen zijn eenmalig bemonsterd in dit onderzoek, restantwater uit oogstbakken van bedrijf 12 (freesia) en waswater van het product van bedrijf 13 (radijs). Voor de resultaten, zie Tabel 10. Het restantwater uit de oogstbakken bevat een behoorlijke hoeveelheid natrium, waarschijnlijk afkomstig uit de bron voor dit water (leidingwater). Opvallend is de hoge concentratie gewasbeschermingsmiddelen, vooral afkomstig van één middel (180 µg/L).

Het waswater van het product is erg schoon en zou na filtratie voor het verwijderen van zand/grond hergebruikt kunnen worden als waswater, of gebruikt kunnen worden als gietwater.

Tabel 10

*Samenstelling van restantwater van oogstbakken (freesia) en waswater van product (Radijs) (#gbm = aantal gewasbeschermingsmiddelen). De concentratie gbm is de optelsom van de concentraties van alle gevonden middelen.*

Bedrijf	Gewas	Waterstroom	EC (mS/cm)	Na (mmol/L)	#gbm	Conc. gbm (µg/L)
Bedr 12	Freesia	Restantwater oogstbakken	0.6	2.3	3	184
Bedr 13	Radijs	Waswater product	0.16	0.8	4	2.0

### 3.6.3 Filterspoelwater

Voor filterspoelwater is in het Activiteitenbesluit opgenomen dat het gezuiverd moet worden van gewasbeschermingsmiddelen als het gespoeld wordt met drainwater. Als de filters gespoeld worden met schoon (hemel)water, dan mag het spoelwater ongezuiverd geloosd worden. In Tabel 11 zijn de resultaten weergegeven van metingen die binnen dit onderzoek zijn uitgevoerd. Opvallend is dat de hoeveelheid en de concentratie gewasbeschermingsmiddelen niet zozeer afhankelijk is van de bron van het spoelwater, maar veel meer afhankelijk is van wat er in de teelt aan gewasbeschermingsmiddelen wordt gebruikt. De telers die gebruik maken van drainwater als bron voor het spoelwater voldoen allemaal aan de zuiveringsplicht, door hergebruik van het filterspoelwater.

Tabel 11

*Samenstelling van filterspoelwater (#gbm = aantal gewasbeschermingsmiddelen). De concentratie gbm is de optelsom van de concentraties van alle gevonden middelen.*

Bedrijf	Gewas	Waterstroom	Hergebruik	EC (mS/cm)	#gbm	Conc. gbm (µg/L)
Bedr 7	Komkommer	Filterspoelwater (bassin)	nee	0	6	1.8
Bedr 11	Phalaenopsis	Filterspoelwater (drain)	ja	5.7	5	2.1
Bedr 15	Gerbera	Filterspoelwater (drain)	ja	1.0	7	3.7
Bedr 16	Gerbera	Filterspoelwater (drain)	ja	2.7	17	174

### 3.6.4 Onderbemalingswater substraatteelt

Onderbemalingswater van substraatteelten valt buiten de zuiveringsplicht. Het onderbemalingswater bestaat voor een deel uit kwel en inzijging, maar kan ook water bevatten dat uit het teeltsysteem naar de ondergrond lekt (Groen, 2015). Dit lekwater is over het algemeen voedingswater of drainwater en kan daarom gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen bevatten. Op drie bedrijven is de samenstelling van het onderbemalingswater gemeten tijdens de teeltwisseling, een periode waarin relatief veel lekkage vanuit het teeltsysteem naar de ondergrond plaatsvindt. De resultaten van deze metingen zijn te vinden in Tabel 12. Het onderbemalingswater bevat slechts een geringe hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen, desondanks zijn de concentraties in tien gevallen normoverschrijdend (in totaal 10 stoffen op 3 bedrijven).

*Tabel 12*

*Samenstelling van onderbemalingswater van substraatteelten (#gbm = aantal gewasbeschermingsmiddelen).*

*De concentratie gbm is de optelsom van de concentraties van alle gevonden middelen.*

Bedrijf	Gewas	Waterstroom	EC (mS/cm)	NO <sub>3</sub> (mmol/L)	#gbm	Conc. gbm (µg/L)	Kwel?
Bedr 8	Paprika	Onderbemaling (voor schoonspuiten gronddeek)	2.2	5.9	7	2.3	200 L/dag, bij veel regen meer kwel
Bedr 8	Paprika	Onderbemaling (na schoonspuiten gronddeek)	2.3	4.6	6	1.9	
Bedr 9	Paprika	Onderbemaling	0.45	0.2	0	0	weinig
Bedr 11	Phalaenopsis	Onderbemaling	1.6	0.1	2	0.21	



## 4 Conclusies

De Nederlandse glastuinbouw zet grote stappen in het verminderen van de belasting van het oppervlaktewater met gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen. Onder invloed van de emissienormen stikstof lozen telers steeds minder water, de zuiveringsplicht zorgt voor een vermindering van de emissie van gewasbeschermingsmiddelen via drainwater substraatteelten, drainagewater grondgebonden teelten en filterspoelwater (indien bemest water wordt gebruikt voor het spoelen). In voorliggende rapportage zijn de resultaten weergegeven van analyses van waterstromen die niet onder de zuiveringsplicht vallen en zijn mogelijkheden onderzocht om de emissie van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen via deze waterstromen te verminderen.

De belangrijkste waterstromen die onderzocht zijn, komen vrij tijdens de teeltwisseling: reiniging van de binnenzijde van het kasdek ( $\pm 60 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), reinigen en ontsmetten van irrigatieleidingen ( $\pm 40 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) en teeltgoten ( $\pm 60 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), doorspoelen van het substraat in amaryllisteelt ( $\pm 900 \text{ m}^3/\text{ha}$  gewisselde teelt) en slib uit drainsilo's. Analyses bij 16 telers laten zien dat deze waterstromen concentraties gewasbeschermingsmiddelen bevatten die kunnen zorgen voor overschrijding van de normen voor oppervlaktewater. In een aantal van deze waterstromen zitten ook nog behoorlijke hoeveelheden stikstof. Het is daarom relevant om lozing van deze waterstromen zoveel mogelijk te beperken.

Het beperken van de emissie begint met het zoveel mogelijk opvangen van het water na gebruik. Bij het reinigen van het kasdek en het schoonspuiten van de teeltgoten komt veel water op de ondergrond terecht, waar het eventueel nog voor een deel kan worden opgevangen in het onderbemalingsstelsel. Het onderbemalingswater is een verzamelde waterstroom, dus er kan gekozen worden wat ermee gedaan wordt. Als het op het oppervlaktewater geloosd wordt, dan kunnen de gewasbeschermingsmiddelen, reinigingsmiddelen en meststoffen alsnog op het oppervlaktewater terechtkomen. Slechts een klein deel kan direct worden opgevangen via de condensgootjes of de drainafvoer. Voor het reinigen van de irrigatieleidingen worden in veel gevallen de einddoppen van de leidingen afgedraaid, zodat het water op de ondergrond terecht komt. Met het aanleggen van een retourleiding kan het reinigingswater opgevangen worden voor hergebruik of behandeling voor lozing. Deze retourleiding kan ook tijdens de teelt voordelen opleveren, omdat het de mogelijkheid geeft om voor aanvang van de eerste gietbeurt de leidingen door te spoelen en zuurstofrijk water met de juiste pH uit de druppelaars te krijgen. Ook bij een wijziging van het bemestingsrecept of toedienen van een druppelmiddel levert het een voordeel op. Door eerst het water uit het hele irrigatiesysteem te mengen, krijgen alle planten tegelijkertijd dezelfde voedingsoplossing of hetzelfde gewasbeschermingsmiddel aangeboden. Zonder ringleiding kan het tot wel zes gietbeurten duren voordat ook de laatste druppelaar het juiste voedingsrecept afgeeft.

Als het water kan worden opgevangen, dan kan hergebruik worden overwogen. De samenstelling van het water is dan een belangrijke parameter om een afgewogen keuze te kunnen maken. Het gebruikte reinigings- of ontsmettingsmiddel is een belangrijke factor voor hergebruik. Fluorproducten voor reiniging van het kasdek maken hergebruik lastig: enerzijds doordat fluor bij lage concentraties zelf schadelijk is voor het gewas, anderzijds omdat het zorgt voor het oplossen van aluminium en zink uit constructiedelen van de kas in het water. Ook deze stoffen kunnen bij relatief lage concentraties zorgen voor schade aan het gewas. Chloorproducten als natriumhypochloriet, chloorbleekloog (verdunde vorm van natriumhypochloriet) en ECA-water zorgen voor gechloreerde restproducten in het opgevangen water. Bij een (nagenoeg) emissieloze teelt kunnen deze stoffen ophopen en zorgen voor schade aan het gewas. Keuze van het juiste reinigingsmiddel kan ervoor zorgen dat hergebruik van deze waterstromen mogelijk wordt.

Als hergebruik voor de teler niet wenselijk is vanwege de samenstelling van het water, dan kan het water worden behandeld met een door de BZG-goedgekeurde installatie. Wettelijk is zuivering van deze waterstromen niet verplicht. De metingen van de waterstromen tijdens de teeltwisseling laten zien dat de samenstelling sterk wisselend is. Dit heeft een invloed op de effectiviteit van de zuiveringsinstallatie, afhankelijk van de gekozen technologie voor zuivering. Het is daarom van belang om voor zuivering naar de samenstelling van het water te kijken en vast te stellen of dit binnen de randvoorwaarden van de installatie te zuiveren is. Indien nodig kan het te behandelen water tijdens de teeltwisseling mogelijk met een fijner filterdoek behandeld worden, zodat alsnog aan de randvoorwaarden van de installatie wordt voldaan. Als dit het geval is, dan kan worden aangenomen dat het gewenste zuiveringsrendement van 95% ook voor deze waterstromen gewoon gehaald wordt.

Naast gewasbeschermingsmiddelen en reinigingsmiddelen, bevatten de waterstromen tijdens de teeltwisseling ook relevante hoeveelheden meststoffen (inclusief N en P). Lozing van deze waterstromen past daarom niet binnen een (nagenoeg) emissieloze teelt. Hergebruik heeft daarom sterk de voorkeur.

Het spoelwater bij de teeltwisseling in een amaryllisteelt zorgt al voor 2/3<sup>e</sup> van de toegestane hoeveelheid geloosde stikstof. Doordat het water feitelijk drainwater is, moet het ook gezuiverd worden van gewasbeschermingsmiddelen. De grote hoeveelheid spoelwater vraagt om een grote capaciteit zuiveringsinstallatie, of om een grote buffercapaciteit. Een aantal strategieën is voorgesteld om de benodigde hoeveelheid spoelwater te verminderen, deze strategieën zijn niet uitgetest in dit onderzoek.

# Literatuur

Europese Unie (2000).

Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de raad van 23 oktober 2000. Via <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijn-water/> (laatst bekeken op 23-10-2018)

Groen, E. (2015).

Emissie als omissie? Onderzoek naar potentiële emissieroutes naar het freatisch grondwater vanuit de substraatteelt.

Hoogheemraadschap van Delfland (2010).

Waterkwaliteit glastuinbouwgebied 2005-2009.

Hoogheemraadschap van Delfland (2015).

Waterkwaliteitsrapportage 2014. Resultaten van fysisch-chemisch en hydrobiologisch onderzoek.

Hoogheemraadschap van Delfland (2016).

Waterkwaliteitsrapportage 2015. Resultaten van fysisch-chemisch en hydrobiologisch onderzoek.

Hoogheemraadschap van Delfland (2017).

Waterkwaliteitsrapportage 2016. Resultaten van fysisch-chemisch en hydrobiologisch onderzoek.

Hoogheemraadschap van Delfland (2018).

Waterkwaliteitsrapportage 2017.

Kromwijk, A., R. van den Burg, L. Nijs, J. Overkleeft, B. Eveleens, C. Blok, E. van Os, P.H. van Baar, M. Grootsholten, F. Woets (2016).

Recirculatie bij snij-amaryllis (*Hippaestrum*) in drie teeltjaren (2013-2015). Rapport GTB-1398.

Kruger, E. (2008).

Emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen vanuit de glastuinbouw

Ministerie van Infrastructuur & Milieu (2016).

Meetprotocol voor het testen van het zuiveringsrendement van zuiveringsinstallaties glastuinbouw. Via <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/emissiebeheer/agrarisch/glastuinbouw/rendement/@178939/meetprotocol-testen/> (laatst bekeken op 22-10-2018)

STOWA (2015).

Verwijdering van microverontreinigingen uit effluenten van RWZI's. Rapport 27, 2015. Via <http://edepot.wur.nl/363322>

Rijksoverheid (2013).

Tweede nota duurzame gewasbescherming. Via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2013/05/14/gezonde-groei-duurzame-oogst-tweede-nota-duurzame-gewasbescherming>

Rijksoverheid (2015).

Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw per gewas, 1995-2012. Via <https://www.clo.nl/indicatoren/nl000606-gebruik-gewasbeschermingsmiddelen-in-land--en-tuinbouw-per-gewas>

Rijksoverheid (2019).

Activiteitenbesluit Milieubeheer. Via <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2019-01-01>

RIVM (2018).

Anorganische fluoriden; stofgegevens. Via <https://rvszoeksysteem.rivm.nl/stof/detail/269>.

Van der Maas, B., A. van Winkel, C. Blok, E. Beerling.

Duurzaam Water in de Glastuinbouw; WP1: Alternatieve waterbronnen in en om de kas. Rapport GTB-1356

Van der Staaij, M. & M.S. Douwes (1996).

Optimaliseren van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen in de glastuinbouw; Emissie via condenswater. Project 3403.

Van Marrewijk, I. (2013).

Waterwaarden – Grenswaarden voor goed gietwater. Rapport PT14565.

Van Ruijven, J., E. van Os, M. van der Staaij en E. Beerling (2013).

Evaluatie zuiveringstechniek voor verwijdering gewasbeschermingsmiddelen uit lozingswater glastuinbouw. Rapport GTB-1222.

Van Ruijven, J., E. Beerling, E. van Os en M. van der Staaij (2014).

Evaluatie zuiveringstechniek voor verwijdering gewasbeschermingsmiddelen II. Rapport GTB-1334.

Van Ruijven, J., E. Beerling, M. van der Staaij, E. van Os (2016).

Evaluatie zuiveringstechniek voor verwijdering gewasbeschermingsmiddelen III. Rapport GTB-1414.

Woets, F., I. van Marrewijk (2012).

Amaryllis, gaat recirculatie samen met een gezond gewas? PT 146660

# Bijlage 1 Vragenlijst afwijkende waterstromen

## Algemeen:

- Welk gewas wordt geteeld?
- Op hoeveel hectare wordt geteeld?
- Welk teeltsysteem wordt gebruikt?
  - Goten/tafels/betonvloer/vollegrond.
  - Substraat.
  - Teeltsysteem gescheiden van de ondergrond?
- Worden chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt?
- Wordt het drainwater ontsmet voor hergebruik? Zo ja, met welke techniek?
- Welke zuiveringsinstallatie is aanwezig/wordt aangeschaft/wordt ingehuurd voor het verwijderen van GBM uit lozingswater?

## Infrastructuur:

- Welke waterbuffers zijn er?
- Welke afmetingen hebben de waterbuffers?
- Wordt een dagvoorraad gebruikt voor irrigatie?
- Is er capaciteit voor opslag bij calamiteiten?
- Komt overloop van waterbuffers voor?

## Teeltwisseling:

- Hoeveel teeltwisselingen zijn er per jaar?
- Welke reinigungsacties worden tijdens de teeltwisseling uitgevoerd?
  - Reinigen en ontsmetten irrigatieleidingen.
  - Reinigen kasdek.
  - Schoonspuiten en ontsmetten teeltgoten/teeltvloer/teelttafels.
- Welke reinigungs-/ontsmettingsmiddelen worden er gebruikt voor de verschillende reinigungsacties?
- Waar gaat het water heen dat vrijkomt bij de teeltwisseling?
  - Betonpad (doorspoelen leidingen, verwijderen eindkap), wordt dit opgevangen?
  - Ondergrond.
  - Opgevangen, gefilterd en hergebruikt.
- Om hoeveel water gaat het dan? Kunt u de komende teeltwisseling de watermeter aflezen voor en na reinigen?
- Wat wordt met het restant drainwater aan het einde van de teelt gedaan?
  - Kunt u een inschatting geven van het volume drainwater (m<sup>3</sup>/ha of m<sup>3</sup>/bedrijf).
- Wat wordt met het slib onderin de waterbassins/tanks gedaan? Hoe vaak worden de silo's gereinigd? Hoeveel slib wordt er dan afgevoerd? Waarheen wordt het slib afgevoerd?

## Filterspoelwater:

- Welke typen filters worden gebruikt (zand/SAF/schijven)?
- Welk water wordt gebruikt voor het spoelen van de filters? (onbemest regenwater/bemest water/drainwater)
- Hoeveel water wordt gebruikt per spoeling?
- Hoe vaak worden de filters gespoeld?
- Wat wordt er gedaan met het filterspoelwater?
  - Hergebruikt via vuil draintank.
  - Geloosd via rioolbuffer op riool.
  - Geloosd op oppervlaktewater.

## Drainagewater (water uit de drainagebuizen/onderbemaling):

- Wordt drainagewater opgevangen voor hergebruik?
- Hoe diep ligt de drainage/onderbemaling ten opzichte van het grondwater?
- Hoeveel drainagewater is er op jaarbasis? Last van kwel en inzijging? Hoeveel?
- Hoeveel procent lekkage treedt op in het teeltsysteem (inschatting)?

Andere waterstromen:

- Zijn er andere waterstromen op het bedrijf die geloosd worden (op riool of oppervlaktewater)? (bijvoorbeeld fustwater, transportwater, waswater product, voorbehandeling product).
- Om hoeveel water gaat het dan?

# Bijlage 2 Protocol monsternamen

Binnen het project wordt een aantal waterstromen bemonsterd om inzicht te krijgen in de samenstelling van het water en de relevantie voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. Op basis van de metingen moet gezegd kunnen worden of het water kan worden hergebruikt. Indien hergebruik niet mogelijk is, dan moet gezegd kunnen worden of het water met bestaande goedgekeurde zuiveringstechnieken gezuiverd kan worden. Het gaat om de volgende waterstromen:

- Reinigen irrigatieleidingen
- Reinigen binnenzijde kasdek
- Reinigen teeltgoten/teelttafels
- Drainwater teelt organische substraten
- Onderbemalingswater substraatteelt
- Filterspoelwater
- Proceswater (waswater, water teeltbakken, spoelwater substraat, etc)
- Slib uit draintanks

## *Reinigen irrigatieleidingen*

Tijdens het reinigen van de irrigatieleidingen wordt aan het einde van een druppelleiding water opgevangen (10 liter) waaruit de bemonstering vervolgens wordt gedaan. De volgende bemonsteringen en metingen worden gedaan:

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| • Gewasbeschermingsmiddelen                | 1 donkergroene glazen fles van 1 L |
| • CZV                                      | 1 flesje van 0,25 L                |
| • TOC                                      | 1 aangezuurd flesje van 0,25 L     |
| • Nutriënten                               | 1 flesje van 0,25 L                |
| • Perchloraat (als chloorproduct gebruikt) | 1 donkergroene glazen fles van 1 L |

Metingen (met restant van 10 L):

- EC
- pH
- T
- UV-Transmissie

## *Reinigen binnenzijde kasdek*

In veel gevallen wordt de binnenzijde van het kasdek schoongemaakt met Flusol-Forte, een product op basis van fluor. Een deel van het water dat gebruikt wordt tijdens het schoonspuiten van de binnenzijden van het kasdek komt terecht in de condensgoot. Het condenswater moet uit de condenswaterafvoer bemonsterd worden tijdens het spuiten met Flusol. Indien mogelijk opvangen uit de waterstroom die in de rioolbuffer/vuildraintank/etc. valt. Indien er geen andere mogelijkheid is, het water uit de tank of put bemonsteren waarin het verzameld wordt. Het water wordt bemonsterd op:

- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| • Gewasbeschermingsmiddelen | 1 donkergroene glazen fles van 1 L |
| • CZV                       | 1 flesje van 0,25 L                |
| • TOC                       | 1 aangezuurd flesje van 0,25 L     |
| • Nutriënten                | 1 flesje van 0,25 L                |
| • Fluor                     | 1 flesje van 0,25 L                |
| • Aluminium                 | 1 flesje van 0,25 L                |

Metingen (met restant van 10 L):

- EC
- pH
- T
- UV-Transmissie

### *Reinigen teeltgoten/teeltvloer/teelttafels*

Een deel van het water dat vrijkomt bij het schoonmaken van de teeltgoten en teelttafels wordt opgevangen in de drainput. Vaak worden bij het schoonmaken middelen als hypochloriet, waterstofperoxide of formaline gebruikt. Het water wordt opgevangen bij de inlaat in de drainput, waarbij 10 liter wordt opgevangen. Vanuit deze 10 liter worden vervolgens de monsters aangemaakt. Afhankelijk van de teler zal op een aantal van deze middelen bemonsterd moeten worden. Het water wordt bemonsterd op:

- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| • Gewasbeschermingsmiddelen | 1 donkergroene glazen fles van 1 L |
| • CZV                       | 1 flesje van 0,25 L                |
| • TOC                       | 1 aangezuurd flesje van 0,25 L     |
| • Nutriënten                | 1 flesje van 0,25 L                |
| • Perchloraat/chloraat      | 1 donkergroene glazen fles van 1 L |
| • Aluminium                 | 1 flesje van 0,25 L                |

Metingen (met restant van 10 L):

- EC
- pH
- T
- UV-Transmissie

### *Drainwater start teelt organische substraten*

Bij de start van een teelt op organisch substraat komt veel organisch materiaal vrij met het drainwater. Dit kan een reden voor telers zijn om dit water te lozen en een periode bij de start van de teelt niet te recirculeren. Het water wordt opgevangen bij de inlaat van de drainput, waarbij 10 liter wordt opgevangen. Vanuit deze 10 liter worden vervolgens de volgende monsters aangemaakt:

- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| • Gewasbeschermingsmiddelen | 1 donkergroene glazen fles van 1 L |
| • CZV                       | 1 flesje van 0,25 L                |
| • TOC                       | 1 aangezuurd flesje van 0,25 L     |
| • Nutriënten                | 1 flesje van 0,25 L                |

Metingen (met restant van 10 L):

- EC
- pH
- T
- UV-Transmissie

### *Onderbemalingswater substraatteelt*

Lekkages en een aantal van de waterstromen tijdens de teeltwisseling komen op de ondergrond terecht en kunnen via de ondergrond in het onderbemalingswater terecht komen. In de meeste gevallen wordt dit water niet hergebruikt in de teelt en wordt het afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit kan een belangrijke bron van emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het lokale oppervlaktewater zijn. Het onderbemalingswater wordt over het algemeen opgevangen in een drainageput, vanwaar het naar het oppervlaktewater wordt gepompt. Bemonstering en metingen vinden plaats tijdens de teeltwisseling, uit de waterstroom die in de drainageput terechtkomt, waarvan 10 liter wordt opgevangen. De volgende metingen en bemonsteringen worden uitgevoerd:

- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| • Gewasbeschermingsmiddelen | 1 donkergroene fles van 1 L        |
| • CZV                       | 1 flesje van 0,25 L                |
| • TOC                       | 1 aangezuurd flesje van 0,25 L     |
| • Nutriënten                | 1 flesje van 0,25 L                |
| • Fluor                     | 1 flesje van 0,25 L                |
| • Perchloraat/chloraat      | 1 donkergroene glazen fles van 1 L |

Metingen (met restant van 10 L):

- EC
- pH
- T
- UV-Transmissie



Verder wordt er tijdens een moment dat de drainageput wordt leeggepompt naar het oppervlaktewater zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts van het punt van lozing de EC van het oppervlaktewater gemeten. De meting wordt 10 meter stroomopwaarts en 10 meter stroomafwaarts uitgevoerd.

#### *Filterspoelwater*

Filterspoelwater wordt in veel gevallen geloosd. Er kunnen verschillende bronnen gebruikt worden voor het spoelen van de filters. Vaak is het drainwater of bemest regenwater (verplichte zuivering vóór lozing), anders is het schoon regenwater (geen verplichte zuivering). Indien mogelijk apart het spoelwater opvangen (10 liter), waaruit de bemonsteringen worden gedaan en de metingen in worden uitgevoerd. De volgende bemonsteringen worden uitgevoerd:

- |                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| • Gewasbeschermingsmiddelen | 1 donkergroene fles van 1 L    |
| • CZV                       | 1 flesje van 0,25 L            |
| • TOC                       | 1 aangezuurd flesje van 0,25 L |
| • Nutriënten                | 1 flesje van 0,25 L            |

Metingen (met restant van 10 L):

- EC
- pH
- T
- UV-Transmissie

#### *Proceswater*

Bij het wassen van radijs voor verpakking, het oogsten van freesia en het spoelen van substraat bij amaryllis komt ook water vrij dat mogelijk GBM bevat. Dit water moet ook bemonsterd worden op de volgende parameters:

- |                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| • Gewasbeschermingsmiddelen | 1 donkergroene fles van 1 L    |
| • CZV                       | 1 flesje van 0,25 L            |
| • TOC                       | 1 aangezuurd flesje van 0,25 L |
| • Nutriënten                | 1 flesje van 0,25 L            |

Metingen (met restant van 10 L):

- EC
- pH
- T
- UV-Transmissie

#### *Slib uit draintanks*

Steeds meer telers zullen hun filterspoelwater terugvoeren naar de vuil draintank voor hergebruik. De vervuiling zakt hierbij naar de bodem (als geen extra filter wordt gebruikt) en zal af en toe gereinigd moeten worden. Indien mogelijk tijdens het afvoeren het slib bemonsteren op de volgende punten:

- |                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| • Gewasbeschermingsmiddelen | 1 donkergroene fles van 1 L    |
| • CZV                       | 1 flesje van 0,25 L            |
| • TOC                       | 1 aangezuurd flesje van 0,25 L |
| • Nutriënten                | 1 flesje van 0,25 L            |

Metingen (met restant van 10 L):

- EC
- pH
- T
- UV-Transmissie



## Bijlage 3    Vergelijking met Standaard Water

Zuiveringstechnieken voor het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen uit lozingswater van de glastuinbouw worden geëvalueerd door te testen met Standaard Water. De meest relevante parameters die een effect hebben op de verschillende zuiveringstechnieken zijn de pH, EC (met samenstelling qua nutriënten), UV-transmissie en Totaal organisch koolstof. Het effect van deze parameters is niet eenduidig vast te stellen, omdat dit voor iedere stof en voor iedere techniek anders is. Nutriënten als ijzer en mangaan kunnen de werking van geavanceerde oxidatie versterken, door hun katalytische werking. Bicarbonaat heeft een radicaalafvangend effect, waardoor het de werking van oxidatieve technieken belemmert. De UV-transmissie is bepalend voor de effectiviteit van radicaalvorming in technieken gebaseerd op waterstofperoxide en UV. De waarde voor TOC is een maat voor de hoeveelheid oxideerbaar materiaal in het water. Hoe hoger deze waarde is, hoe meer moeite het voor oxidatieve technieken kost om de organische stof in het water (inclusief gewasbeschermingsmiddelen) te verbranden. In Tabel 13 worden de gemeten parameters in de waterstromen die vrijkomen tijdens de teeltwisseling (reinigen irrigatieleidingen, reinigen teeltgoot en reinigen binnenzijde kasdek) vergeleken met diezelfde parameters in Standaard Water.

Tabel 13

Vergelijking tussen belangrijkste parameters in Standaard Water en waterstromen tijdens de teeltwisseling (UV-T = UV-transmissie; TOC = totaal organisch koolstof; n.m. = niet gemeten).

	pH	EC (mS/cm)	Fe (μmol/L)	HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	UV-T (%)	TOC (mg/L)
Standaard Water	5.5	3.0	37.5	1.0	25%	10
<b>Reinigingswater irrigatieleidingen</b>						
Bedrijf 1 (licht aangezuurd)	3.1	0.15	0.6	0	93	9.1
Bedrijf 3 (tijdens aanzuren)	1.4	30	114	0	n.m.	5.3
Bedrijf 5 (voor aanzuren)	5.6	2.2	23	0	32	24
Bedrijf 6 (water)	6.8	1.4	11	3.6	n.m.	130
Bedrijf 6 (chloorbleekloog)	9.7	5.1	2.3	140	n.m.	8.5
Bedrijf 6 (tijdens aanzuren)	1.7	14	179	0	n.m.	7.7
Bedrijf 8 (tijdens aanzuren)	2.2	7.1	15	0	0	22
Bedrijf 9 (hypochloriet)	6.9	1.3	19	0.5	55	8.5
Bedrijf 10 (hypochloriet)	7.4	1.8	2.1	2	24	25
<b>Reinigingswater teeltgoot</b>						
Bedrijf 1 (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	5.6	2.1	1.6	2.1	39	23
Bedrijf 2 (hypochloriet)	7.6	8.7	10	24.5	n.m.	340
Bedrijf 3 (hypochloriet)	5.4	7.6	93	0	n.m.	220
Bedrijf 4 (ECA)	7.0	2.7	8.4	1.3	32	36
Bedrijf 5 (water)	6.7	2.7	1.4	0.6	1.3	150
Bedrijf 6 (chloorbleekloog)	8.6	1.6	0.7	30	n.m.	25
Bedrijf 7 (eiwitremover)	6.6	0.5	3.8	0.3	78	9.2
Bedrijf 8 (water)	6.5	0.6	9.5	0.3	60	16
Bedrijf 9 (hypochloriet)	6.6	2.0	18	0.1	21	59
Bedrijf 10 (hypochloriet)	6.4	0.8	9.3	0.6	33	30
Bedrijf 11 (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	6.2	0.5	1.4	0.3	3	1090
<b>Reinigingswater binnenzijde kasdek</b>						
Bedrijf 1 (Flusolforte)	3.1	0.3	2.1	0	92	7.2
Bedrijf 2 (Flusolforte)	2.9	1.2	9.5	0	86	73
Bedrijf 5 (Flusolforte)	2.9	0.4	5.0	0	87	9.1
Bedrijf 6 (Flusolforte)	5.1	0.7	5.6	0.3	n.m.	24
Bedrijf 7 (Flusolforte)	6.5	0.2	0	0.5	90	4
Bedrijf 8 (Ecoforte)	4.7	0.3	1.6	0	71	16
Bedrijf 9 (Flusolforte)	3.9	0.1	1.8	0	90	4.2
Bedrijf 10 (Hortiglass)	3.6	1.1	30	0	23	60
Bedrijf 12	4.0	0.1	< 0.4	< 0.1	n.m.	7.2

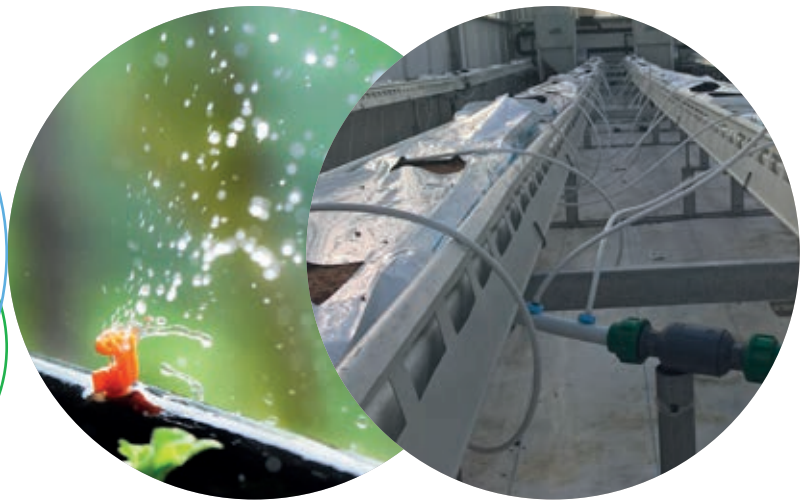
De samenstelling van het water tijdens de teeltwisseling wijkt in sommige gevallen sterk af van de samenstelling van Standaard Water. Er zijn grote verschillen waarneembaar tussen bedrijven met nagenoeg hetzelfde teeltsysteem. Daarnaast vinden de handelingen tijdens de teeltwisseling in de verschillende afdelingen van een bedrijf tegelijkertijd plaats en zal er in de vuil draintank of de rioolwaterbuffer menging van de waterstromen optreden. In Hoofdstuk 3 is al aangegeven dat zuivering van deze waterstromen niet verplicht is, maar dat de hoeveelheden en de concentraties gewasbeschermingsmiddelen wel zodanig hoog zijn dat zuivering wordt geadviseerd.

De samenstelling van het te behandelen water is sterk van invloed op de werking van de zuiveringstechniek. Hierdoor kunnen storingen aan de apparatuur optreden bijvoorbeeld als het water een lage UV-transmissie heeft, of lange behandelzeiten optreden als er veel organisch materiaal in het water aanwezig is bij behandeling met ozon. Door eventuele extra voorbehandeling van het water kan dit voorkomen worden. Een mogelijkheid zou zijn om tijdens de teeltwisseling het lozingswater door een extra fijn filterdoek te laten lopen, zodat de waterkwaliteit voldoende is om door de zuiveringsinstallatie behandeld te worden. Indien aan de randvoorwaarden voor de installatie is voldaan (zie hiervoor het Informatieblad van de installatie), dan zal ook behandeling van dit water bij de instellingen van de BZG-goedkeuring het gewenste zuiveringsrendement behaald worden.





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](http://www.wur.nl/glastuinbouw)

Rapport WPR-821

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 10.000 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.