



Optimalisatie filtratie

Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten 2 (WP2)

J. van Ruijven, B. Eveleens, N. Koeman

Rapport WPR-1295

Referaat

Terugspoelwater van filtratiesystemen is een van de punten die een volledig gesloten watersysteem in de glastuinbouw in de weg staat. Screening van de waterkwaliteit bij 20 telers heeft laten zien dat de waterkwaliteit sterk afhankelijk is van het teeltsysteem en het gekozen substraat. In pilottesten is aangetoond dat in een meertrapsfiltratie met fijnere filtratie (3 – 10 µm) de waterkwaliteit verbeterd kan worden. De filters zijn geen absolute filters. Door middel van twee demonstratietesten bij telers is op langere termijn getest of dit ook werkt. Uit de resultaten kan geconcludeerd worden dat fijne filtratie bijdraagt aan betere waterkwaliteit in de kas. De toegepaste methode voor omgang met filterspoelwater heeft ook zijn waarde laten zien. Het was lastig om de visuele waarnemingen middels analyses inzichtelijk te maken: meting van deeltjesgrootteverdeling gaf niet altijd duidelijk verschil voor/na filtratie. Ook TSS-metingen (total suspended solids) waren niet eenduidig. Verbeterde filtratie zou ook moeten leiden tot beter werking van ontsmetters, gebaseerd op UV of ozon. De opgeloste deeltjes, die in belangrijke mate bijdragen aan de werking hiervan, worden door filtratie niet verwijderd. Een verbeterde werking kon daarom op basis van de analyses niet worden waargenomen.

Abstract

Rinsing water from filtration systems is one of the issues hampering zero emission cultivation in greenhouse horticulture. A screening at 20 growers has shown that water quality is very much depending on the cultivation system and type of growing medium used. It was shown in pilot tests that multiple step filtration with a fine final filtration step (3 – 10 µm) could improve water quality. Applied filters were not absolute filters. By means of two demonstration tests at growers the long term effect of these multiple step filtration systems were tested. From the results it can be concluded that fine filtration improved water quality. The applied method for dealing with rinsing water also proved valuable. It proved difficult to substantiate visual observations with measurements: measurement of particle size distribution did not always show a clear difference before and after filtration. Also measurement of TSS (total suspended solids) were not uniform. Improved filtration should lead to enhanced efficiency of disinfection equipment, based on UV or ozone. However, dissolved particles that have a large effect on the disinfection efficacy, are not removed by the applied filtration technologies. Enhanced functioning of this equipment could therefore not be underpinned.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1295

Projectnummer: 3742266701

BO-nummer: BO-59-004-011

DOI: <https://doi.org/10.18174/650160>.

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

Disclaimer

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

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

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

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 - 48 56 06

F +31 (0)10 - 522 51 93

glastuinbouw@wur.nl

wur.nl/glastuinbouw

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Doelstelling	8
1.3 Organisatie	8
2 Materiaal en methode	9
2.1 Praktijkmetingen	9
2.1.1 Monsternamen	9
2.1.2 Metingen & Analyses	10
2.2 Pilotproef IDC Water	11
2.2.1 De opstellingen	12
2.2.2 Samenstelling water en gewas	13
2.2.3 Uitvoering	14
2.3 Praktijkdemonstratie	14
2.3.1 Maarel Orchids	14
2.3.2 Verhoeven QH	16
2.3.3 Bemonsteringen en analyses	17
3 Resultaten	18
3.1 Praktijkmetingen	18
3.1.1 Praktijkbedrijf 4	20
3.1.2 Praktijkbedrijf 17	23
3.1.3 Gesprekken met telers	25
3.2 Pilotproeven	26
3.2.1 Filterstraat 1	26
3.2.2 Filterstraat 2	28
3.2.3 Filterstraat 3	30
3.2.4 Discussie en conclusie pilot filterstraten	32
3.3 Praktijkdemonstratie	33
3.3.1 Samenstelling drainwater	33
3.3.2 Filterstraat Maarel Orchids	34
3.3.3 Filterstraat Verhoeven QH	37
4 Discussie & aanbevelingen	41
5 Conclusies	42
5.1 Praktijkmetingen	42
5.2 Pilotproeven	42
5.3 Praktijkdemonstratie	42
Literatuur	44
Bijlage 1	45
Bijlage 2	46
Bijlage 3	47
Bijlage 4	48
Bijlage 5	49

Bijlage 6	50
Bijlage 7	51
Bijlage 8	52
Bijlage 9	53
Bijlage 10	54
Bijlage 11	55
Bijlage 12	56
Bijlage 13	57
Bijlage 14	58
Bijlage 15	59
Bijlage 16	60
Bijlage 17	61
Bijlage 18 Deeltjesgrootteverdeling pilotproeven	62

Samenvatting

De glastuinbouw werkt toe naar een nulmissie in 2027. Hiervoor moet al het drainwater worden hergebruikt in de teelt en mag er (nagenoeg) niet meer geloosd worden. Om dit te kunnen bereiken moet de waterkwaliteit op de bedrijven gecontroleerd en beheerd worden. Door toepassing van watertechnologie kunnen telers de samenstelling van het water waar nodig aanpassen en daarmee de kwaliteit hoog genoeg houden om recirculatie mogelijk te maken. Filtratie kan een belangrijke rol spelen in dit proces, omdat het andere techniek in staat stelt beter te functioneren (lees: desinfectie- en irrigatietechniek, pompen en buffertanks). Door deeltjes uit het water te verwijderen worden verstoppingen en de vorming van een sliblaag in buffertanks voorkomen en daarmee worden vestigingsplaatsen voor ziektes uit het teeltsysteem gehaald.

In de huidige praktijk wordt filtratie over het algemeen ingezet volgens de minimale eisen die leveranciers van nageschakelde techniek opleggen. Dit is niet de optimale situatie voor de waterkwaliteit op de bedrijven, metingen laten zien dat er vooral heel veel kleine deeltjes in het water zitten die er met deze 'conventionele' filtratie niet uit worden gehaald. Een bijkomende uitdaging is dat de meeste filters gespoeld moeten worden voor het afvoeren van de deeltjes. Dit spoelwater bevat gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten en moet daarom ook geregistreerd worden voor de emissienormen stikstof. Over het algemeen hebben filters met een fijnere filtratiegraad meer spoelwater dat behandeld moet worden. Een manier om deze hoeveelheid filterspoelwater te verminderen is het in serie plaatsen van meerdere filterstappen, met een steeds fijnere filtratiegraad. De grofste filters halen daarmee de grove delen uit het water en de fijnste filters alleen de fijnste deeltjes. De individuele filters hoeven op die manier het minst gespoeld te worden.

In het voorliggende onderzoek is gezocht naar manieren om deze filtratie in recirculerende glastuinbouw teeltsystemen te optimaliseren: verwijderen van fijnere deeltjes, zonder dat lozing van spoelwater nodig is. Hiervoor is in eerste instantie een monitoring uitgevoerd op 20 praktijkbedrijven (verschillende teelten en teeltsystemen) naar de samenstelling van drainwater en het effect van filtratie. Dit liet zien dat de keuze voor een substraat de grootste invloed heeft op de deeltjes die teruggevonden worden in het water. Het doel voor filtratie is in verschillende teeltsysteem wel anders; waar het in eb/vloed systemen vooral bedoeld is voor het verwijderen van zeer grove deeltjes die kunnen leiden tot vervuiling van teeltvloeren/teelttafels/potten en schade aan pompen, is het in teelten met druppel- of beregeningsirrigatie belangrijker om fijner te filteren om verstoppingen te voorkomen.

Vervolgens is in een pilottest onderzocht wat het effect is van drie configuraties van filters op deeltjesgrootteverdeling (DGV), totaal gesuspendeerde stoffen (TSS) en chemisch zuurstof verbruik (CZV). Een praktijkconform systeem met een schermfilter van 25 micron (UDI 6Matic) is vergeleken met een filterstraat met een combinatie van een doekfilter van 50 micron en een Galileo L disc filter van 10 micron en een filterstraat met een combinatie van een 50 micron gaasfilter en een 3 micron MT-IBA fiber filter. De gecombineerde filterstraten lieten zien dat er door fijnere filtratie duidelijk meer deeltjes verwijderd kunnen worden uit het water. In deze fase is ook een ontwerp gemaakt voor het voorkomen van lozing van spoelwater waarbij toch de fijnere deeltjes uit het systeem verwijderd worden. Hiervoor wordt het filterspoelwater van de filters opgeslagen in een buffervat, waarna het met een klein pompje continu op een zwaar doekfilter wordt opgebracht. Dit zorgt voor opbouw van een filterkoek op het filterdoek, waardoor meer deeltjes verwijderd worden en minder filterdoek gebruikt hoeft te worden.

Met de informatie uit de pilottests is de stap terug naar de praktijkbedrijven gemaakt, waar op twee bedrijven (komkommer en phalaenopsis) een filterstraat is geïnstalleerd, parallel aan de bestaande filtratie. Deze filterstraten zijn een half jaar gevolgd op hun effectiviteit in het verwijderen van deeltjes en hun invloed op de algemene waterkwaliteit en vergeleken met de bestaande filters door afwisselend het oude of het nieuwe systeem in te zetten. De praktijkdemonstraties hebben laten zien dat de watersamenstelling van de beide bedrijven erg verschillend is. Bij Maarel Orchids werd een duidelijke afname van het volume aan deeltjes gezien, bij het bestaande SAF-filter maar in nog grotere mate bij de nieuwe filterstraat met daarin een 25 µm schermfilter en een MT-IBA filter (Fiber Filtration). De resultaten waren echter niet consistent vast te stellen met de toegepaste meetmethode. De methode voor het verwerken van filterspoelwater, waarbij het spoelwater van het schermfilter en het MT-IBA filter eerst werd gebufferd en daarna met een klein pompje over een zwaar doekfilter werd geleid, werkte goed. Dit leidt er toe dat er minder water hoeft te worden geloosd en de teler een stap kan zetten naar een gesloten kas. Bij Verhoeve QH werd de waterkwaliteit op het oog duidelijk beter na toepassing van de nieuwe filterstraat met een 25 µm 6Matic en een 10 µm Galileo Air-Assist (UVAR). De teler ervaarde ook minder problemen in de teelt. In de DGV-metingen kwam dit echter niet heel duidelijk naar voren. Ook in deze demonstratieproef werkte het verwerken van spoelwater via een buffertank en het langzaam opvoeren op een zwaar filterdoek naar behoren. De ervaring was wel heel duidelijk dat de waterkwaliteit sterk werd verbeterd ("Ik kan nu de bodem van de drainsilo zien").

De doelstelling van het project was te komen tot een optimaal systeem voor filtratie van drainwater, als voorbehandeling voor desinfectietechnieken als UV en ozon en het optimaliseren van de waterkwaliteit in het teeltsysteem, zonder lozing van filterspoelwater. Er zijn verschillende systemen voor filtratie van drainwater gedemonstreerd die hebben aangetoond dat de waterkwaliteit in het systeem is verbeterd en dat geen spoelwater geloosd hoeft te worden.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De glastuinbouw werkt toe naar (nagenoeg) emissieloze teeltsystemen in 2027. Als gevolg van de zuiveringsplicht per 1 januari 2018 voor gewasbeschermingsmiddelen werken veel telers versneld toe naar deze eis, om de investering in zuiveringstechniek zo klein mogelijk te maken. De waterkwaliteit in de recirculatie moet op orde gehouden worden om lozingen te voorkomen. Om te kunnen recirculeren moeten ongewenste stoffen, zoals pathogenen en groeiremmers verwijderd worden. Dit wordt gedaan door verschillende waterbehandelingsmethodes, zoals UV-desinfectie, verhitting, ozonisatie en geavanceerde oxidatie (Van der Maas et al., 2012). Om deze methodes goed te laten functioneren is een voorbehandeling met bijvoorbeeld filtratie vaak gewenst.

Filtratie wordt toegepast als waterbehandeling voor het verwijderen van niet-opgeloste delen in het water en kan afhankelijk van de fijnheid zand, algen, organisch materiaal, bacteriën, schimmels of zelfs virus tegenhouden en verwijderen uit het irrigatiesysteem. Hiermee heeft filtratie een grote invloed op de effectiviteit van technieken voor ontsmetting van water (met bijvoorbeeld ozon of UV) of voor afbraak van opgeloste organische moleculen. Goed ontworpen filtratieoplossingen en goed uitgevoerde filtratie zorgen onder andere voor gegarandeerde capaciteit en effectiviteit van installaties voor waterbehandeling, zodat bijvoorbeeld de capaciteit van ontsmettingssystemen groot genoeg blijft om overloop van vuil draintanks te voorkomen. Ook wordt verstopping van bijvoorbeeld druppelaars voorkomen door toepassing van de juiste filtratie in de voedingsoplossing, voordat deze de kas in gaat. Over het algemeen geldt voor filtratie echter dat hoe fijner het wordt toegepast, hoe meer spoelwater nodig is voor het doorstroombaar houden van het filter.

Het verwerken van filterspoelwater is echter een knelpunt binnen een emissieloos teeltsysteem, omdat het water met daarin de niet-opgeloste vervuiling niet kan worden afgevoerd. In de huidige praktijk worden bijvoorbeeld zandfilters of schermfilters gebruikt, die eens in de zoveel tijd moeten worden teruggespoeld om de doorstroming op peil te houden en vervuiling af te voeren. De vervuiling verdwijnt met het filterspoelwater naar riolering of oppervlaktewater, al dan niet na verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen. Binnen emissieloze teeltsystemen wordt het filterspoelwater niet meer afgevoerd, maar wordt teruggevoerd naar de vuil draintank, of wordt gebruik gemaakt van filters die niet hoeven te worden teruggespoeld, zoals papierbandfilters. Terugvoeren van het filterspoelwater naar de vuil draintank zorgt ervoor dat het vuil niet wordt verwijderd uit het teeltsysteem, maar dat het zich in die tank ophoopt. Een deel van het vuil zal niet snel genoeg bezinken en daardoor steeds terugkomen in het filter, zodat het filter steeds vaker gespoeld moet worden. Daarnaast vormt het organisch materiaal dat zich ophoopt op de bodem van de vuil draintank een voedingsbron en nestelplaats voor bacteriën en andere pathogenen, die vandaaruit het systeem kunnen binnenvallen. Ook heeft het een effect op het zuurstofniveau en de pH van het opgeslagen water. Het is daarom van het grootste belang om het niet-opgeloste (organische) materiaal af te voeren uit het irrigatiesysteem. De ervaring leert dat weinig cijfermatig bekend is over filtratietechnieken en tuinbouw-specifieke ontwerpparameters.

Het onderzoek in dit werkpakket richt zich daarom op het optimaliseren van filtratieoplossing door inzicht te geven in de volgende onderwerpen:

- Seizoens- en bedrijfsvariatie in de kwaliteit van het recirculatiewater, waarvoor mogelijk filtratie geoptimaliseerd kan worden;
- Het effect van filtratie op waterkwaliteit in de recirculatie;
- De combinatie filtratie – ontsmetting, waarbij filtratie ervoor zorgt dat de capaciteit en de werking van de ontsmettingstechniek beter gegarandeerd is;
- Mogelijkheden tot minimalisatie van de hoeveelheid filterspoelwater, afvoeren van uitgefilterde materiaal in droge vorm;
- Optimalisatie van filtratie van recirculatiewater door combinaties van bestaande en nieuwe filtratietechnieken toe te passen.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van het project is te komen tot een optimaal systeem voor filtratie van drainwater, als voorbehandeling voor desinfectietechnieken als UV en ozon en het optimaliseren van de waterkwaliteit in het teeltsysteem, zonder lozing van filterspoelwater.

1.3 Organisatie

In dit project is een monitoring gedaan bij praktijkbedrijven op parameters in de waterkwaliteit die relevant zijn voor filtratie. Aan de hand van de resultaten van deze monitoring en de redenen van telers voor toepassing van filtratie, zijn in samenspraak met de partners drie filterstraten ontworpen voor pilotproeven bij het IDC in Bleiswijk. Vervolgens zijn langdurige pilots gedaan op twee commerciële teeltbedrijven, voor het vaststellen van de robuustheid van de filterstraten. In Hoofdstuk 2 van dit rapport staan materiaal en methodes beschreven, in Hoofdstuk 3 de resultaten van de monitoring, pilot- en praktijkproeven. In Hoofdstuk 4 worden conclusies getrokken ten aanzien van filtratie van recirculatiewater op glastuinbouwbedrijven en aanbevelingen gedaan voor de praktijk in het licht van een (water)gesloten kas.

De metingen tijdens het project zijn uitgevoerd door Wageningen University & Research, analyses op deeltjesgrootteverdeling door KWR. Betrokken toeleveranciers waren Fiber Filtration, Moor Filtertechniek, Priva, UVAR, ECO-filter en Horticoop Technical Services. Het onderzoek is financieel mede mogelijk gemaakt door het Stimuleringsbudget emissiebeperking glastuinbouw vanuit STOWA.

2 Materiaal en methode

2.1 Praktijkmetingen

Doel van dit deel van het project is inzicht krijgen in de samenstelling van het water op verschillende punten in het teeltsysteem in verschillende stadia van de teelt om zo het effect van filtratie op de waterkwaliteit te kunnen vaststellen. Op basis van deze praktijkmetingen in verschillende teelten wordt een geoptimaliseerd filtratie-ontwerp gemaakt.

Op twee momenten tijdens de teelt zijn monsters genomen op 17 commerciële teeltbedrijven (**Tabel 2-1**) met groene potplanten (3), phalaenopsis (1), tomaten (3), aubergines (1), komkommers (3), gerbera (2), aardbei (2) en lelie in de vollegrond (2). In Bijlagen 1-17 is een overzicht te vinden van de waterstromen en bemonsteringsplekken van deze bedrijven.

Tabel 2-1 Overzicht van de 17 praktijkbedrijven.

Nummer	Gewas	Substraat	Bijlage
1	Potplanten	Potgrond	1
2	Potplanten	Potgrond	2
3	Potplanten	Potgrond	3
4	phalaenopsis	Bark	4
6	tomaten	steenwol	5
7	tomaten	steenwol	6
8	aubergine	steenwol	7
9	gerbera	steenwol	8
10	gerbera	steenwol	9
13	aardbei	Kokos	10
14	aardbei	kokos	11
15	komkommer	steenwol	12
16	komkommer	steenwol	13
17	komkommer	perliet	14
18	tomaten	steenwol	15
19	lelie	vollegrond	16
20	lelie	vollegrond	17

2.1.1 Monstername

De monstername vond plaats uit stromend water, tenzij er geen monsterpunt aanwezig was. In sommige gevallen moest daarom water uit een voorraadtank of een drainput worden genomen. Monstername uit een voorraadtank geeft voor een aantal parameters een vertekend beeld. Op de potplanten bedrijven waar niet constant water gegeven werd, is de waterstroom opgestart voor het nemen van de monsters. Bij de bedrijven zijn twee rondes monstername geweest. De eerste ronde is in de winterperiode geweest (oktober 2019 – jan 2020, dec 2020), de tweede ronde in de zomerperiode (juni – juli 2020). Op de volgende plekken zijn monsters genomen:

Monstername drainwater

Het drainwater is op verschillende punten opgevangen, bijvoorbeeld bij de instroom in de drainput, na de pomp van de drainput naar de vuil drintank (vóór filtratie!), of bij het putje bij het laagste punt van een teeltgoot (voorkeursvolgorde). Indien het niet mogelijk was om uit stromend water te bemonsteren, dan is het monster uit de drainput gehaald.

Monsternamen gefilterd water

Het water is zo dicht mogelijk bij het filter opgevangen, uit de waterstroom. Indien dit niet mogelijk was, dan werd het monster uit de eerstvolgende buffertank gehaald.

Monsternamen filterspoelwater

Het spoelmoment van filters was niet altijd goed te voorspellen. Vaak was er geen mogelijkheid om filterspoelwater te bemonsteren (geen tappunt).

Monsternamen voedingsoplossing

Deze bemonstering vond plaats na alle toevoegingen aan het water (dagvoorraad of mengbak) of in de kas (druppelaar).

Monsternamen drainagewater

Indien mogelijk werd dit monster in de grondteelten genomen uit de waterstroom die in de drainageput valt. Als er geen drainagewater was, of de waterstroom niet bereikbaar was met een maatbeker, dan is het monster uit het verzamelde water van de drainageput genomen.

2.1.2 Metingen & Analyses

Bij alle bedrijven is voor zo ver mogelijk op minstens drie plekken gemeten (de drain, de gift en een meetpunt na filtratie). Deze drie monsters zijn uitgebreider bemonsterd dan de overige meetpunten. Van elk monsterpunt is 4-5 L water verzameld en goed gemengd over de monsterflessen verdeeld. Op deze drie plekken op elk bedrijf zijn de volgende monsters verzameld en de metingen en analyses zijn uitgevoerd in deze volgorde:

Deeltjesgrootteverdeling

De deeltjesgrootteverdeling (DGV) wordt steeds vaker toegepast voor de bepaling van de effectiviteit van filtratietechnieken. De methodes troebelheidsbepaling (voor kleine deeltjes $< 8 \mu\text{m}$) en analytische (chemische) bepaling zijn nog niet betrouwbaar genoeg of zijn tijdrovend. KWR onderzoekt de toepassing van deeltjestellingen voor dit onderzoek. Voor dit onderzoek is 1L gekoeld monster in een glazen fles naar KWR in Nieuwegein verstuurd.

Er is gebruik gemaakt van een deeltjesgroottemeter PAMAS WaterViewer S/N 660-20 met sensor HCB-LD-50/50. De gebruikte methode is huisvoorschrift LAM-070 Deeltjestellingen PAMAS. Bij de metingen is iedere 5 seconden een meting gedaan waarbij 1L monster met een snelheid van 25 ml/min langs de sensor is geleid.

De eenheid van deze bepaling is aantal deeltjes/mL in de volgende categorieën van grootte: 1.00 - 2.99 μm , 3.00 - 4.99 μm , 5.00 - 9.99 μm , 10.00 - 19.99 μm , 20.00 - 29.99 μm , 30.00 - 49.99 μm , 50.00 - 99.99 μm , en $> 100.00 \mu\text{m}$. Hierbij wordt verondersteld dat er bolvormige deeltjes aanwezig zijn. In de praktijk kan een langwerpige deeltje, afhankelijk van de oriëntatie die het heeft ten opzichte van de sensor, als een deeltje met de maat van de korte zijde worden geteld, of met de waarde van de lange zijde. De instellingen van de PAMAS zijn gebaseerd op grenzen in mV bijvoorbeeld bij 1 μm is dat 179 mV en bij 10 μm is dat 1836 mV. Alles wat groter is dan 179 en kleiner dan 1836 mV zal dan gemeten worden tussen 1 en 10 μm . Het is dus 1 tot 10 μm .

Door de hoge concentratie deeltjes in de monsters, moesten er verdunningen gemaakt worden. Daardoor was het niet mogelijk de metingen online, of bij de telers ter plaatse te doen. Tijdens transport en opslag kan echter coagulatie van de deeltjes plaatsvinden. De tijd tussen monsternamen en analyse is daarom maximaal 24 uur geprobeerd te houden. Er kon echter niet voorkomen worden, noch geverifieerd, of coagulatie van deeltjes heeft plaatsgevonden.

De resultaten van deze metingen worden uitgedrukt in μm^3 . Dit is een berekening op basis van de eerder genoemde aanname dat de deeltjes bolvormig zijn. De gemiddelde diameter uit het interval (2 μm bij het interval 1 - 3 μm) wordt gebruikt voor het berekenen van het volume van één deeltje. Dit wordt vermenigvuldigd met het aantal deeltjes uit dit interval, zodat het totale volume aan deeltjes in het genoemde interval wordt berekend.

Chemisch Zuurstof Verbruik

Bij de chemische zuurstof verbruik (CZV) bepaling wordt de organische stof in een watermonster met behulp van kaliumbichromaat geoxideerd. Uit de hoeveelheid verbruikt bichromaat wordt het zuurstofverbruik berekend. Voor dit onderzoek is een aangezuurd gekoeld plastic flesje van 250 mL naar Eurofins verstuurd voor deze bepaling. De eenheid is mg O₂/L.

Total suspended solids

De total suspended solids (TSS) zijn delen groter dan 2 µm en is de totaal gesuspendeerde vaste stoffen in het droge gewicht in een watermonster dat kan worden opgevangen door een filter. Hiervoor zijn per monster twee plastic flessen van 500 ml opgestuurd naar Eurofins. De eenheid is mg/L.

Nutriënten

De nutriënten zijn door Eurofins bepaald in een ICP element analysis. De eenheid is mmol/L of µmol/L. Het monster is verstuurd in een plastic flesje van 200 mL.

Redox

De redox potentiaal meet de beweging van elektronen in een oplossing. Bij een lagere waarde (200-400 mV) is er weinig beweging van elektronen tussen de bestandsdelen. Bij toevoeging van een sterk oxiderende oplossing zal er wel beweging in elektronen gemeten worden. Bij een zwembad bijvoorbeeld worden waardes van 750 mV gemeten. Als er organisch materiaal aanwezig is, wordt de Redox waarde lager.

Ultraviolet-transmissie

De ultraviolet-transmissie (UV-T) meet de absorptie van het onzichtbare UV licht op 254 nm. Dit is in % en de draagbare meter wordt voor gebruik geijkt op 100% voor demi water.

Elektrische conductiviteit

De elektrische conductiviteit (EC) is gemeten met een draagbare meter.

pH

De pH werd ook gemeten met een draagbare sensor.

Temperatuur

De temperatuur van de monster op het bedrijf wordt ook gemeten.

Verder zijn er op de meeste bedrijven nog 1 tot 6 meetpunten gekozen waarbij alleen de volgende metingen zijn uitgevoerd:

EC, pH, DGV, UV-T, Redox en temperatuur.

2.2 Pilotproef IDC Water

Het doel van de pilotproef was: vaststellen van het effect van verschillende filtratieoplossingen op eerder vastgestelde waterkwaliteitsparameters met praktijkwater. Drie filterstraten zijn ontworpen (**Tabel 2-2**) waarmee de waterkwaliteit kan worden geoptimaliseerd, met behulp van fijnere filtratie dan in de praktijk gebruikelijk.

Tabel 2-2 Overzicht filterstraten met bijbehorende filterstappen.

	Filterstap 1	Filterstap 2
Filterstraat 1	Gaasfilter 50 micron (<i>Fiber filtration</i>)	MT-IBA 3 micron (<i>Fiber filtration</i>)
Filterstraat 2	6-matic 25 micron (<i>UVAR</i>)	
Filterstraat 3	Doekfilter 50 micron (<i>Moor/Ecofilter</i>)	Galileo L (air assist?) 10 micron (<i>UVAR</i>)

Dezelfde analyses als in de praktijk zijn uitgevoerd, zoals beschreven in paragraaf 2.1.2.

2.2.1 De opstellingen

De filterstraten zijn ontworpen op basis van de gemeten gegevens uit de praktijkmonitoring. Hieruit werd duidelijk dat er heel veel fijne deeltjes in het water aanwezig zijn, waardoor een fijnere filtratie dan gebruikelijk (25 – 50 µm) een voordeel zou kunnen bieden voor de waterkwaliteit, door minder verstoppingen, slibvorming in tanks en betere nabehandeling met desinfectietechnieken. Als fijnere filtratie wordt toegepast wordt het interessant om te werken met een stapsgewijze filtratie. De grove eerste filters zorgen ervoor dat de fijnere, nakomende filters hun werk efficiënter kunnen doen. Het zorgt er daarnaast voor dat deze fijnere filters niet het grootste deel van de tijd staan te spoelen voor het behoud van hun capaciteit.

Daarnaast is er in de ontwikkeling nagedacht over het vermijden van de lozing van filterspoelwater. Het blijkt niet mogelijk te zijn om zeer fijne filters toe te passen waarbij geen filterspoelwater wordt gebruikt voor behoud van capaciteit. Daarom is er verder nagedacht over een methode om de lozing van filterspoelwater uit deze filterstraten te voorkomen door nabehandeling van het spoelwater. De ontwikkelde methode voor het behandelen van spoelwater is toegepast in de praktijktoepassing en daarom ook daar beschreven (Hoofdstuk 2.3).

Filterstraat 1

Als zeer fijne filtratie direct wordt geplaatst in een waterstroom met veel deeltjes, dan bestaat het risico dat het fijne filter alleen maar aan het spoelen is. In filterstraat 1 is daarom een voorfiltratie van 50 micron (gaasfilter, *Fiber Filtration*) geplaatst voor een zeer fijn MT-IBA filter (*Fiber Filtration*) van 3 micron (**Figuur 2-1**). De bak met drainwater (2 m³) werd via een slang verbonden aan het eerste filter, die verbonden is aan de tweede filter. Na het tweede filter stroomt een deel van het water richting de afvoer en een deel terug naar de drainwater bak. Na de tweede filterstap stroomde het water met een flow van rond 3 m³/uur naar de afvoer en spoelt veel water met kracht terug via de terugspoelslang naar de drainwater bak. Water monsters werden genomen uit het monstertappunt na de tweede filterstap (monster A) en uit de terugspoelslang die uitkomt in de drainwater bak (monster B). **Figuur 2-1** laat de opstelling zien.



Figuur 2-1 Filterstraat 1 met filterstap 1 (A) en filterstap 2 (B).

Filterstraat 2

Filterstraat 2 bestond uit één filterstap: een 6-matic filter van 25 micron (UVAR) (Figuur 2-2) en is een meer praktijkconform filter. Het principe van de 6-matic wordt in de praktijk al veel toegepast, bijvoorbeeld als voorfiltratie voor UV-ontsmetting van drainwater. In deze test is een fijnere filtratie van 25 micron toegepast, waar in de praktijk eerder 50 micron gebruikelijk is. Het filter is met een slang verbonden aan de drainwater bak. Het monster werd genomen uit het monstertappunt na filtratie. De filter snelheid was rond 4.6 m³/uur.



Figuur 2-2 Filterstraat 2 met één filterstap (A).

Filterstraat 3

In de derde filterstraat is een doekfilter van 50 micron (*Moor Filtertechniek*) als eerste filtratiestap gekozen, omdat dit in veel praktijkbedrijven de enige filtratie is van het drainwater. In deze test is hierbij een Galileo L Air Assist van 10 micron (*UVAR*) nageschakeld om nog fijner te kunnen filtreren (Figuur 2-3). De opvangbak na het doekfilter werd schoongemaakt voor iedere test. Het vuile doek werd vervangen en er werd gecontroleerd of de compressors van het Galileo L filter aanstonden. Het water uit de drainwater bak stroomde door het doekfilter in de opvangbak, vanwaar het door het Galileo filter werd gepompt. Watermonsters werden genomen van het vallende water onder het doekfilter (monster A) en uit het monstertappunt na de tweede filterstap (monster B). De snelheid na de tweede filterstap was rond 1.5 m³/uur.



Figuur 2-3 Filterstraat 3, filterstap 1 (A) en filterstap 2 (B).

Preventie lozing spoelwater

De ontworpen filterstraten hebben in eerste instantie het doel om fijner te filteren, zodat de waterkwaliteit in het systeem verbeterd wordt. Het voorkomen van lozing van filterspoelwater is in deze opstellingen niet getest, maar hiervoor is wel een ontwerp gemaakt.

2.2.2 Samenstelling water en gewas

Drainwater uit verschillende teelten is verzameld bij WUR in Bleiswijk uit proefkassen van 120 m². Hiervoor werd een IBC geplaatst, waar het water uit de drainput naartoe werd gepompt. Door de kleine afmeting van de afdelingen duurde het enkele dagen tot weken voordat voldoende drainwater was opgevangen voor het uitvoeren van de tests:

3-11-2020:

1. Drainwater uit een teelt van alstroemeria op kokos (70%), aangevuld met drainwater komkommer op steenwol (30%);
2. Drainwater uit een teelt van tomaat op steenwol (60%), aangevuld met drainwater komkommer op steenwol (40%);
3. Drainwater uit een teelt van komkommer op steenwol.

18-11-2020:

1. Drainwater uit een teelt van snij-anthurium op potgrond;
2. Drainwater uit een teelt van komkommer op steenwol.

10-12-2020:

1. Drainwater uit een teelt van snij-anthurium op potgrond;
2. Drainwater uit een teelt van komkommer op steenwol.

16-2-2021:

1. Drainwater uit een teelt van snij-anthurium op potgrond.

2.2.3 Uitvoering

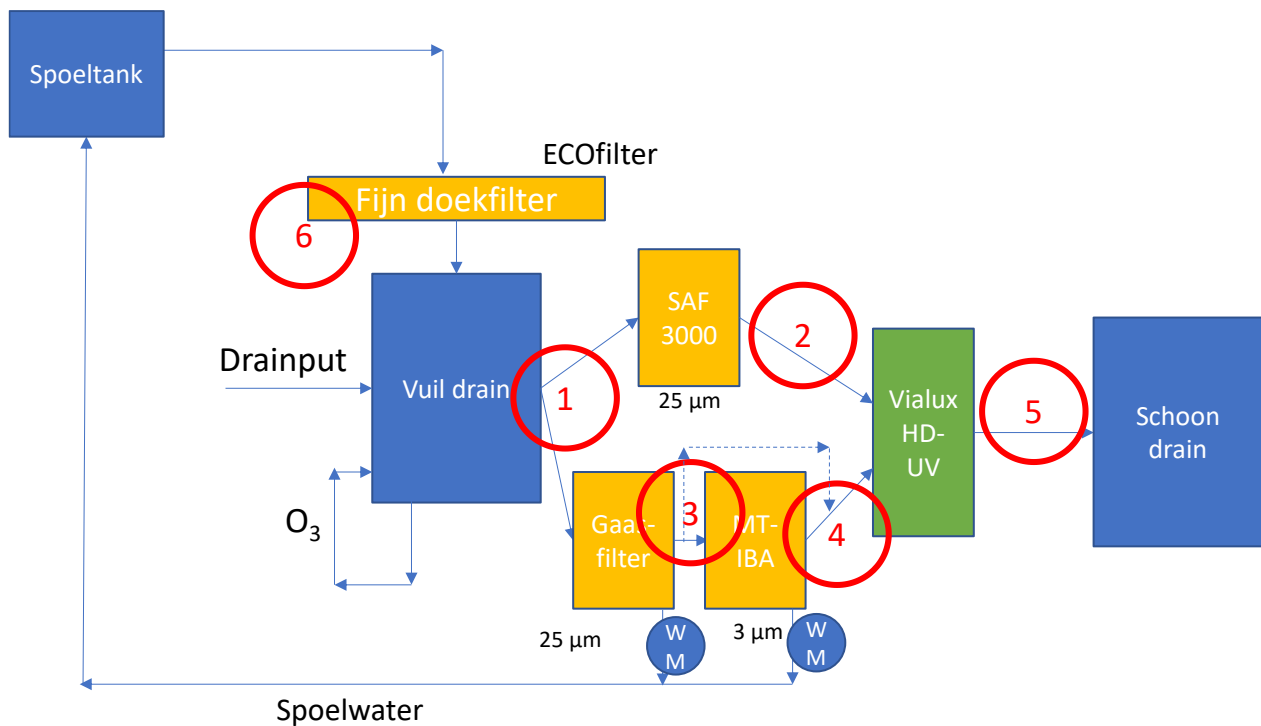
Voor aanvang van iedere testronde zijn de filters teruggespoeld met schoon water, of is een nieuw stuk doek voorgedraaid. Als er werd overgeschakeld op een andere tank, dan werden eerst de leidingen van de verschillende filterstraten doorgespoeld met dit nieuwe drainwater voordat de nieuwe testen werden uitgevoerd.

2.3 Praktijkdemonstratie

Doel van dit onderdeel van het project is het verzamelen van lange termijn inzicht in de werking van de nieuw ontworpen filterstraat. Helpt het filter om de nakomende waterbehandeling te optimaliseren? Haalt het nieuwe filter meer deeltjes uit het water?

2.3.1 Maarel Orchids

Bij Maarel Orchids wordt jaarrond phalaenopsis geteeld op een substraat van bark. Dagelijks worden nieuwe planten opgepot en in de kas gezet, een proces waarbij veel deeltjes in het water terechtkomen. De watergift is bovenlangs via een beregeningsinstallatie en het drainwater wordt opgevangen door middel van een Erfgoedvloer onder de teelttafels. De waterbehandeling op het bedrijf is schematisch weergegeven in (**Figuur 2-4**) met daarin de bemonsteringspunten.

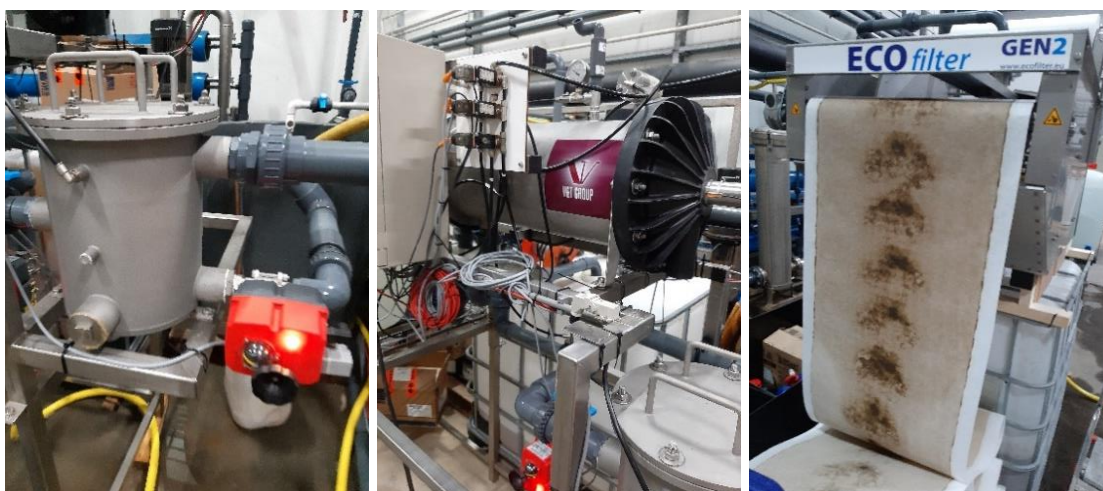


Figuur 2-4 Overzicht watersysteem bij Maarel Orchids, met daarin weergegeven de punten voor bemonstering van het water.

Het drainwater werd opgevangen in een drainput en vanuit daar naar de vuil draintank gepompt. De vuil draintank staat 300 meter verwijderd vanaf de watertechnische ruimte waar de waterbehandeling plaatsvond. Aan de vuil draintank wordt ozon toegevoegd om de UV-transmissie hoog genoeg te houden voor de navolgende ontsmettingsinstallatie met een hoge druk UV-installatie van Priva. In de huidige situatie wordt het drainwater gefilterd met een SAF-filter van 25 micron, waarna het door een Vialux HD-UV installatie wordt ontsmet. Van daaruit loopt het water naar de schoon draintank om te worden hergebruikt in de teelt. In de demonstratie (Figuur 2-5) werd parallel aan het SAF-filter een extra filterstraat geplaatst, bestaande uit een gaasfilter van 25 micron (*Fiber Filtration*) en een MT-IBA filter van 3 micron (*Fiber Filtration*).

Spoelwater nabehandeling

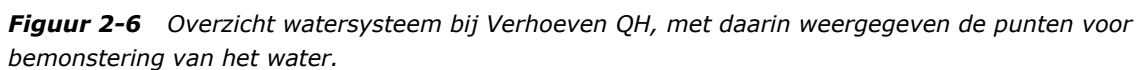
Het spoelwater van deze filters werd opgevangen in een spoeltank en van daaruit werd het water op een fijn doekfilter gebracht (100 g/m²). Het gefilterde water hieruit kwam via de teeltvloer weer terug in de vuil draintank voor hergebruik.



Figuur 2-5 Filterstraat bij Maarel Orchids. Van links naar rechts: gaasfilter (*Fiber Filtration*), MT-IBA filter (*Fiber Filtration*) en papierbandfilter (*Ecofilter*).

De bestaande en de gedemonstreerde filterstraat hebben afwisselende periodes gedraaid. De bemonsteringen hebben ook afwisselend plaatsgevonden, zodat er een verschil zichtbaar gemaakt kon worden in de waterkwaliteit tussen de twee toegepaste filterstraten.

Bij Verhoeven QH worden jaarrond snack-komkommers geteeld op een steenwol substraat. De watergift is met druppelirrigatie en het drainwater wordt opgevangen in de teeltgoten. De waterkringloop op het bedrijf is schematisch weergegeven in **Figuur 2-6**, met daarin ook de monsterpunten.



16 | Rapport WPR-1295

Spoelwater nabehandeling

Het spoelwater van de filters werd opgevangen in een apart buffervat, waaruit het water met een klein pompje langzaam op het doekfilter werd gebracht. Op deze manier kreeg het water veel tijd om door het doek heen te zakken, zodat ook dieptefiltratie plaatsvond en minder filterpapier nodig was. Het behandelde spoelwater kwam vervolgens weer in de vuil draintank.

2.3.3 Bemonsteringen en analyses

Doel van de demonstratie is het volgen van het effect van de filters op de waterkwaliteit in de recirculatie. Daarom is de uitgangssituatie bemonsterd (drainwater) en is na elke stap van de filtratie een bemonsteringspunt geplaatst (zie **Figuur 2-5** en **Figuur 2-6**). Op al deze punten is de EC, pH, T, redoxwaarde, ATP en UV-T gemeten en is bemonsterd voor chemisch zuurstofverbruik (CZV), totaal gesuspendeerde stoffen (TSS) en deeltjesgrootteverdeling (DGV). DGV geeft een goed beeld van de werking van filtratietechnieken. Bij Maarel Orchids is van de UV-ontsmetter tijdens de demonstratieperiode continu bijgehouden hoeveel water er is behandeld, de UV-transmissie van het drainwater, de gemeten dosering UV en hoe vaak de lampen gereinigd moesten worden.

In **Tabel 2-3** staat het bemonsteringsschema weergegeven voor beide bedrijven.

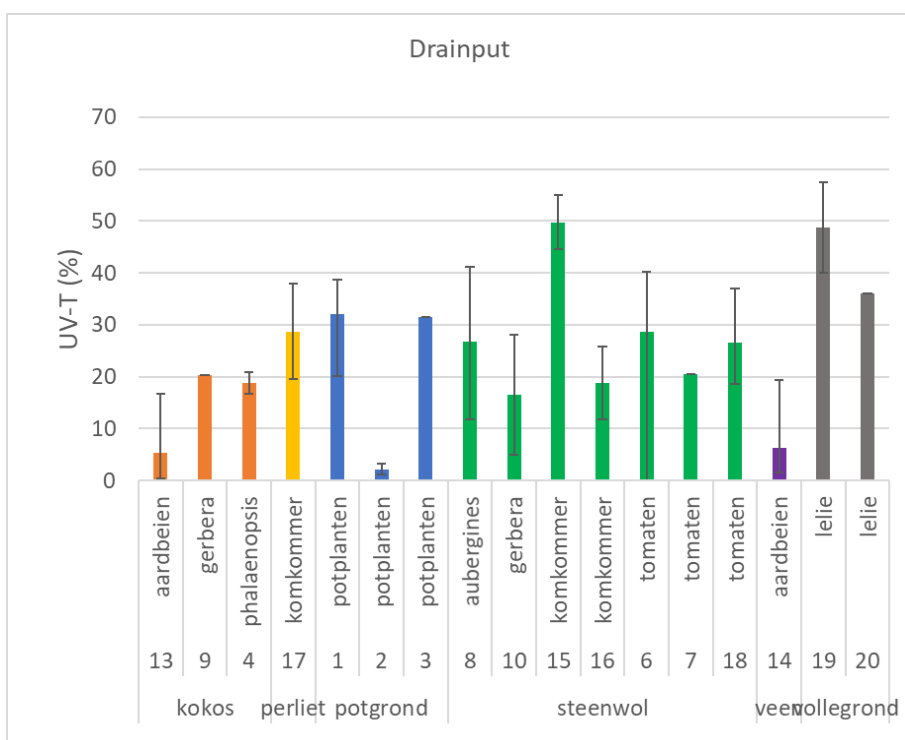
Tabel 2-3 Bemonsteringsschema beide bedrijven.

Datum	Maarel	Verhoeven
24-08-2021	Demonstratie filterstraat	
07-09-2021	Bestaande filterstraat	
23-09-2021	Demonstratie filterstraat	
26-10-2021	Demonstratie filterstraat	
16-11-2021	Demonstratie filterstraat	
29-11-2021	Bestaande filterstraat	
14-12-2021	Demonstratie filterstraat	
11-01-2022	Demonstratie filterstraat	
15-02-2022		Verhoeven
22-02-2022	Demonstratie filterstraat	
01-03-2022		Verhoeven
10-03-2022	Demonstratie filterstraat	
17-03-2022		Verhoeven
29-03-2022		Verhoeven
14-04-2022		Verhoeven
12-05-2022		Verhoeven
09-06-2022		Verhoeven

3 Resultaten

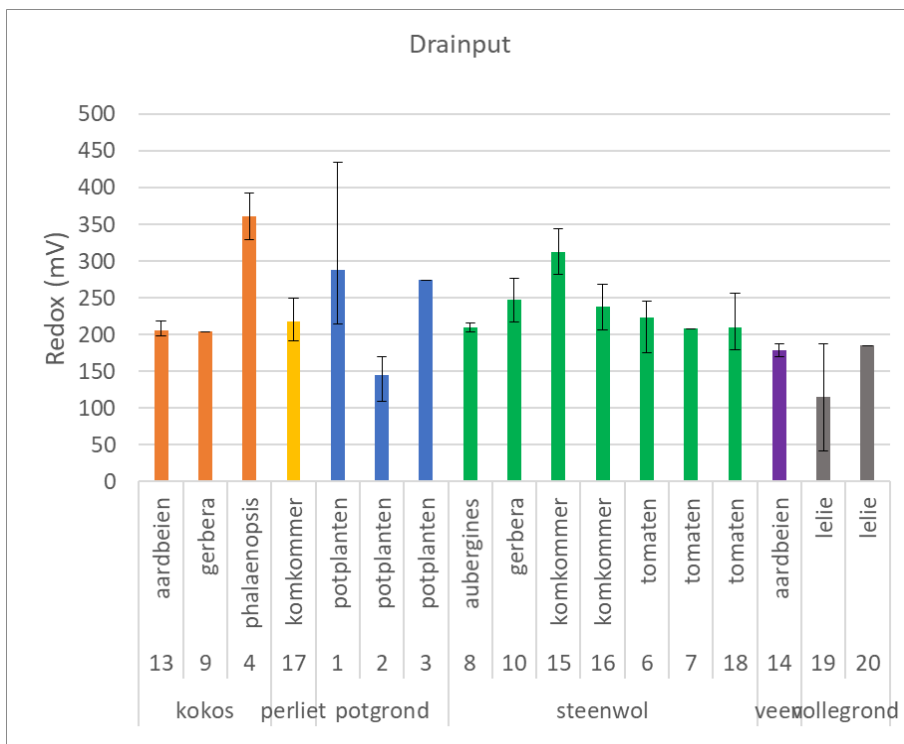
3.1 Praktijkmetingen

Van de meeste bedrijven is in de drainput gemeten. De resultaten van de UV-T (**Figuur 3-1**), Redox (**Figuur 3-2**), CZV-concentratie (**Figuur 3-3**), en TSS concentratie (**Figuur 3-4**) van het water in de drainput is weergegeven in onderstaande figuren. De UV-T, Redox en CZV concentratie hebben vooral betrekking op opgeloste stoffen. De TSS concentratie is een maat voor niet-opgeloste aanwezige deeltjes. Daarbij zijn de bedrijven gegroepeerd op materiaal van het substraat/ondergrond van de teelt. Het substraat kan een rol spelen in het soort deeltjes en andere stoffen dat terechtkomt in het watersysteem en daarom is onderzocht of er een verband bestaat tussen de gemeten parameters en het substraat of de ondergrond. De waardes varieerden sterk binnen elke substraat-soort, en tussen de verschillende substraten. Er kon daarom voor geen van de gemeten parameters een verband worden gevonden tussen het substraat en de waarde van de parameter.



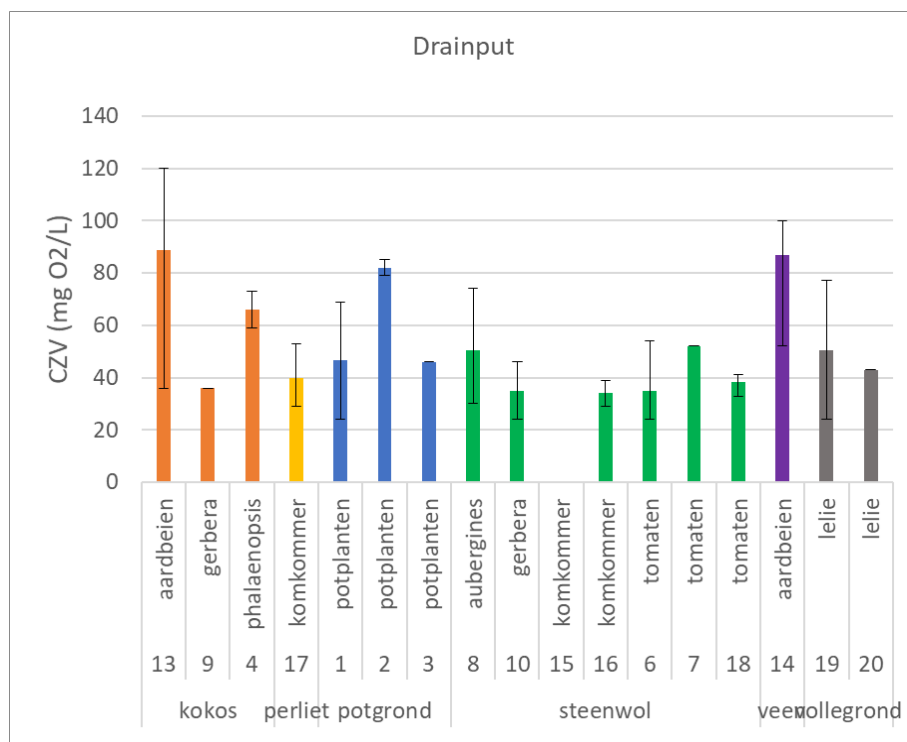
Figuur 3-1 UV-T van de drainput van de deelnemende praktijkbedrijven.

De voedingsrecepten van de bedrijven zijn niet bekend. Bedrijf 2 gebruikte rood ijzer in de voedingsoplossing. Dit zorgde voor een sterke daling van de UV-T waarde. Bij kokos en veen als substraat kunnen er veel organische stoffen zoals humus- en fulvinezuren oplossen uit het substraat. Deze stoffen kunnen de UV-T waarde laten dalen.



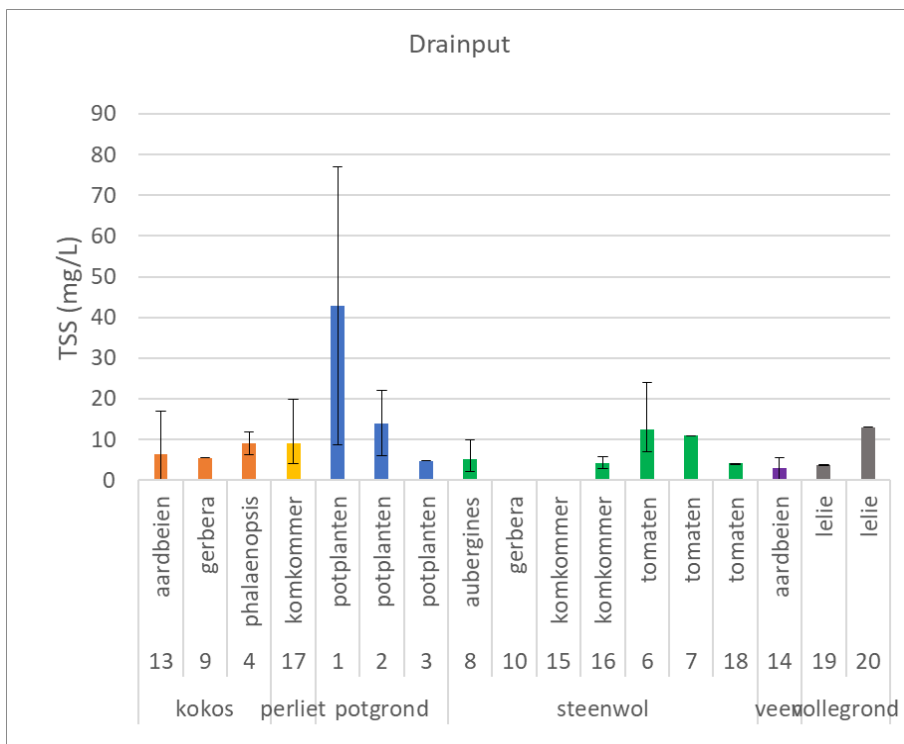
Figuur 3-2 Redoxwaarde van de drainput van de deelnemende praktijkbedrijven.

De variatie in redoxwaarde van het drain is vrij groot. Dit kan komen door de verschillende nutriënten die gebruikt worden, en door ijzerchelaat wat door een deel van telers gebruikt wordt.



Figuur 3-3 CZV waarde van de drainput van de deelnemende praktijkbedrijven.

Bedrijf 13 heeft een erg hoge CZV waarde. Het is een bedrijf op kokos. Dat kan de hoge CZV concentratie verklaren.



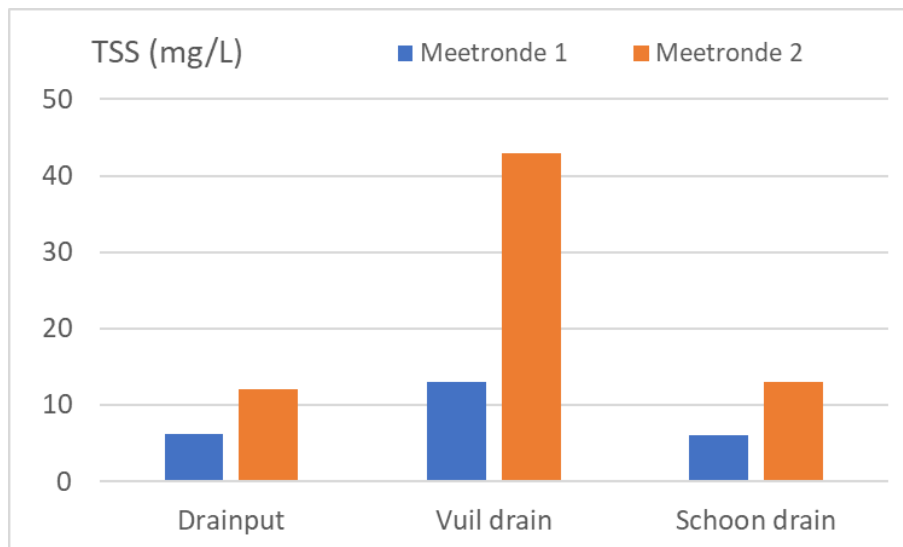
Figuur 3-4 TSS-concentratie van de drainput van de deelnemende praktijkbedrijven.

De variatie in TSS concentratie tussen de bedrijven, maar ook tussen de verschillende monsternummers op 1 bedrijf, zijn moeilijk te verklaren. Bij steenwol zou je minder deeltjes verwachten die uit het substraat komen, dan bij de andere teelten. De variatie is echter groot waardoor de verwachting is dat een deel van de deeltjes ook uit andere bronnen komen, zoals neerslag van zouten of plantendeeltjes.

3.1.1 Praktijkbedrijf 4

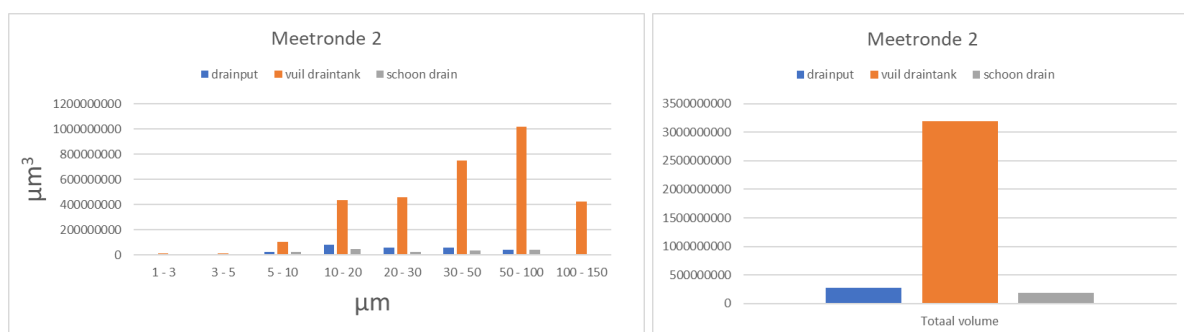
Bij praktijkbedrijf 4 kon zowel voor de onbehandelde drain (na de drainput 4.03) als na de onbehandelde drain (4.01) worden gemeten, en na het SAF filter (25 µm), i.c.m. UV behandeling (4.02). Daarnaast is de voedingsoplossing voor en na het SAF filter (100 µm) bemonsterd (4.04 en 4.05, gele cirkels).

en na de filtratie en UV behandeling 31%. Het SAF-filter in de leiding van voedingsoplossing veroorzaakt ook een toename van de UV-T. Hoewel een SAF-filter vaste deeltjes verwijdert, en daarmee geen invloed heeft op de concentratie stoffen die UV-licht kunnen opnemen, kunnen die deeltjes het licht wel verstrooien. Door een afname van het aantal vaste deeltjes kan dit wel gemeten worden als een hogere UV-T waarde, ondanks dat de concentratie opgeloste stoffen niet is veranderd.



Figuur 3-7 TSS concentratie bij drie meetpunten bij bedrijf 4.

De concentratie TSS (**Figuur 3-7**) neemt toe tussen de drainput en de vuil draintank. Dit kan te maken hebben met de timing van de monsternamen: de drainput heeft een kleiner volume dan de draintank. Daardoor kan er een verschil zitten in waterkwaliteit tussen de drainput en draintank. Ook het in beweging brengen van het water kan materiaal van de bodem van de vuil draintank losmaken, of er is materiaal uit de lange leiding vanuit de vuil draintank losgekomen. De toename is in meetronde 2 zelfs erg groot, van 12 naar 43 mg/L. De afname naar de schoon draintank lijkt (deels) te verklaren door het SAF-filter.

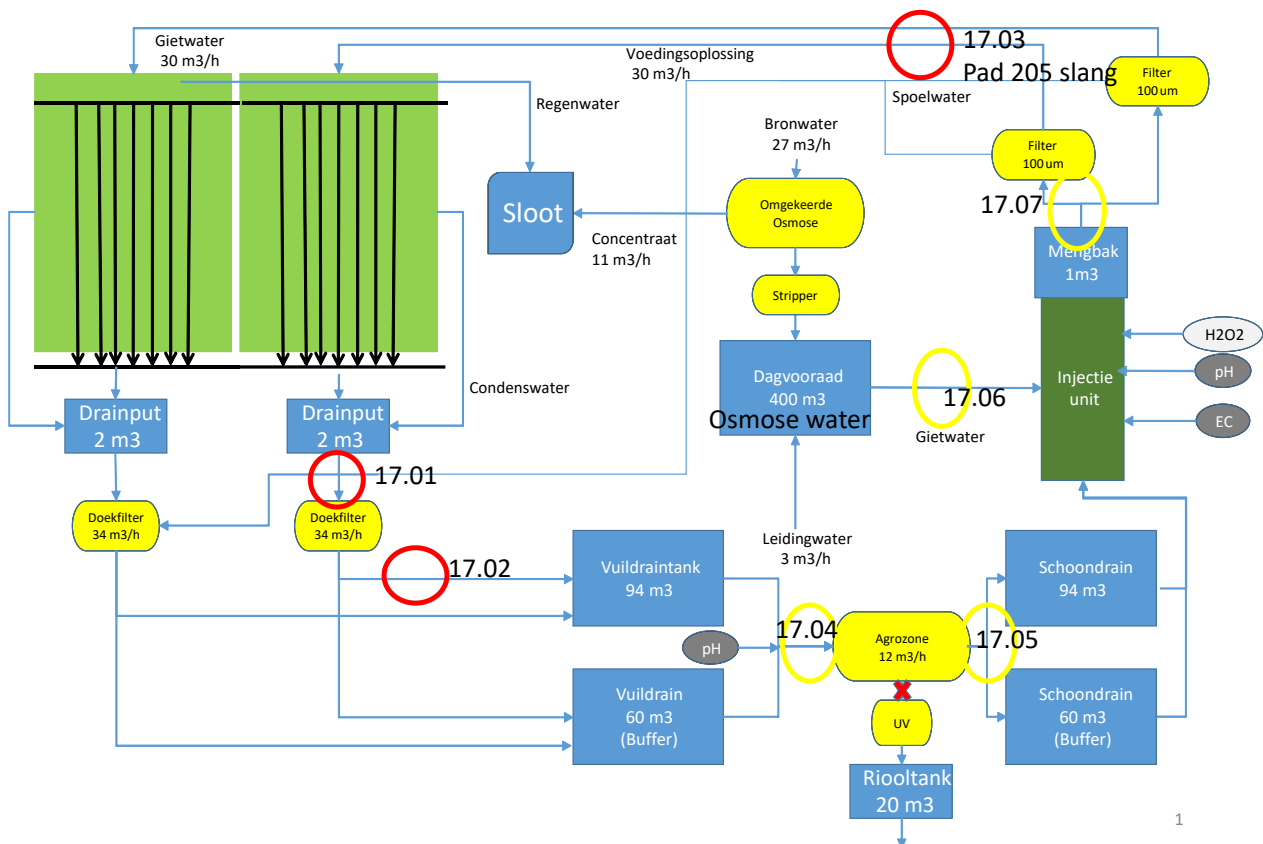


Figuur 3-8 Het volume deeltjes (μm^3) met verschillende fracties van grootte in meetronde 2 bij bedrijf 4 en het totaal volume aan deeltjes in de verschillende locaties.

In **Figuur 3-8** is te zien dat er in de vuil drain (veel) meer volume aan deeltjes aanwezig is van iedere fractie deeltjes, dan in de schone drain. Tussen deze twee monsternamen punten staat het SAF filter met een 25 micron filter. Hoewel er wel duidelijk filtratie plaatsvindt, is het SAF filter geen absoluut filter dat alle deeltjes boven de 25 micron eruit filtert. In het geval van een absoluut filter zouden de grijze balken in de figuur bij DGV 20-30, ...100-150, allemaal (bijna) nul zijn. Dat is niet het geval, maar er is wel sprake van een duidelijke afname door filtratie. Het is vooral ook duidelijk dat er een groot verschil zit in het totaal volume aan deeltjes in de drainput en de vuil draintank.

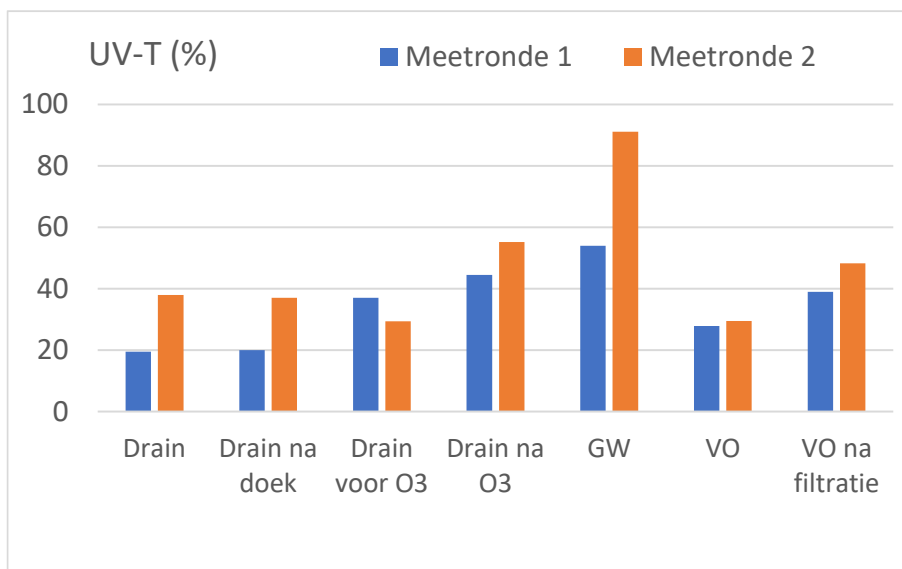
3.1.2 Praktijkbedrijf 17

Bij bedrijf 17 (komkommer op perliet) kan drainwater zowel voor (17.01) als na (17.02) het doekfilter (50 micron) worden gemeten. Het drainwater voor (17.04) en na ozonbehandeling (17.05) is gemeten (zie **Figuur 3-9** voor het overzicht van het bedrijf).

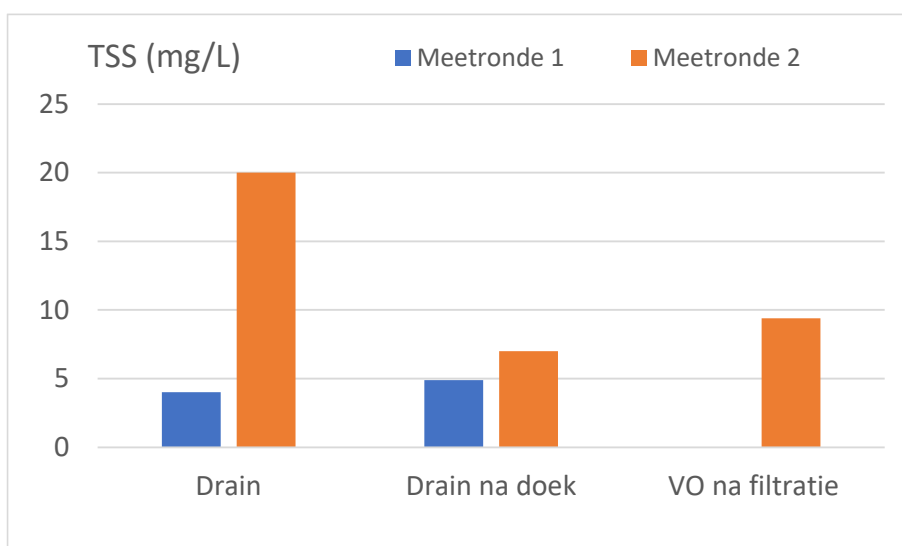


Figuur 3-9 Overzicht teeltsysteem bedrijf 17, met een indicatie van de meetlocaties in de gele en rode cirkels.

In **Figuur 3-10** is duidelijk te zien dat ozon een effect heeft op de UV-T van het drainwater, al is deze meetwaarde voor het toepassen van ozon geen belangrijke parameter. Dit wordt vooral veroorzaakt door het afbreken van opgeloste organische moleculen die UV absorberen. Het doekfilter heeft daarmee geen direct effect op de UV-transmissie van het drainwater. Toevoeging van nutriënten verlaagt de transmissiewaarde.

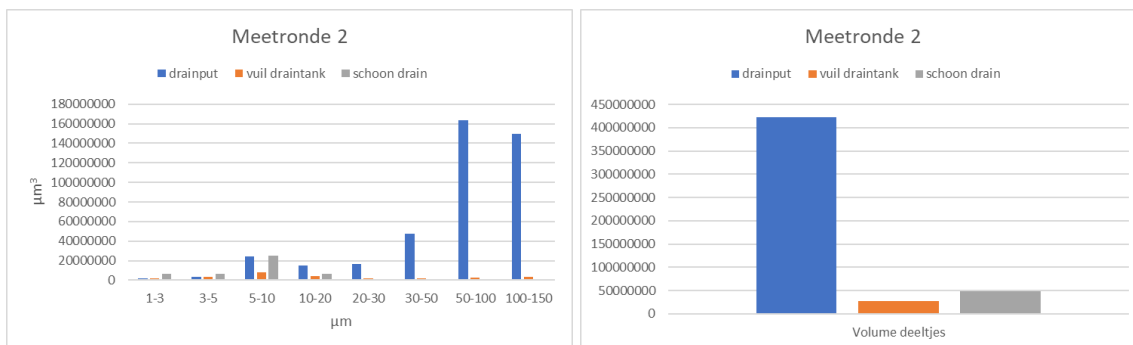


Figuur 3-10 UV-T van praktijkbedrijf 17, in meetronde 1 en 2, op de verschillende monsternamelocaties in het systeem.



Figuur 3-11 TSS van monster van 3 meetpunten bij bedrijf 17. VO=voedingsoplossing.

In **Figuur 3-11** wordt de TSS van de monsters van bedrijf 17 weergegeven. Het verschil tussen meetronde 1 en 2 van het drainmonster is erg groot. In de drainput komt water uit een deel van de kas, en condenswater samen. Als deze verhouding erg verandert, kan dat veel effect hebben op de concentratie in de drain. Perliet kan in het begin van de teelt nog veel deeltjes afgeven. Het is echter de verwachting dat dat bij deze meetrondes geen significante rol heeft gespeeld. Meetronde 1 was aan het eind van de teelt, in november, en meetronde 2 halverwege de teelt in juni. De TSS neemt af na het doekfilter in meetronde 2. Dat geeft aan dat het doekfilter veel deeltjes verwijderd, zoals beoogd. Dit is ook te zien in de grafiek van de DGV (Figuur 3-12). Er is vooral een verschil te zien tussen drainput en vuil draintank (met daartussen een doekfilter), tussen de vuil draintank en de schoon draintank zit geen filter meer, maar alleen een ozon-installatie die geen deeltjes verwijdert.



Figuur 3-12 DGV op basis van volume van meetronde 2 bij bedrijf 17 (links) en totaal volume aan deeltjes op de verschillende punten in het systeem.

3.1.3 Gesprekken met telers

Bij de monsternames is ook gesproken met de telers over hun filtratie- en watersysteem. Hoewel hier geen systematische aanpak is gehanteerd, heeft het wel inzicht in de ervaringen van telers:

- Een van de telers vond een zandfilter beter werken dan een doekfiltratie. Een zandfilter heeft over het algemeen een filtratiegrootte van 0,35-0,6 mm (Handbook of Industrial Water Treatment) en een doekfilter, afhankelijk van het toegepaste doek, >0,15mm. Dit is wel afhankelijk van de snelheid waarmee het water het filter passeert.
- De reden van filtratie heeft vaak te maken met het behouden van de capaciteit van ontsmettingsunits. Echter spelen er soms ook andere factoren mee. Zo wil een van de telers geen deeltjes in het water omdat hij als potplantenkweker potten wil die ook aan de buitenkant schoon ogen. Dat is het best te bereiken met water zonder deeltjes.
- Bij gebruik van een 500 µm zeefbocht ervaarde een teler dat hij die niet te vaak moest schoonmaken om te zorgen dat zijn 100 µm 6matic filter het beste werkte.
- Bedrijf 15 heeft een doekfilter wat alle maten deeltjes gedeeltelijk verwijdert. Bedrijf 17 heeft ook een doekfilter maar daar worden kleine deeltjes niet goed verwijderd. In beide bedrijven gaat er alleen drain over het filter. Bij bedrijf 17 wordt er gemeten na de mengbak. Er komen deeltjes uit de leidingen.
- Het is onduidelijk wat de daadwerkelijke fijnheid is van een (SAF-)filter. Dit lijkt een aanleiding voor het opstellen van een protocol voor het vaststellen van de effectiviteit van filters in het verwijderen van deeltjes.
 - Bedrijf 4: Er staat een SAF filter tussen de vuil en schoon drain. Dit filter doet wel iets, maar niet consistent. De TSS neemt wel af door het filter. Bij de deeltjesgrootte verdeling (DGV) zie je wel effect van het SAF filter (25 micron) maar het is geen absoluut filter. In meetronde 2 is het effect duidelijker dan in meetronde 1.
 - Bedrijf 6: Er staat een filter voor de UV installatie maar het lijkt geen effect te hebben op de UV-T. Dit verwacht je alleen wanneer er veel (grote) deeltjes aanwezig zijn want UV-T wordt bepaald door opgeloste stof, tenzij het water te troebel is voor een goede meting. Je ziet wel effect van het filter op de aanwezige deeltjes.
 - Bedrijf 7: Zowel TSS als DGV geven eenzelfde beeld. Er worden deeltjes verwijderd door het zandfilter. Meetronde 1 is meer effect te zien van het zandfilter dan in meetronde 2. Dit kan komen doordat de tijd tussen het terugspoelen van het filter en de monsternamen niet gelijk is. Dit is bij de praktijkmetingen niet te controleren.
 - Bedrijf 8: Hier is een bandfilter aanwezig en een 6matic filter. Na de filters neemt de TSS af maar er is weinig effect te zien op de DGV. De fijnheid van het filter is niet bekend.

3.2 Pilotproeven

Na de metingen op de praktijkbedrijven is een ideale filterstraat ontworpen, met het oog op zo min mogelijk terugspoelwater. De beste waterkwaliteit is vereist:

- Voordat het water naar de ontsmetter gaat;
- Voordat het water naar de druppelaars gaat.

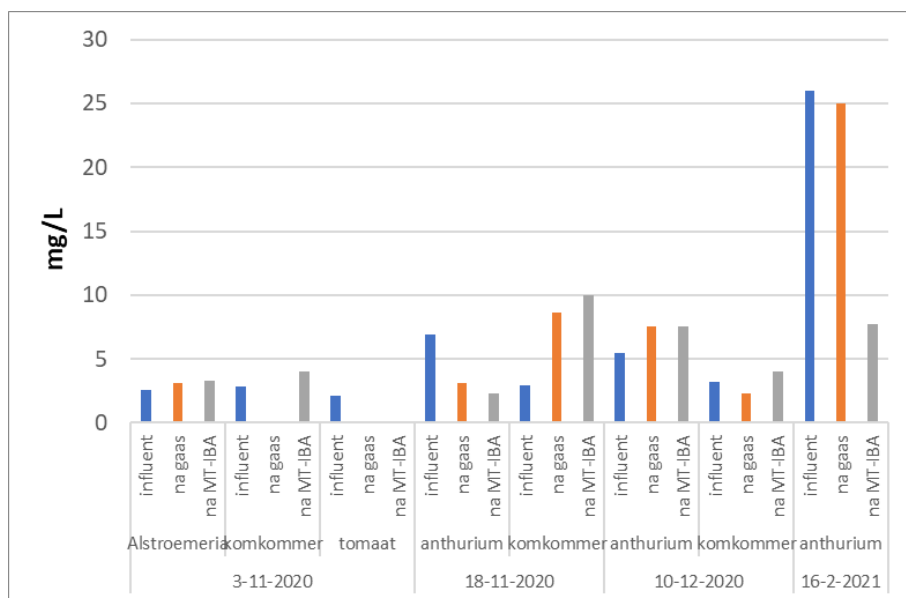
Wanneer naar het totale watersysteem wordt gekeken, is juist filtratie gewenst voordat het water naar de vuil drainsilo gaat. Hier kunnen vuildeeltjes zich ophopen in de sliblaag op de bodem en daar een voedingsbodem vormen voor over het algemeen negatieve micro-organismen, vanwege anaerobe omstandigheden die daar gecreëerd worden. Het terugvoeren van spoelwater van filters naar de vuil draintank draagt bij aan deze ontwikkeling. Om dit te voorkomen zou een inline filter tussen de drainput en de vuil draintank gewenst zijn. Echter, dit zorgt er wel voor dat de capaciteit van de geïnstalleerde filters hoog moet zijn, omdat de pomp het water met een hoge capaciteit uit de drainput verwijderd.

Het voorkomen van verstoppingen in de druppelaars is een ander punt waar filtratie nodig is. Hier is echter geen fijne filtratie nodig, omdat de druppelaars wel kunnen omgaan met deeltjes. Toepassing van een politiefilter (150 µm) is hier voldoende.

De pilotproeven hadden als doel om de ontworpen filterstraten te testen met praktijkwater, onder gecontroleerde omstandigheden. Hiervan kon geleerd worden om het ontwerp eventueel te verbeteren voordat de filters teruggeplaatst zouden worden bij de commerciële bedrijven in de laatste fase van dit project.

3.2.1 Filterstraat 1

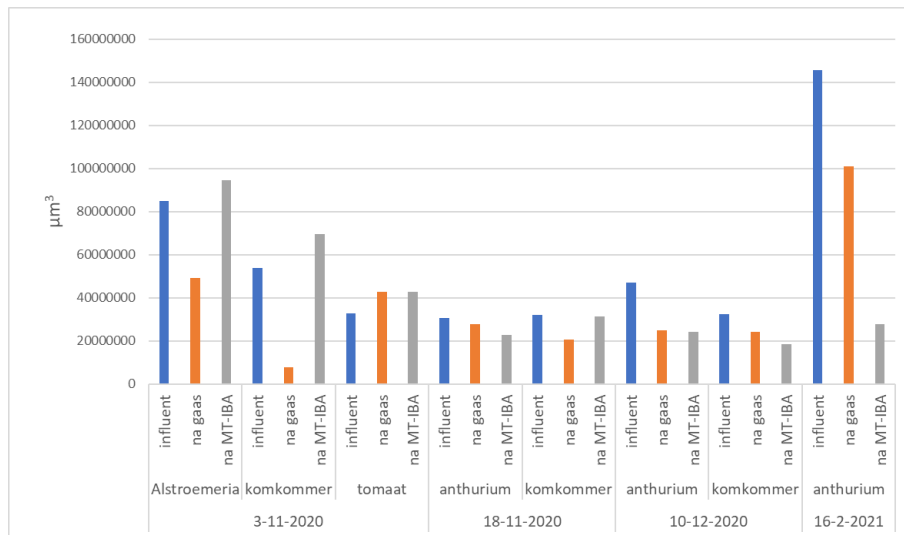
Op 3 november 2020 is water verzameld van alstroemeria, tomaat en komkommer. Dit water is als aparte batches over de filterstraten geleid. Op 18 november en 10 december is water van anthurium en komkommer verzameld en over de teststraat geleid. Op 16 februari 2021 is vervolgens water van anthurium verzameld en over de teststraat geleid. Het influent is bemonsterd, het water na het gaasfilter en tenslotte het water na het MT-IBA filter. Het gaasfilter heeft een filtratiegrootte van 50 µm, het MT-IBA van 3 µm. Dat is een stuk fijner dan gebruikelijk in de glastuinbouw.



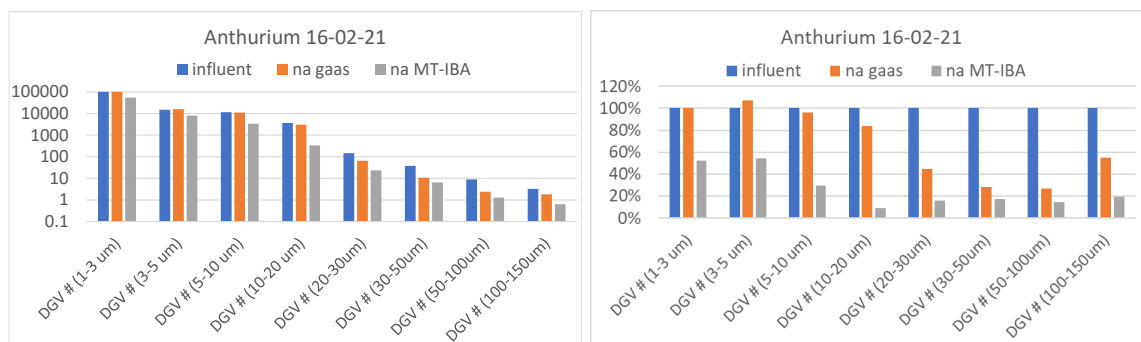
Figuur 3-12 TSS van filterstraat 1.

De TSS is een maat voor het aantal deeltjes >2 µm. De resultaten van de TSS metingen staan in **Figuur 3-12**. De verwachting was dat TSS al gedeeltelijk afneemt door het gaasfilter maar dat vooral het MT-IBA filter hier invloed op heeft. Bij een aantal metingen wordt ook gezien dat TSS afneemt door filtratie, bijvoorbeeld bij tomaat en anthurium. Echter is het beeld niet erg consequent. Bij de meting van 18 november 2020 van komkommer neemt de TSS concentratie juist toe na filtratie. Dit kan niet verklaard worden door de opzet van het experiment.

Het volume aan deeltjes is weergegeven in **Figuur 3-13**. Het volume aan deeltjes neemt niet altijd af door filtratie, met name te zien in de eerste meetserie in november. In de overige metingen is wel een afname van het volume aan deeltjes te zien na filtratie ten opzichte van het influent. De achterliggende data van de DGV voor deze filterstraat zijn te vinden in Bijlage 18.

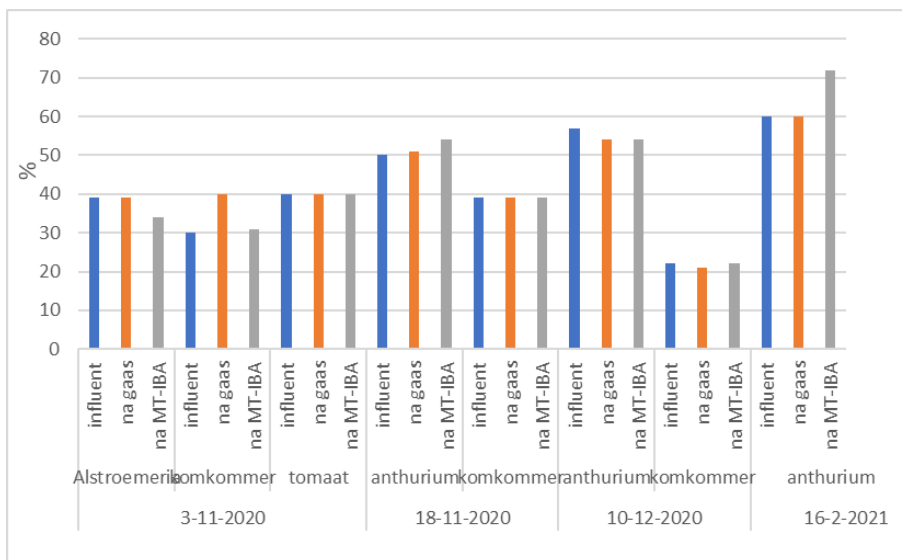


Figuur 3-13 Volume deeltjes per mL in influent en na beide filters bij filterstraat 1.



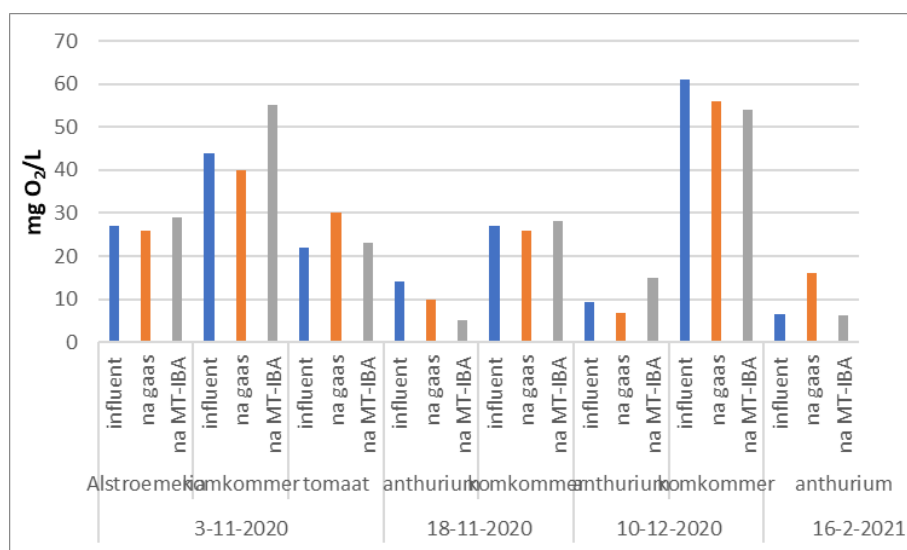
Figuur 3-14 Deeltjesgrootteverdeling (links) en percentage resterend (rechts) van anthurium op 16 februari 2021 in filterstraat 1.

Anthurium laat heel duidelijk zien wat het effect van de filtratie is, zie **Figuur 3-14**. Bij de fracties tot 20 µm heeft het gaasfilter nauwelijks effect, terwijl het wel zorgt dat grotere deeltjes verwijderd worden. Het MT-IBA filter heeft al vanaf de kleinste fractie deeltjes een effect op het aantal deeltjes. In deze monsters zijn de resultaten zoals verwacht.



Figuur 3-15 UV-T van teststraat 1.

De UV-T van het water is gemeten, zie **Figuur 3-15**. De UV-T van anthurium is hoger dan van komkommer, alstroemeria en tomaat. Bij een aantal metingen neemt de UV-T toe door filtratie, bij een aantal af. Er is geen duidelijk trend te zien. De UV-T wordt voornamelijk bepaald door het aantal opgeloste stoffen. Die worden door deze filters niet verwijderd en een duidelijke verandering is daarom ook niet te verwachten.



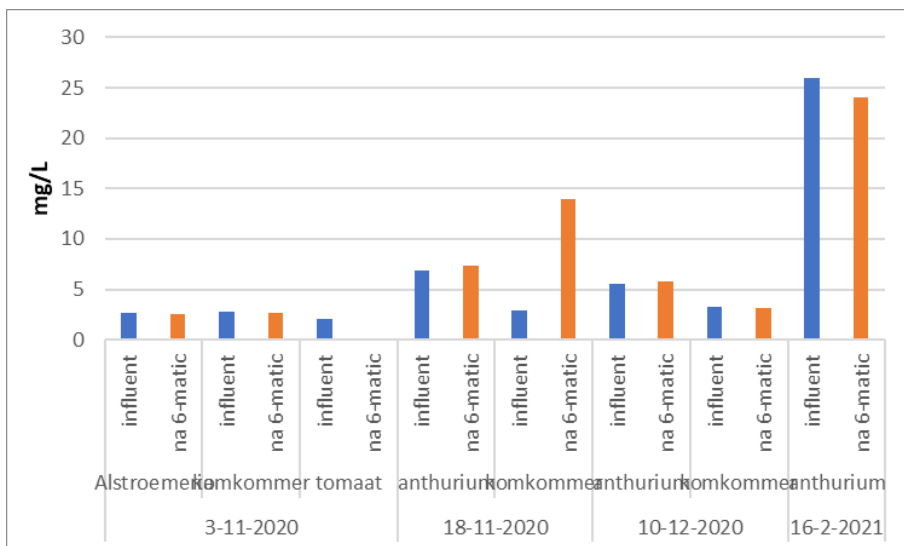
Figuur 3-16 CZV in filterstraat 1.

CZV wordt gewoonlijk gemeten na filtratie van het monster en is daardoor alleen een maat voor het aantal opgeloste stoffen. Filtratie met deze filterstraat laat ook geen duidelijke afname van de CZV concentratie zien, wat ook niet te verwachten was, zie **Figuur 3-16**.

Hoewel het beeld niet altijd heel eenduidig was, lijkt filtratie met filterstraat 1 wel een effect te hebben op het volume deeltjes die aanwezig zijn in het water.

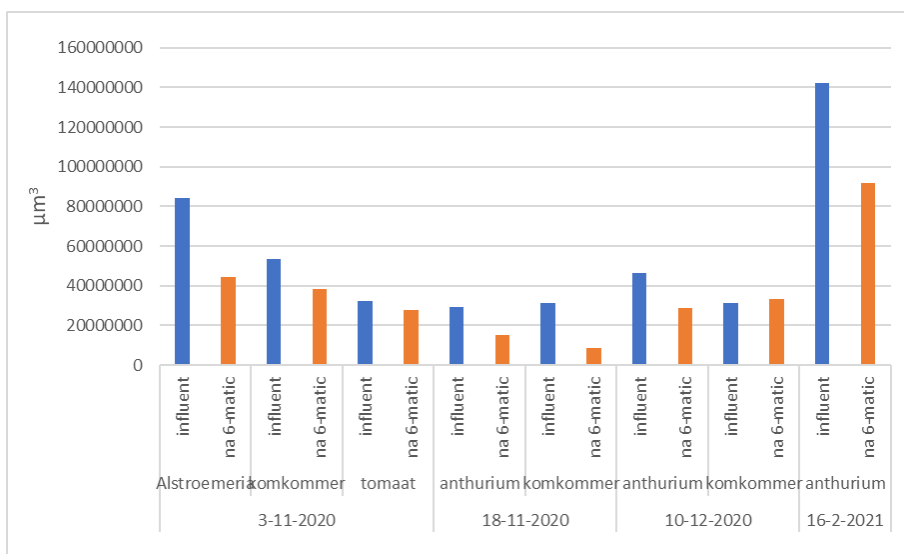
3.2.2 Filterstraat 2

Filterstraat 2 bestond uit één filterstap: een 6-matic filter van 25 micron, wat fijner is dan gebruikelijk. De TSS concentratie werd nauwelijks beïnvloed door het filter. Bij een aantal monsters werd een lichte afname gezien. Echter werd ook een aantal keer een toename waargenomen, zie **Figuur 3-17**.

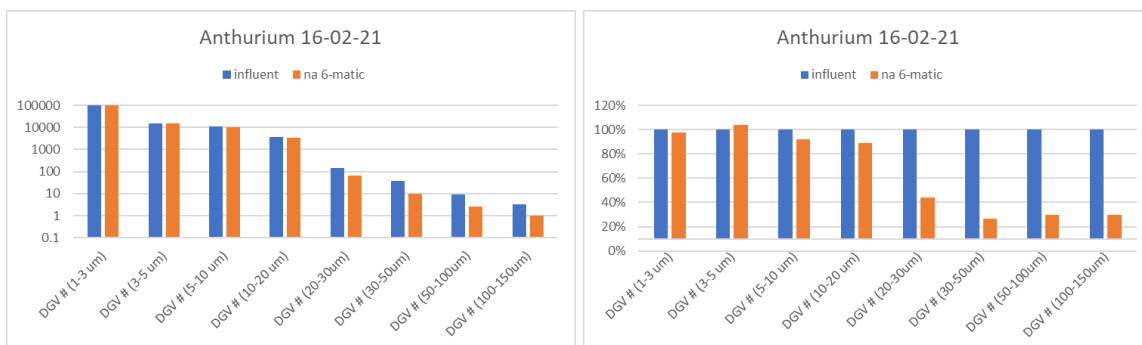


Figuur 3-17 TSS concentratie bij filterstraat 2.

In **Figuur 3-18** is het volume aan deeltjes te zien in alle monsters voor filterstraat 2. Hierin is te zien dat het 6-matic filter een goed effect heeft op het verwijderen van deeltjes uit het water. De DGV van een enkele meting is te zien in **Figuur 3-19**. Hierbij is duidelijk te zien dat het 6-matic filter van 25 μm vanaf ongeveer 20 μm een effect heeft op het verwijderen van deeltjes.

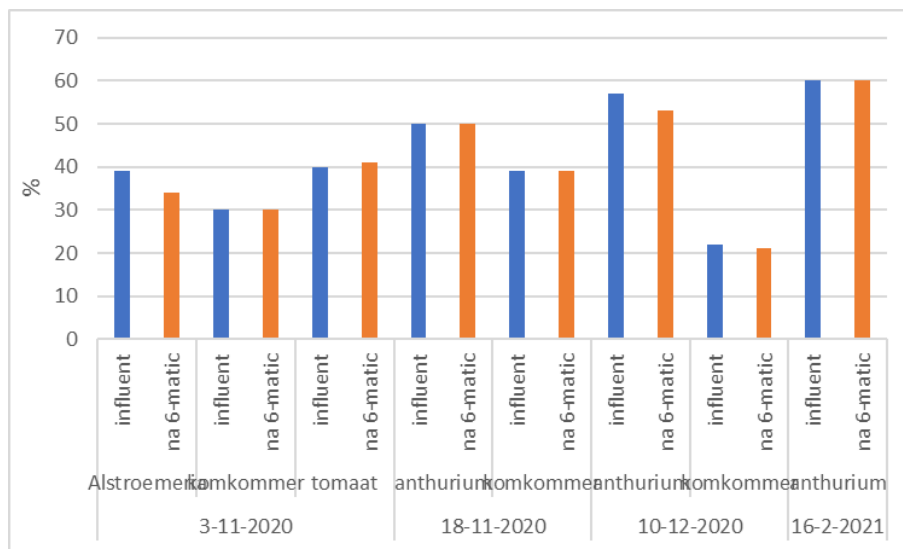


Figuur 3-18 Totaal volume aan deeltjes, gebaseerd op DGV meting, voor en na filtratie door filterstraat 2.

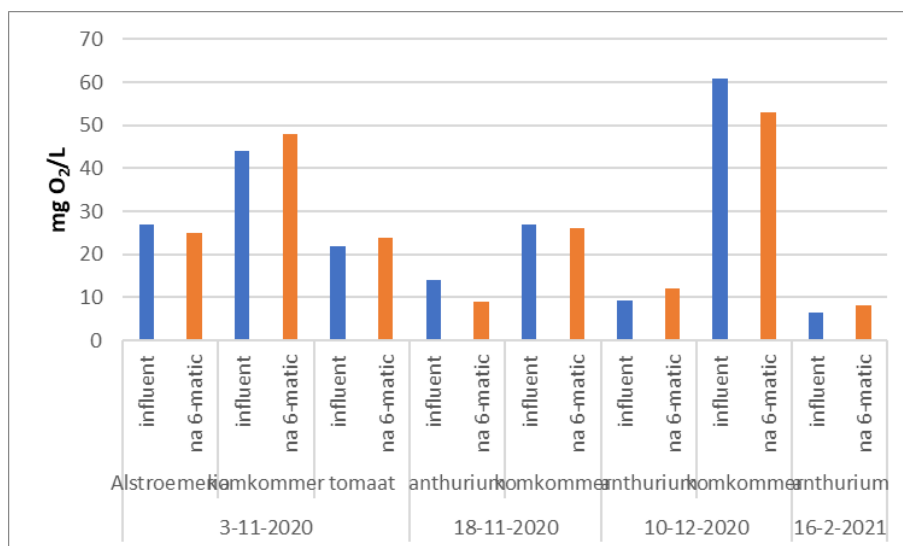


Figuur 3-19 Deeltjesgrootteverdeling (links) en percentage resterend (rechts) van anthurium op 16 februari 2021 in filterstraat 2.

Het verwijderen van deze deeltjes heeft geen duidelijk effect op de UV-T van het water (**Figuur 3-20**), omdat met name opgeloste deeltjes hier een effect op hebben.



Figuur 3-20 UV-T van onbehandeld en behandeld water door filterstraat 2.

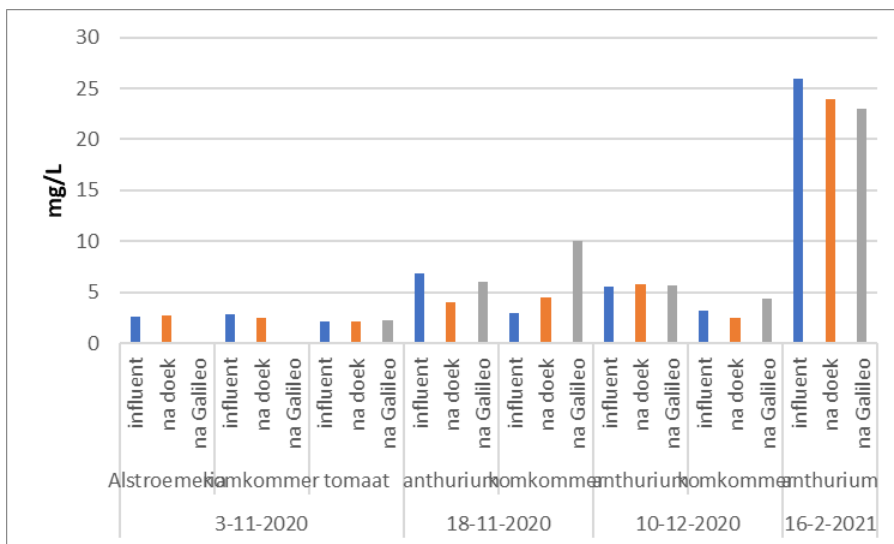


Figuur 3-21 CZV-concentraties bij filterstraat 2.

De CZV waarde geeft vooral een indicatie van de opgeloste stoffen. Het filter heeft hier nauwelijks invloed op, zoals ook te zien in **Figuur 3-26**.

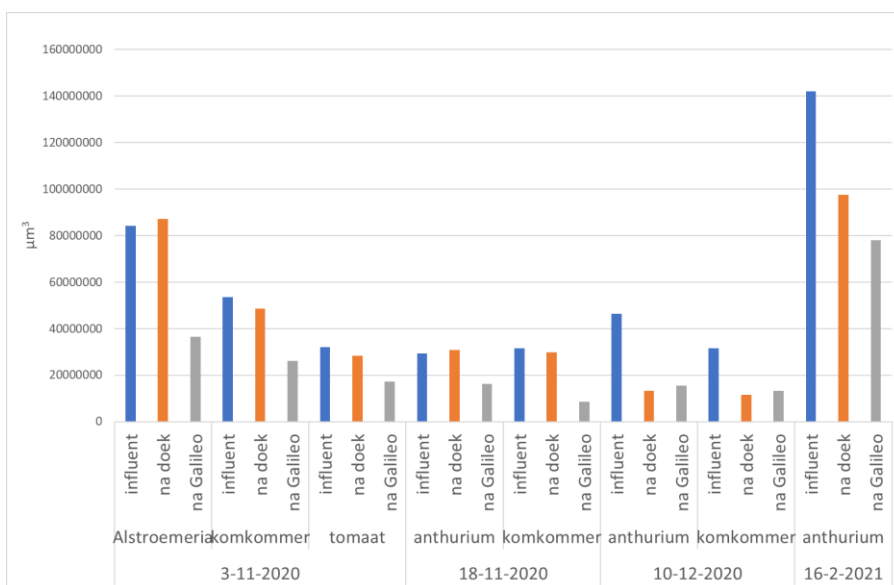
3.2.3 Filterstraat 3

Filterstraat 3 bestaat uit een doekfilter van 50 micron gevolgd door een Galileo L Air Assist van 10 µm. 10 micron is fijner dan gebruikelijk in de glastuinbouw.



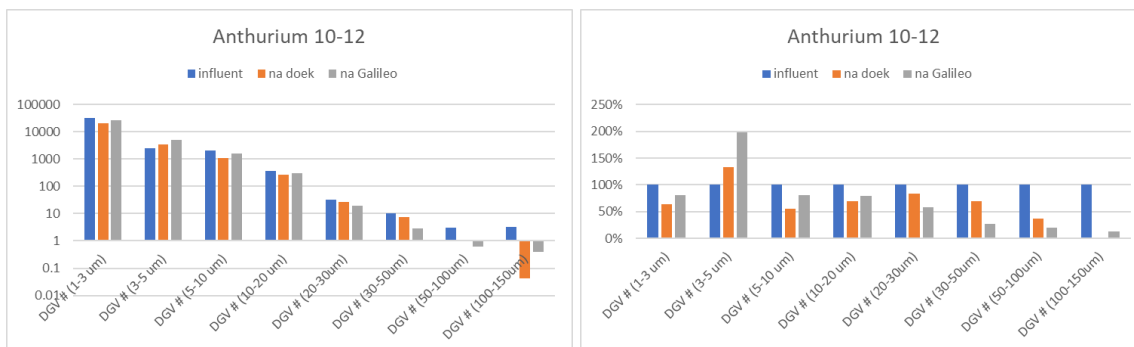
Figuur 3-22 TSS concentratie in filterstraat 3.

De TSS concentratie werd niet duidelijk beïnvloed door de filters (**Figuur 3-22**). TSS meet deeltjes vanaf 2 μm , en meet daarmee ook deeltjes kleiner dan de 10 μm die de Galileo air assist verwijdert. Bij de meeste monsters is een afname van de TSS te zien ten opzichte van het influent. Bij anthurium op 16 februari is dit het duidelijkste als trend te zien. Er is geen duidelijke verklaring voor de toename van TSS bij komkommer op 18 november.

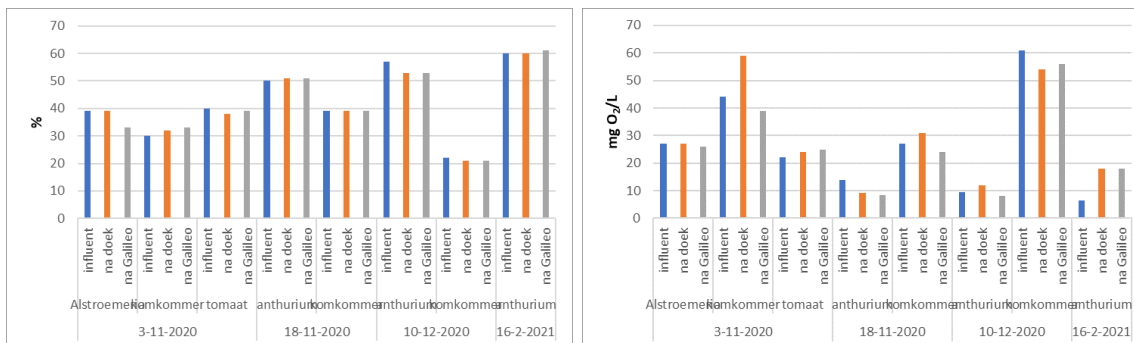


Figuur 3-23 Totaal volume aan deeltjes per mL in filterstraat 3

Na het doekfilter neemt het aantal deeltjes bij de meeste monsters af. Hoewel het doekfilter 50 μm is, en vooral grote deeltjes verwijdert, is dit goed terug te zien in de monsters, zie Figuur 3-23. Na het doekfilter breekt een aantal grote deeltjes mogelijk uiteen in kleinere deeltjes. Het totaal volume aan deeltjes neemt namelijk bij de meeste monsters af (zie Figuur 3-23), maar het aantal deeltjes in de kleinste categorieën neemt vaak toe, zie bijvoorbeeld Figuur 3-24 en Bijlage 18. Hierin is duidelijk het effect van de twee filters te zien. Bij de fractie deeltjes van 1-3 micron is er geen duidelijk verschil tussen de drie watermonsters. Na het doekfilter neemt het aantal relatief kleine deeltjes (< 30 micron) toe, terwijl het aantal grotere deeltjes afneemt (>50 micron). Dit is ook de verwachting bij een doekfilter van 50 micron. Het Galileo filter is veel fijner. Daar zie je dat het filter ook geen effect heeft op de kleinste fracties, maar vanaf 5-10 micron duidelijk deeltjes verwijdert. Het filter doet dus wat er verwacht wordt. Ook hier is echter weer te zien dat alle filters geen absolute filters zijn. Doordat de filters aan het begin van de proef allemaal zijn teruggespoeld, is er geen opbouw geweest van een filterkoek. Bij een filterdoek kan dat bijdragen aan de fijnheid van het filter.



Figuur 3-24 Deeltjesgrootteverdeling (links) en percentage resterend (rechts) van anthurium op 10 december 2020 in filterstraat 3.



Figuur 3-25 UV-T (links) en CZV concentratie (rechts) in filterstraat 3.

De CZV concentratie en UV-T waarde zijn niet duidelijk beïnvloed door de filters (**Figuur 3-25**), zoals verwacht.

3.2.4 Discussie en conclusie pilot filterstraten

In filterstraat 2 en 3 werd waargenomen wat verwacht werd op basis van de gegevens van de toeleveranciers. Een groot deel van de deeltjes van de aangegeven grootte werd verwijderd, terwijl kleinere deeltjes niet verwijderd werden. De filters zijn echter geen absolute filters. Het is ook duidelijk dat een groot deel van de deeltjes erg klein zijn en pas verwijderd worden door een zeer fijn filter zoals het 3 micron MT-IBA filter zoals in filterstraat 1. Bij alle drie de filterstraten werd een toename van de waterkwaliteit visueel waargenomen.

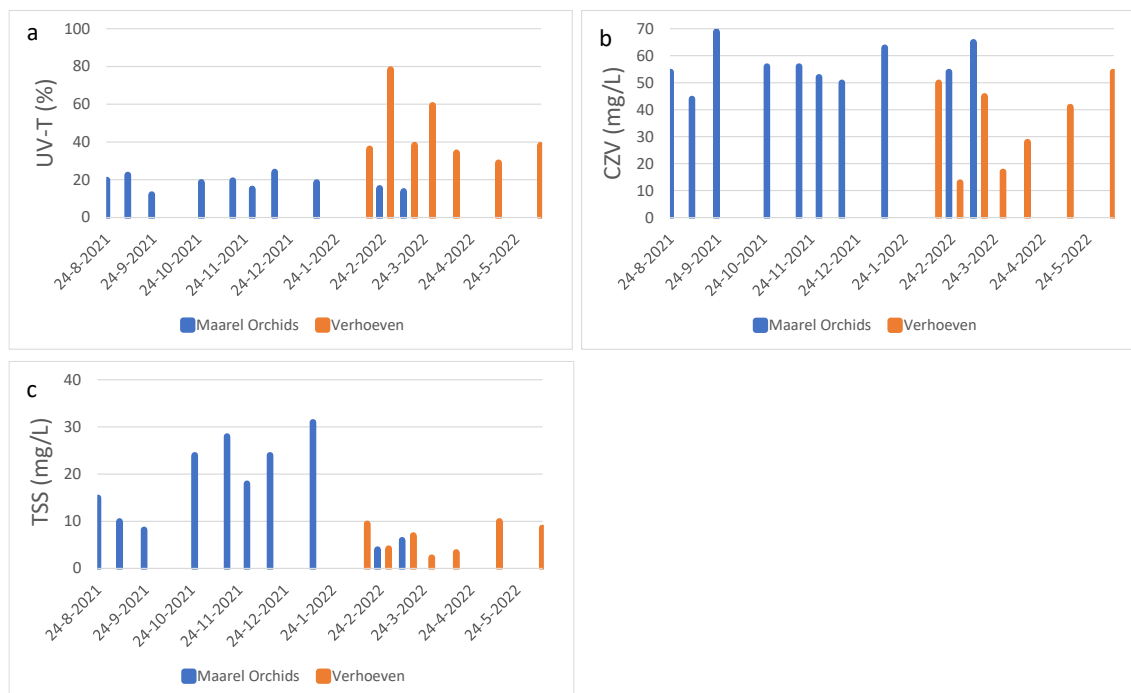
Veelgebruikte ontsmetters werken op basis van UV. De UV-T werd niet beïnvloed door de filters en de desinfectie door UV zal daardoor minimaal beïnvloed worden door een betere filtratie. Ook CZV, een belangrijke parameters bij gebruik van ozon voor ontsmetten, werd niet duidelijk beïnvloed door filtratie. Filtratie zal ook de benodigde hoeveelheid ozon daarmee niet significant verlagen. Het beeld is echter wel enigszins vertekend doordat zowel UV-T als CZV in oplossing zijn gemeten, terwijl de aanwezigheid van deeltjes wel een extra ozonvraag kan opleveren. Ook kunnen deeltjes het UV-licht in een ontsmetter blokkeren en daarmee de ontsmetting negatief beïnvloeden. Dat effect kon echter met deze metingen niet goed vastgesteld worden.

Een andere reden voor het gebruik van fijne filtratie is het minder verstopen van druppelaars en ontstaan van een sliblaag op de bodem van draintanks. De filters zorgen inderdaad voor een verwijdering van deeltjes en dat zal een positief effect hebben op de druppelaars. Druppelaars kunnen ook door andere oorzaken (zoals afzetting van kalk) verstopt raken. Die oorzaken worden niet weggenomen door filtratie. Zeker capillaire druppelaars raken snel verstopt door het hechten van vuil aan de wand doordat het water er nagenoeg stil staat. Het afwezig zijn van vuildeeltjes is dan van extra belang, en een goede filtratie draagt daaraan bij.

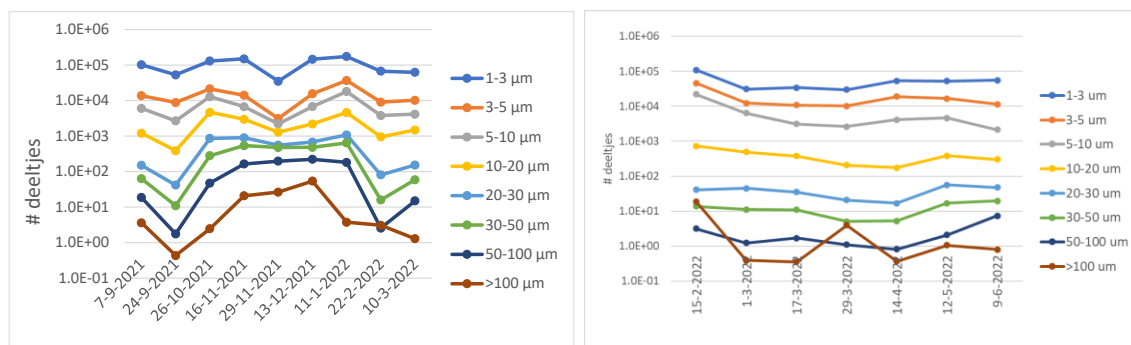
3.3 Praktijkdemonstratie

3.3.1 Samenstelling drainwater

Bij Maarel Orchids en Verhoeven QH is de samenstelling van het drainwater gedurende een aantal maanden een paar keer gemeten voor de UV-transmissie (**Figuur 3-26.a**), chemisch zuurstof verbruik (CZV; **Figuur 3-26b**) en totaal gesuspendeerde stoffen (TSS; **Figuur 3-26c**). Er is een duidelijk verschil in UV-T tussen de twee bedrijven. Bij Maarel Orchids wordt rood ijzer (EDDHA) gebruikt in de bemesting, hiervan is bekend dat het de UV-T sterk verlaagt. Dit zorgt voor een over het algemeen al lage UV-T, waardoor het effect van overige stoffen op deze parameter niet heel duidelijk zichtbaar is. Er lijkt geen sterk verband te bestaan tussen UV-T, CZV en TSS. De grafieken laten duidelijk zien dat de verschillen in watersamenstelling tussen bedrijven groot kunnen zijn en dat er ook variatie is gedurende het teeltseizoen.



Figuur 3-26 De samenstelling van het drainwater bij Maarel Orchids en Verhoeven QH voor UV-T (a), CZV (b) en TSS (c).



Figuur 3-27 Deeltjesgrootteverdeling vuil drainwater bij Maarel Orchids (links) en Verhoeven QH (rechts) tijdens de meetperiode.

3.3.2 Filterstraat Maarel Orchids

De filterstraat bij Maarel Orchids bestond uit een gaasfilter van 25 micron (*Fiber Filtration*) en een MT-IBA filter van 3 micron (*Fiber Filtration*) en is als parallelle filterstraat geplaatst naast het bestaande SAF-filter. Het SAF filter verwijdert deeltjes van 20 µm en groter, maar is niet absoluut. In afwisselende periodes is het water over de ene of de andere filteropstelling geleid. Het spoelwater van de geplaatste filterstraat werd opgevangen in een aparte spoeltank en van daaruit met een klein pompje op een fijn doekfilter (100 g/m²) gebracht. Het gefilterde water werd met een pomp teruggeleid naar de teeltvloer en van daaruit opgevangen in de vuil draintank. Na de filters wordt het water over een Vialux HD-UV ontsmettingsinstallatie geleid.

Tijdens de testperiode is op 3 data bemonsterd in periodes dat het water over het SAF filter geleid werd (oude opzet), zie voor resultaten DGV **Figuur 3-28**. Uit de figuren blijkt dat het SAF filter over het gehele spectrum aan deeltjesgroottes deeltjes uit het water verwijdert en daarmee een groot effect heeft op het totaal volume aan deeltjes in het water. **Figuur 3-29** laat zien dat dit effect over het algemeen nog groter is voor de combinatie van screenfilter en MT-IBA, met een grotere verwijdering van volume van deeltjes. Let op: een grote sprong percentage in de categorie >100 µm kan een verschil van slechts 1 deeltje/mL in de meting zijn. Op de eerste meetdatum is het volume aan deeltjes na het gaasfilter groter dan in de draintank. Hiervoor is geen verklaring gevonden.

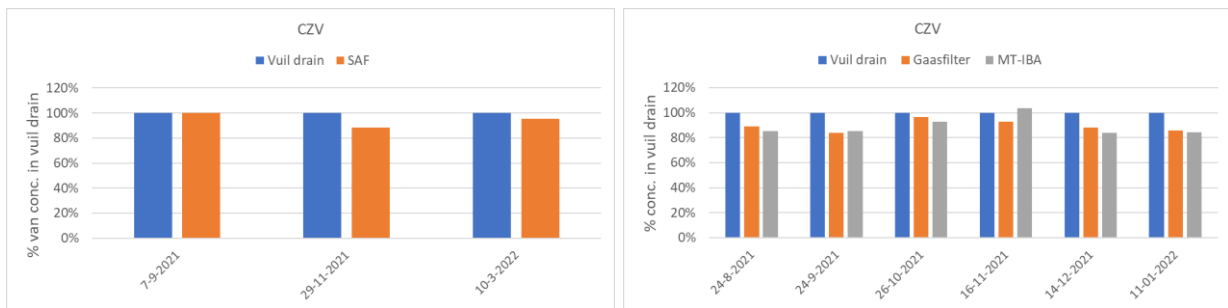


Figuur 3-28 Percentage van het totale volume aan deeltjes (links) en percentage van aantal deeltjes per categorie (rechts) ten opzichte van water uit de vuil draintank na toepassing van het SAF filter op de verschillende meetmomenten.



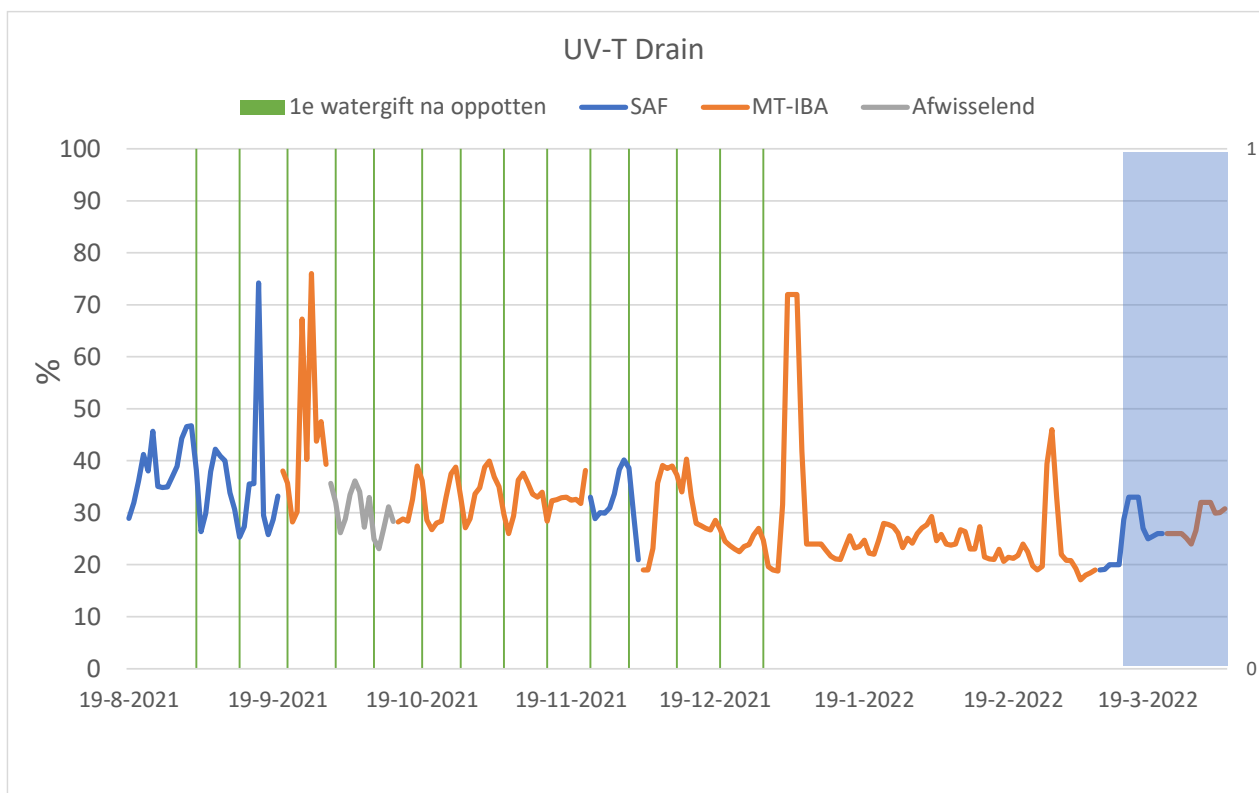
Figuur 3-29 Percentage van het totale volume aan deeltjes (links) en percentage van aantal deeltjes per categorie (rechts) ten opzichte van water uit de vuil draintank na toepassing van het screen filter en het MT-IBA filter.

De resultaten van de metingen van chemisch zuurstof verbruik (CZV) zijn te zien in **Figuur 3-30**. Er lijkt een trend zichtbaar dat de nieuwe filterstraat een klein effect heeft op CZV, maar dit is niet significant vastgesteld.



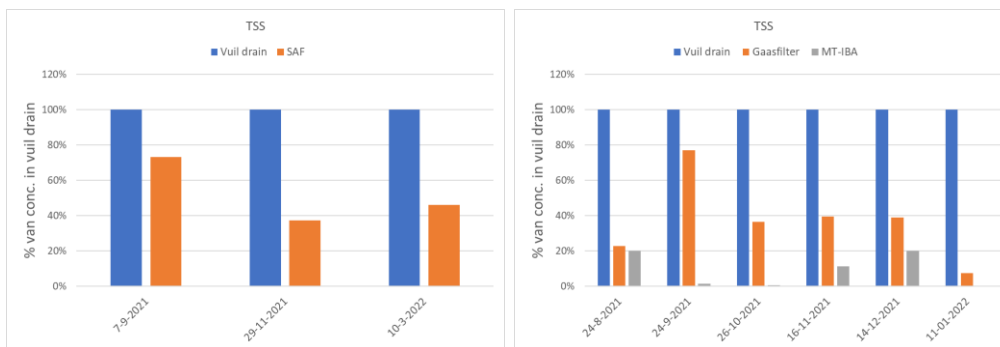
Figuur 3-30 Effect van filters op het chemisch zuurstof verbruik (CZV).

Er is niet direct een verschil gevonden tussen de twee filters in effect op de UV-transmissie van het drainwater en op de capaciteit van de UV-ontsmetter (**Figuur 3-31**).



Figuur 3-31 UV-T gemeten in de Vialux HD-UV-ontsmetter. Blauwe blok is verdunning van het drainwater met hemelwater voor verhoging van de UV-T.

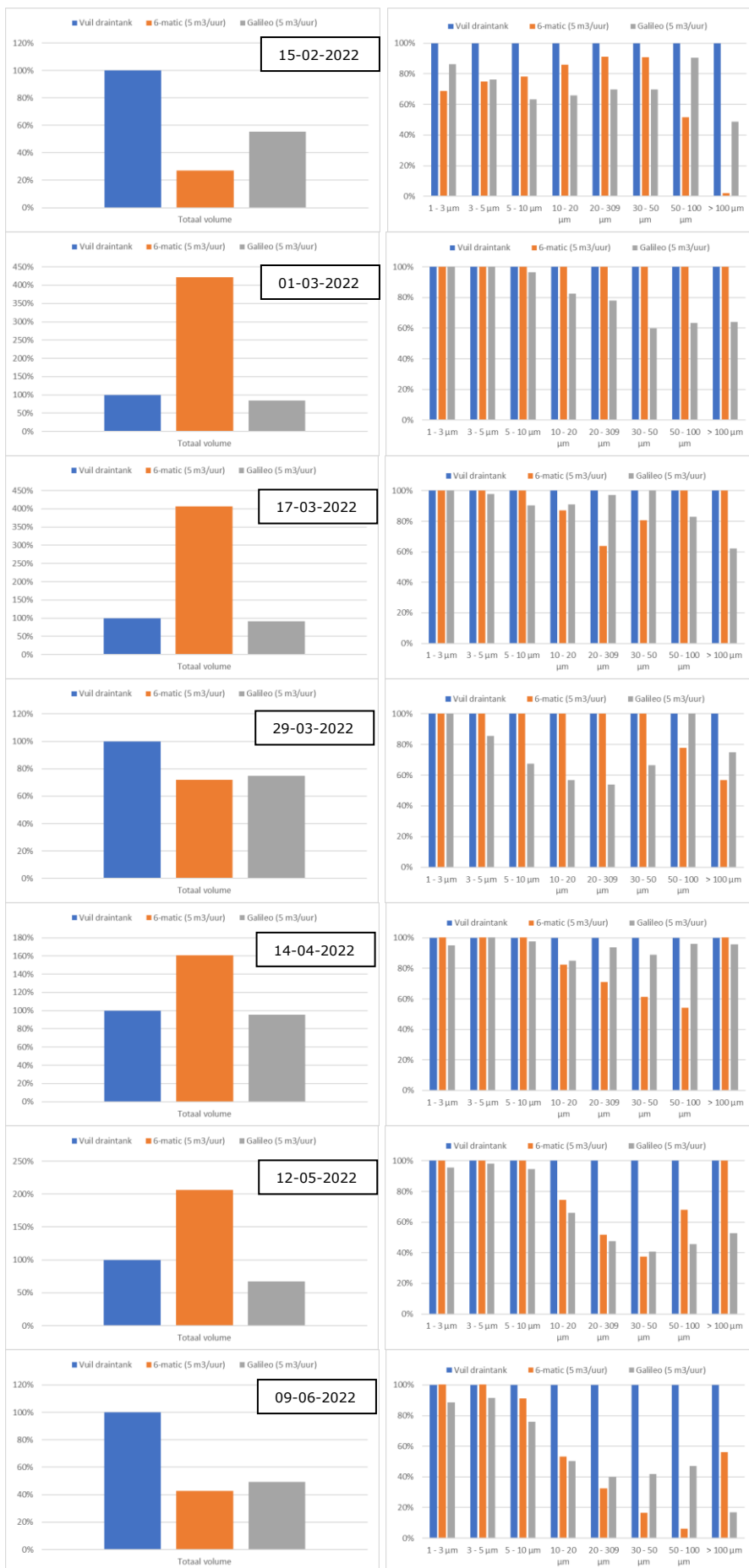
Voor de TSS ($>2 \mu\text{m}$) is een duidelijk effect te zien van de filterstraten (**Figuur 3-32**). Het SAF filter en het gaasfilter in de nieuwe filterstraat hebben een vergelijkbaar effect, waarna het MT-IBA filter nog een flinke extra stap zet in de verwijdering van massa aan deeltjes.



Figuur 3-32 TSS van onbehandeld en behandeld water bij Maarel Orchids bij de twee toegepaste filterstraten.

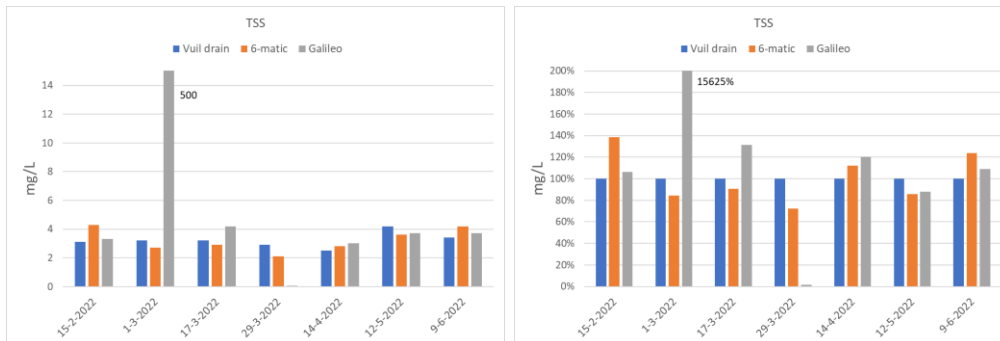
3.3.3 Filterstraat Verhoeven QH

Bij Verhoeven is een combinatie neergezet van een doekfilter die tussen de drainput en de vuildrainput staat, en na de vuildrainput is een 25 micron UDI-6-matic filter neergezet gevolgd door een 10 micron UDI Galileo L disc filter. Hiermee is de nieuwe filterstraat nageschakeld aan de bestaande installatie. De filtratie wordt hiermee gebruikt als voorfiltratie voor ontsmetting met ozon.



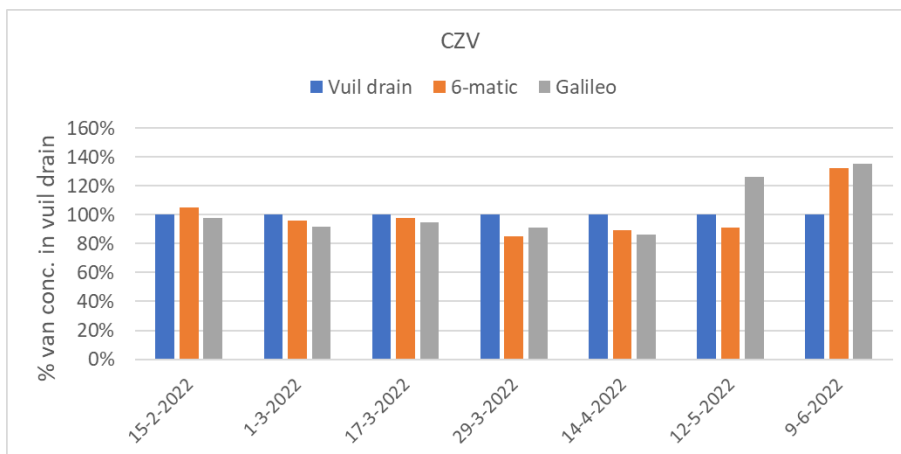
Figuur 3-33 Percentage van het totale volume aan deeltjes (links) en percentage van aantal deeltjes per categorie (rechts) ten opzichte van water uit de vuil draintank na toepassing van het 6-matic filter en het Galileo filter.

In **Figuur 3-33** is te zien dat niet alle metingen heel consistent zijn. Er is wel een trend zichtbaar dat het 6Matic filter vanaf de categorie 10 – 20 µm deeltjes uit het water verwijdert en dat de Galileo begint bij 3 – 5 µm. Bij de grotere deeltjes lijkt samenklontering van deeltjes plaats te vinden, waardoor er percentages boven de 100% te vinden zijn. Over het algemeen verwijderen de filters wel volume aan deeltjes uit het water. Hetzelfde beeld komt naar voren uit de metingen van TSS voor deeltjes >2 µm (**Figuur 3-34**).



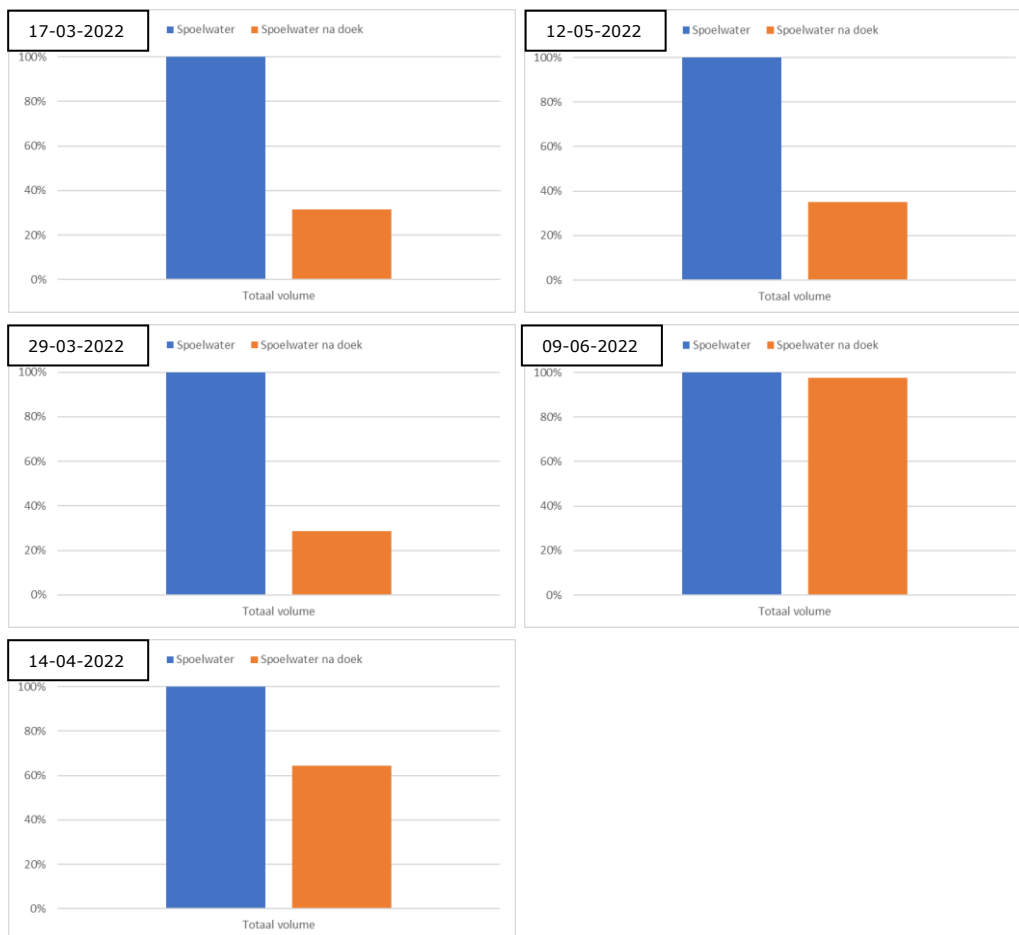
Figuur 3-34 TSS metingen op de verschillende momenten van monsternamen bij Verhoeven.

Er lijkt wel een (klein) effect te zien in de CZV waarde van het drainwater door toepassing van filtratie (**Figuur 3-35**).



Figuur 3-35 CZV meting op de verschillende momenten van monsternamen bij Verhoeven.

Het doekfilter is in deze opstelling op een innovatieve manier toegepast: het spoelwater van de twee andere filters wordt apart opgevangen en vervolgens met een klein pompje op het doek geleid, zodat het water de tijd krijgt om gefilterd te worden. Op deze manier kan er een filterkoek opgebouwd worden op het doek, waardoor filtratie fijner wordt en minder doek gebruikt hoeft te worden. De resultaten zijn te zien in **Figuur 3-36**. Het in deze stap verwijderde volume aan deeltjes is de feitelijke hoeveelheid deeltjes die uit het systeem verwijderd wordt.



Figuur 3-36 Resultaten voor het totaal verwijderde volume aan deeltjes door toepassing van een fijn doekfilter op het spoelwater.

4 Discussie & aanbevelingen

Filtratie is een belangrijk onderdeel van een goed werkend irrigatiesysteem; het voorkomt verstoppingen en vorming van een sliblaag in opslagtanks en zorgt voor de goede werking van nageschakelde desinfectietechnieken. Het is in het voorliggende onderzoek echter moeilijk gebleken om het directe effect van filters op de aanwezigheid van deeltjes vast te stellen. Hier zijn een aantal mogelijke oorzaken voor aan te wijzen:

- De methode van meting van deeltjesgrootteverdeling (DGV) maakt een 1-dimensionale inschatting van de afmeting van deeltjes. Een langwerpige, dunne deeltjes kan daarom gezien worden als heel klein, of heel groot, afhankelijk van de oriëntatie ten opzichte van de sensor. Met name voor vezelige deeltjes van organische substraten speelt dit een rol, voor zand en algen is dit minder relevant.
- De DGV-metingen konden niet op locatie worden uitgevoerd. Hierdoor werden de monsters eerst opgeslagen, waarbij bezinking plaatsvindt. Ook samenklonteren van deeltjes komt voor, waardoor een verkeerd beeld kan ontstaan.
- Monsternamenpunten waren niet altijd op de handigste plekken beschikbaar. Dit zorgt ervoor dat monsters soms uit buffertanks genomen moeten worden, waarbij een historische opbouw van deeltjes in deze buffer het beeld van het onbehandelde of behandelde monster kan verstoren.

Het is in het onderzoek wel duidelijk geworden dat een eenduidige vaststelling van filtratiefijnheid van belang is voor communicatie over filters. Zonder achterliggende data mogen leveranciers nu een filtratiefijnheid claimen. Hierdoor kan het voorkomen dat een filter met 5% verwijdering van deeltjes van 20 – 30 µm dezelfde classificatie van 25 µm krijgt als een filter dat >80% van deze deeltjes verwijdert. Een protocol voor het vaststellen van de filtratiefijnheid zou hier meer inzicht in kunnen bieden. Dit protocol zou gebruik moeten maken van water met een standaard samenstelling voor DGV, met een directe meting na monsternamen.

Het lange termijn effect van effectievere filtratie zou vooral moeten zitten in het minder vaak hoeven schoonmaken van buffertanks (verwijderen slib) en mogelijk het daardoor minder opbouwen van pathogenen in het irrigatiesysteem. Deze zaken konden in het huidige onderzoek niet worden vastgesteld.

5 Conclusies

5.1 Praktijkmetingen

Het effect van de bemonstering lijkt soms groter dan het effect van de filters. Er is vaak geen monsterpunt aanwezig op een goede plek zoals bijvoorbeeld direct na een filter. Daarnaast wordt er bemonsterd op het moment dat de monsternemer aanwezig is. Het is dan niet bekend of het filter zojuist heeft teruggespoeld, of juist al een tijdje loopt na de laatste keer terugspoelen. Dit kan invloed hebben op de meetresultaten.

Er is geen consistent effect te zien van filtratie op de UV transmissie. Dit is ook niet te verwachten, omdat UV-T een maat is voor opgeloste stoffen die UV-licht adsorberen. Filtratie heeft betrekking op niet-opgeloste deeltjes. Ook de redoxpotentiaal en CZV worden niet consistent beïnvloed door de filters, want ook dit zijn parameters die een maat zijn voor opgeloste stoffen. Er is daarnaast ook geen consistent effect te zien van filtratie op de TSS concentratie in het water, terwijl dit wel verwacht zou worden. Met TSS worden deeltjes gemeten $>2\mu\text{m}$. Verwacht zou worden dat grotere deeltjes verwijderd worden met het filter en dat dit terug te zien is in de TSS concentratie. Dat is echter niet duidelijk te meten. De filters zijn geen absolute filters. Ook na het filter zijn er nog veel deeltjes aanwezig die groter zijn dan de poriegrootte van de filters. Toch is er soms wel een effect van het filter te zien als gekeken wordt naar het aantal deeltjes, of het volume van de deeltjes voor en na het filter.

Bij bedrijf 8 zijn ook metingen gedaan in het spoelwater. Het spoelwater voert wel degelijk deeltjes af, wat aangeeft dat de filters een effect hebben.

5.2 Pilotproeven

De pilotproeven lieten verschillende resultaten zien. Bij filterstraat 1 werd in een aantal monsters duidelijk het effect van filtratie gezien op het aantal, en volume van, de deeltjes. Echter, bij een aantal tests was dat effect minder duidelijk. Hiervoor was geen verklaring. Het MT-IBA liet een minder duidelijk effect zien dan was verwacht op basis van de aangegeven grootte van het filter. Bij filterstraat 1 werden deeltjes $>20\mu\text{m}$ gedeeltelijk verwijderd, zoals verwacht van het $25\mu\text{m}$ 6Matic filter. Ook dit filter is niet absoluut

De pilotproeven waren kortdurend. Er werd steeds gemeten nadat de filters waren teruggespoeld. Dit zou een eenduidig beeld moeten geven, maar dat was niet voor alle monsters zo. Het blijkt dat zelfs onder gecontroleerde omstandigheden de effecten van de filters moeilijk te meten zijn, of dat de filters niet altijd consequent de resultaten geven zoals verwacht.

5.3 Praktijkdemonstratie

De praktijkdemonstraties hebben laten zien dat de watersamenstelling van de beide bedrijven erg verschillend is. Bij Maarel Orchids werd een duidelijke afname van het volume aan deeltjes gezien, bij het bestaande SAF-filter maar in nog grotere mate bij de nieuwe filterstraat met daarin een $25\mu\text{m}$ schermfilter en een MT-IBA filter (Fiber Filtration). De resultaten waren echter niet consistent vast te stellen met de toegepaste meetmethode. De methode voor het verwerken van filterspoelwater, waarbij het spoelwater van het schermfilter en het MT-IBA filter eerst werd gebufferd en daarna met een klein pompje over een zwaar doekfilter werd geleid, werkte goed. Dit leidt er toe dat er minder water hoeft te worden geloosd en de teler een stap kan zetten naar een gesloten kas.

Bij Verhoeve QH werd de waterkwaliteit op het oog duidelijk beter na toepassing van de nieuwe filterstraat met een 25 µm 6Matic en een 10 µm Galileo Air-Assist (UVAR). De teler ervaarde ook minder problemen in de teelt. In de DGV-metingen kwam dit echter niet heel duidelijk naar voren. Ook in deze demonstratieproef werkte het verwerken van spoelwater via een buffertank en het langzaam opvoeren op een zwaar filterdoek naar behoren.

De doelstelling van het project is te komen tot een optimaal systeem voor filtratie van drainwater, als voorbehandeling voor desinfectietechnieken als UV en ozon en het optimaliseren van de waterkwaliteit in het teeltsysteem, zonder lozing van filterspoelwater. Er zijn verschillende systemen voor filtratie van drainwater gedemonstreerd die hebben aangetoond dat de waterkwaliteit in het systeem is verbeterd en dat geen spoelwater geloosd hoeft te worden.

Literatuur

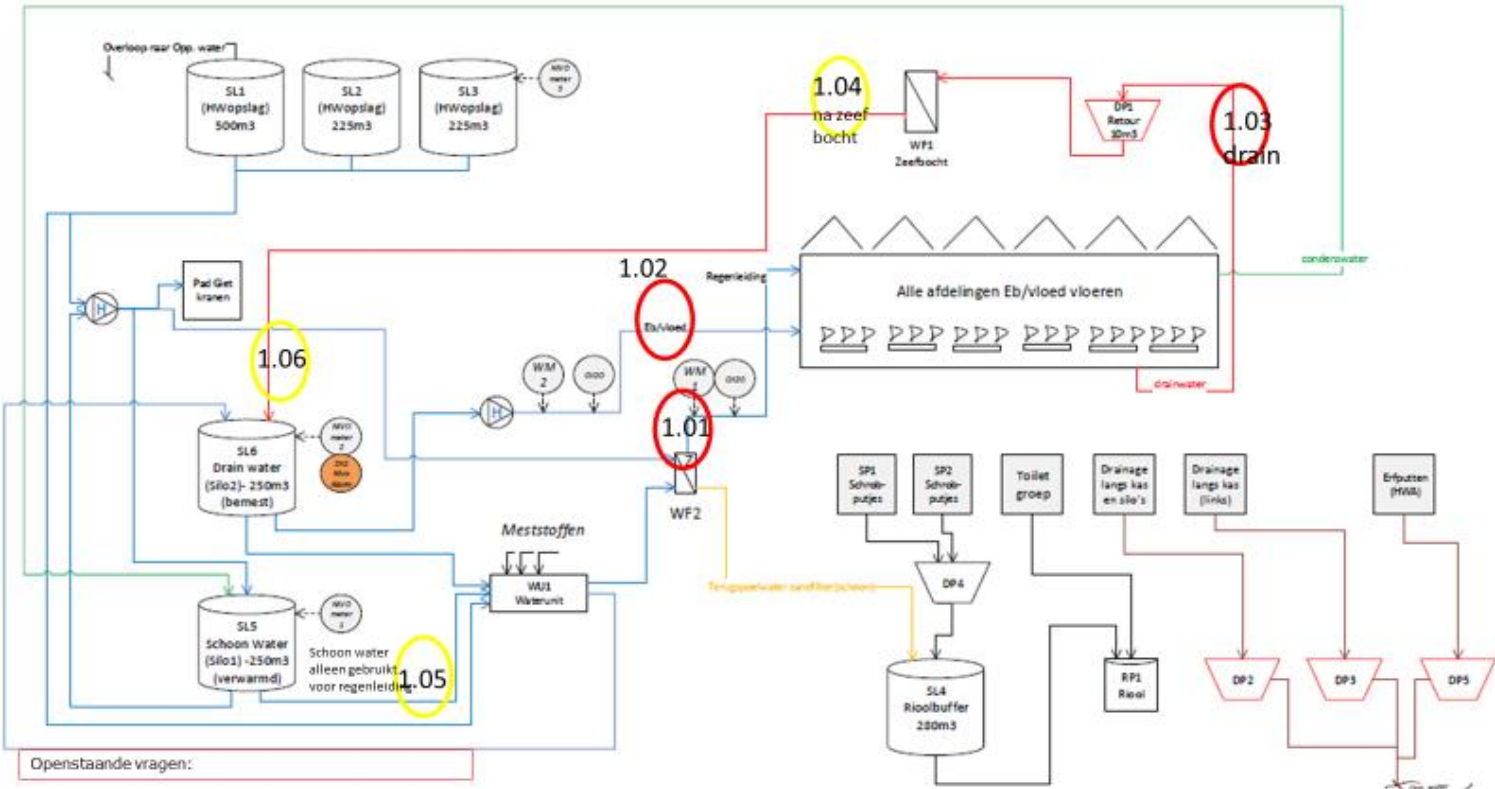
Handbook of Industrial Water Treatment, WATER TECHNOLOGIES & SOLUTIONS, ch6, Water Handbook - Filtration | SUEZ (watertechnologies.com)

A.A. van der Maas, E.A. van Os, N. Enthoven, C. Blok, E.A.M. Beerling, 2012.

Zuivering recirculatiewater in rozenteelt, duurproef – Werkpakket 1: Voorkomen groeiremming.

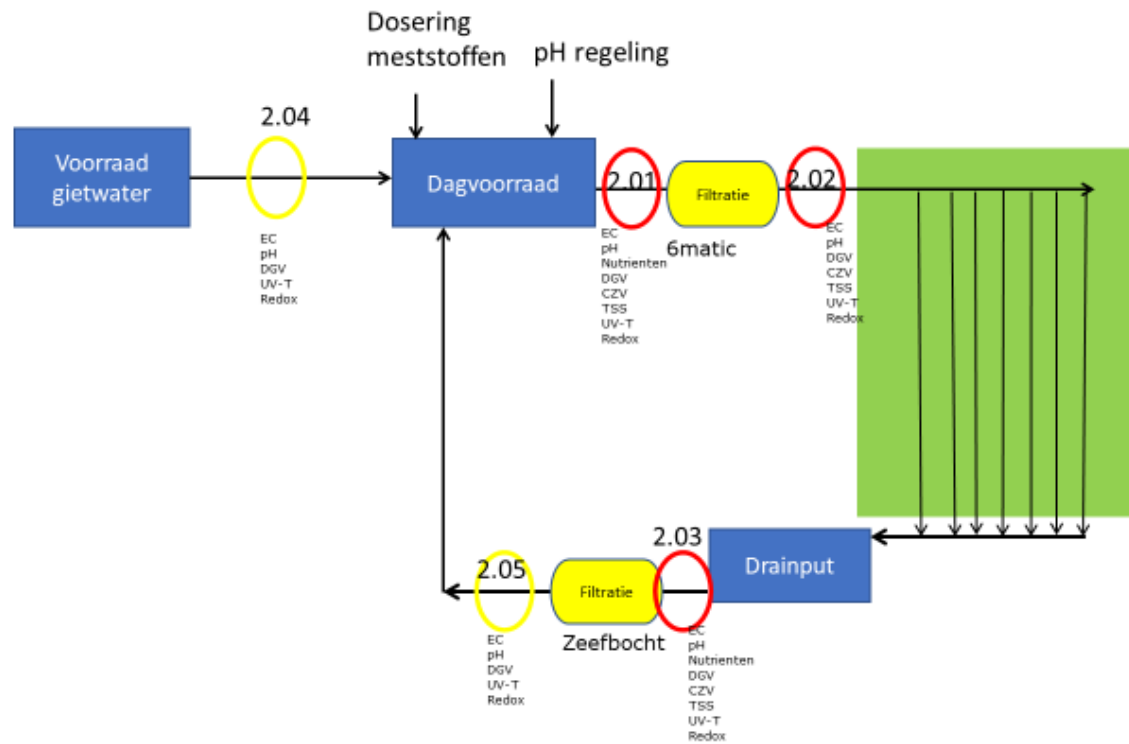
Bijlage 1

Bedrijf 1 (potplanten, eb/vloed)



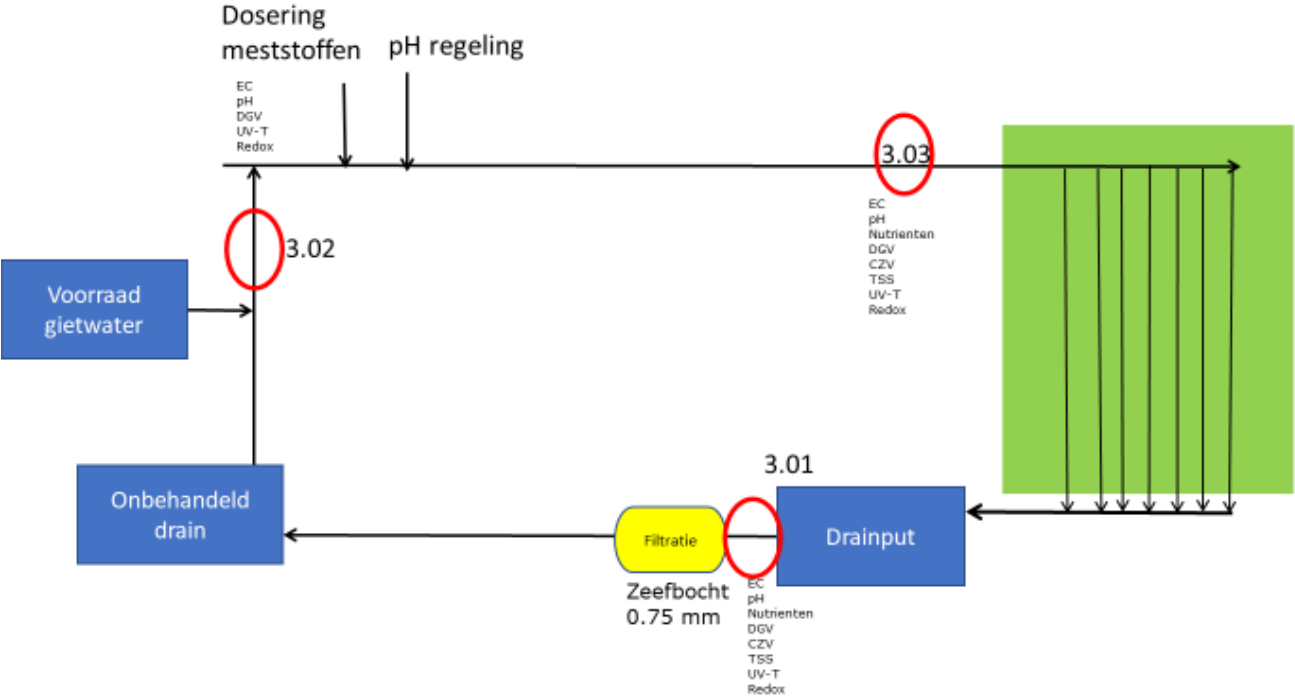
Bijlage 2

Bedrijf 2, potplanten eb/vloed



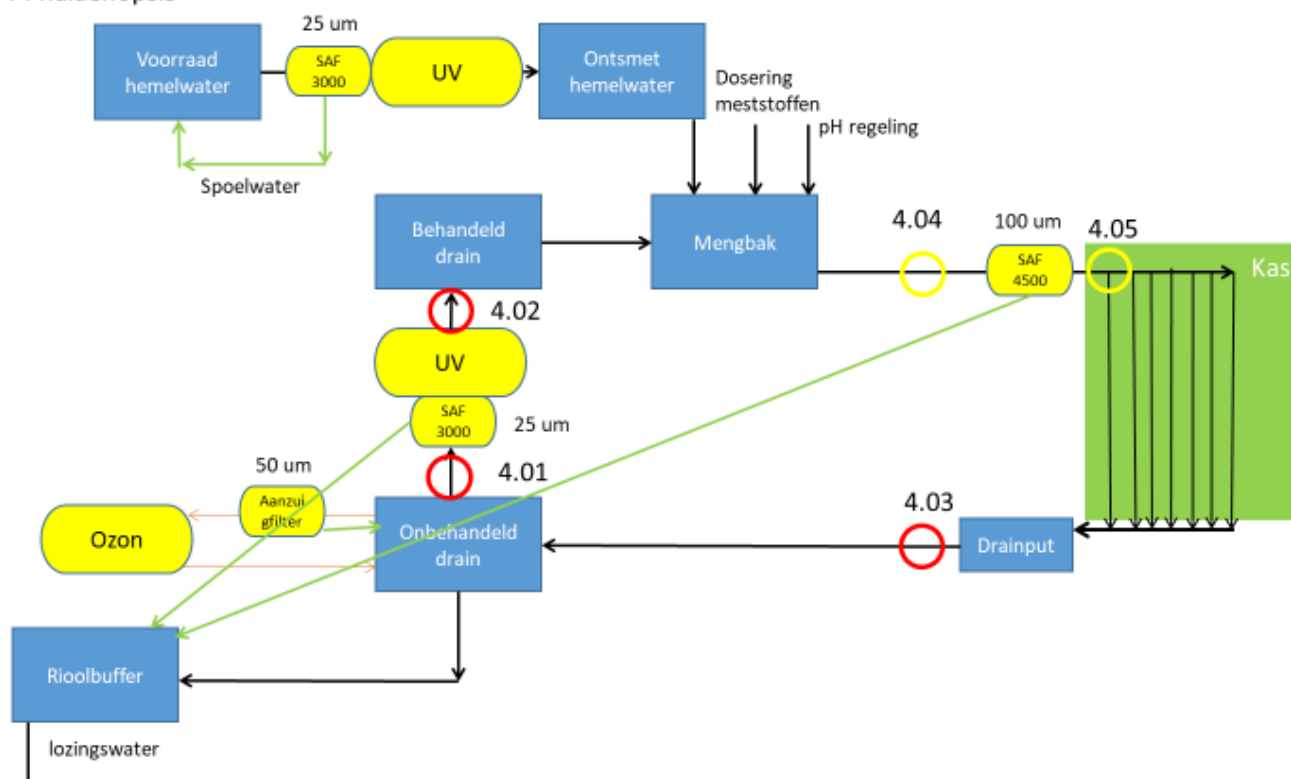
Bijlage 3

Bedrijf 3, potplanten eb/vloed



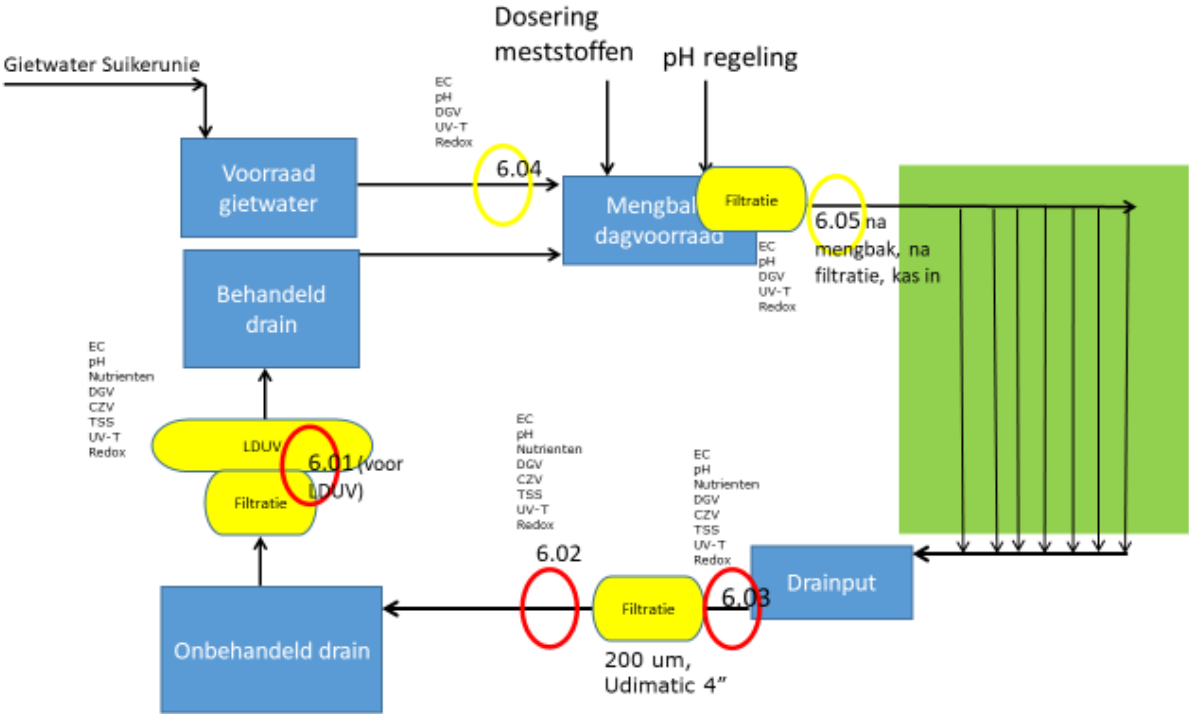
Bijlage 4

Bedrijf 4 Phalaenopsis

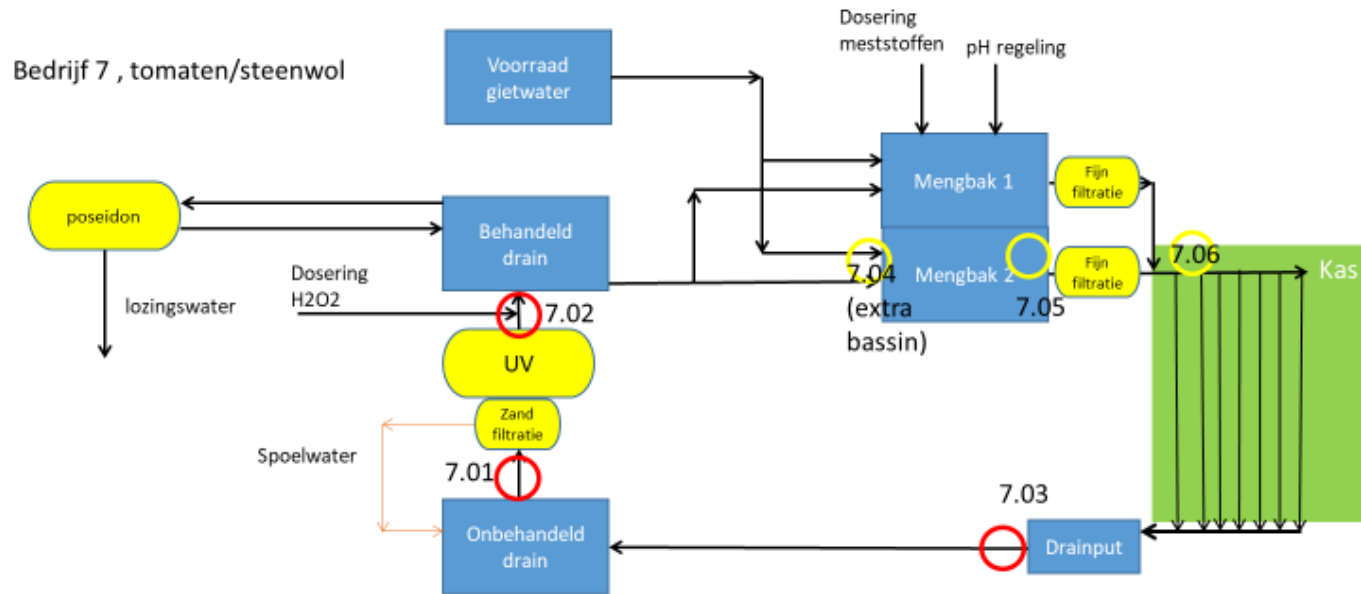


Bijlage 5

Bedrijf 6, tomaten, steenwol

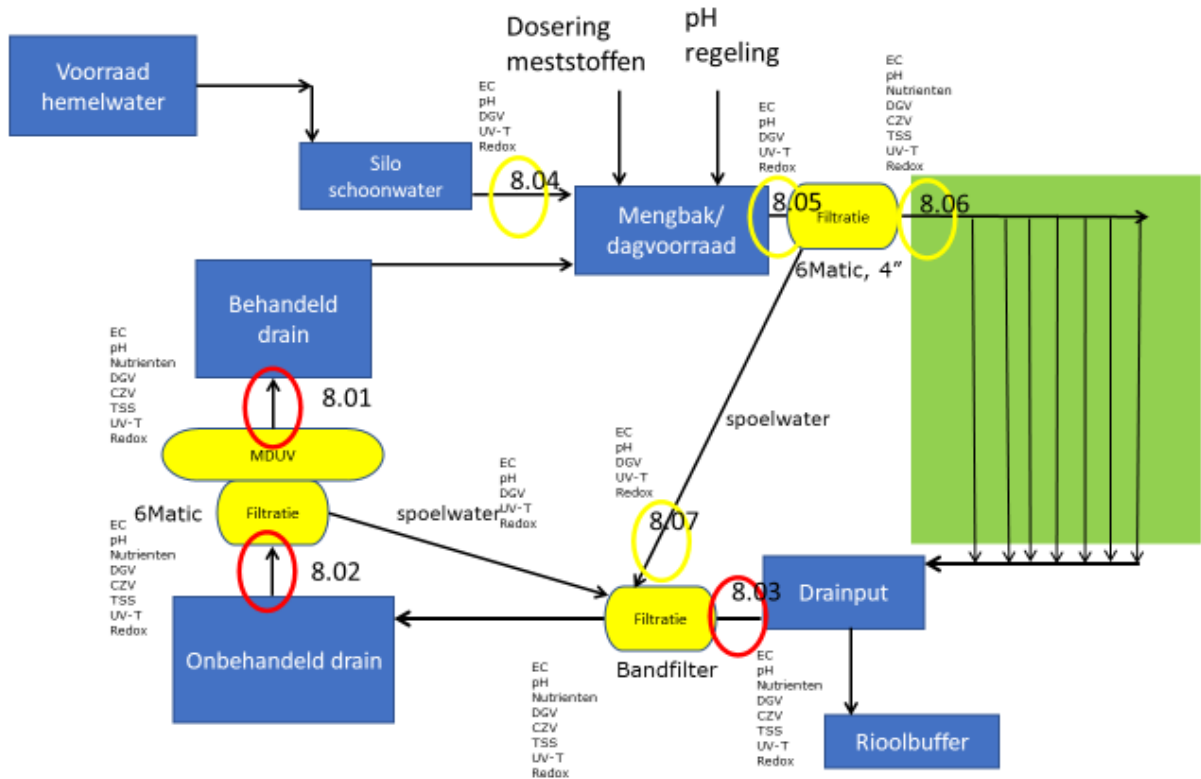


Bijlage 6



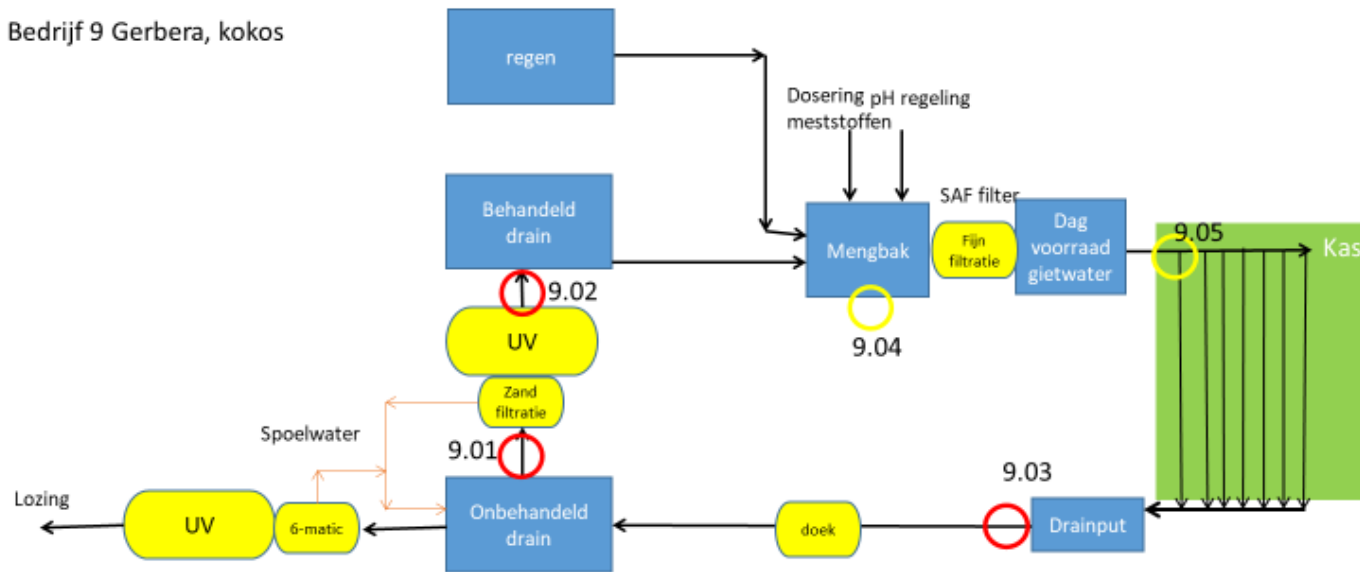
Bijlage 7

Bedrijf 8, aubergines, steenwol



Bijlage 8

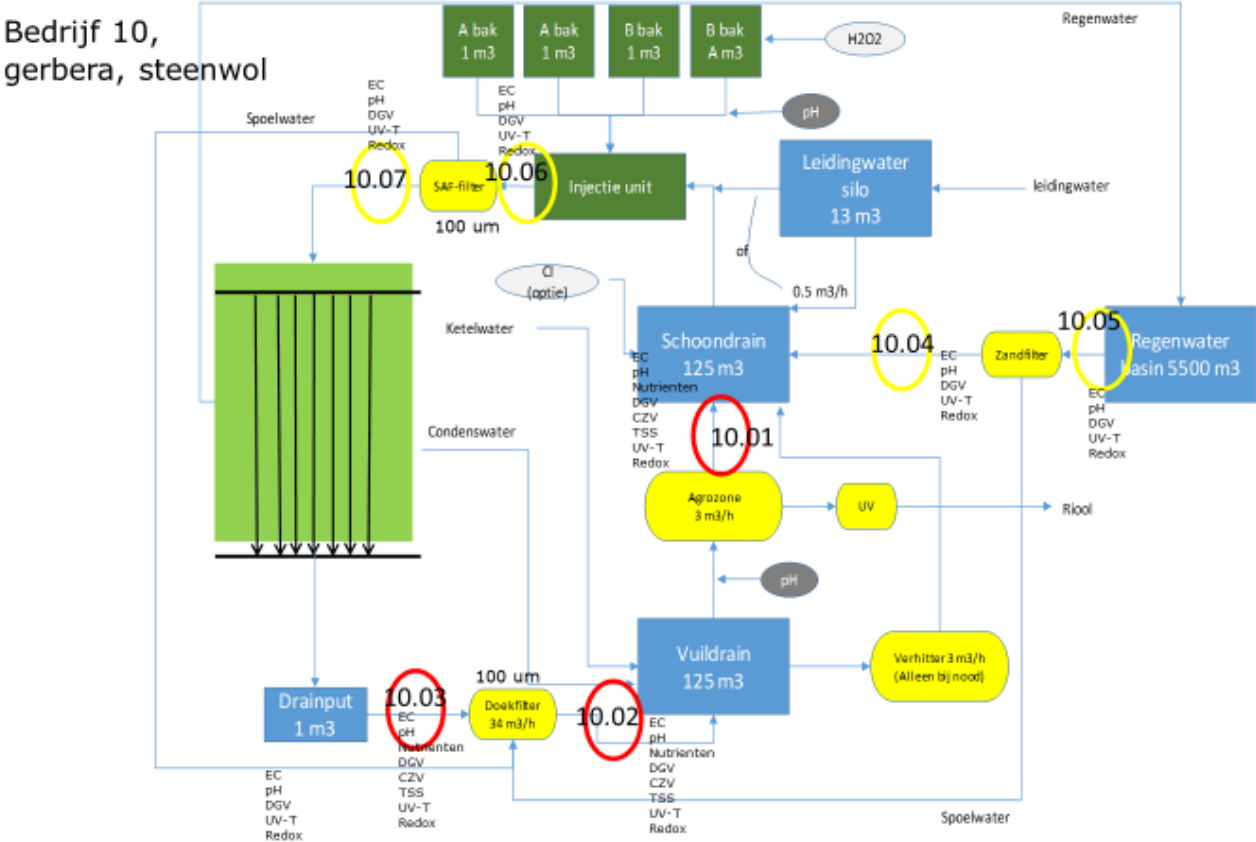
Bedrijf 9 Gerbera, kokos



EC
pH
DGV
UV-T
Redox

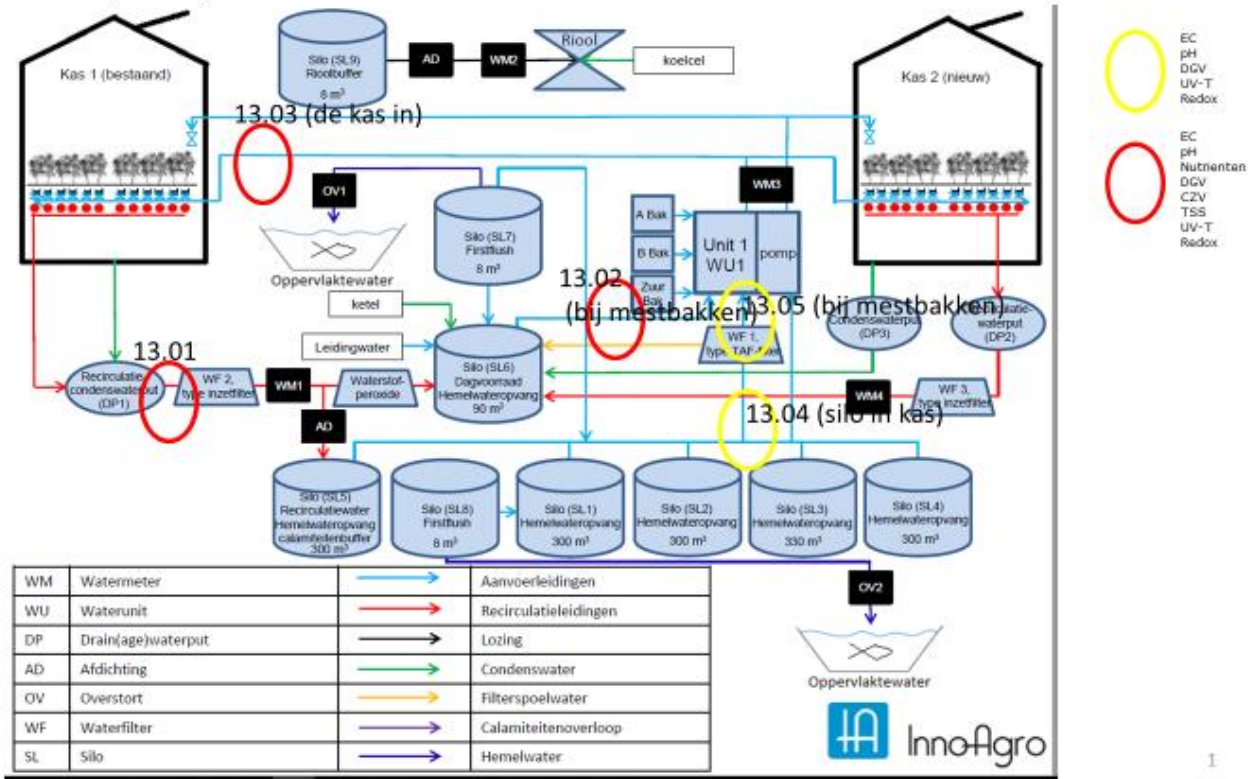
EC
pH
Nutrienten
DGV
CZV
TSS
UV-T
Redox

Bijlage 9

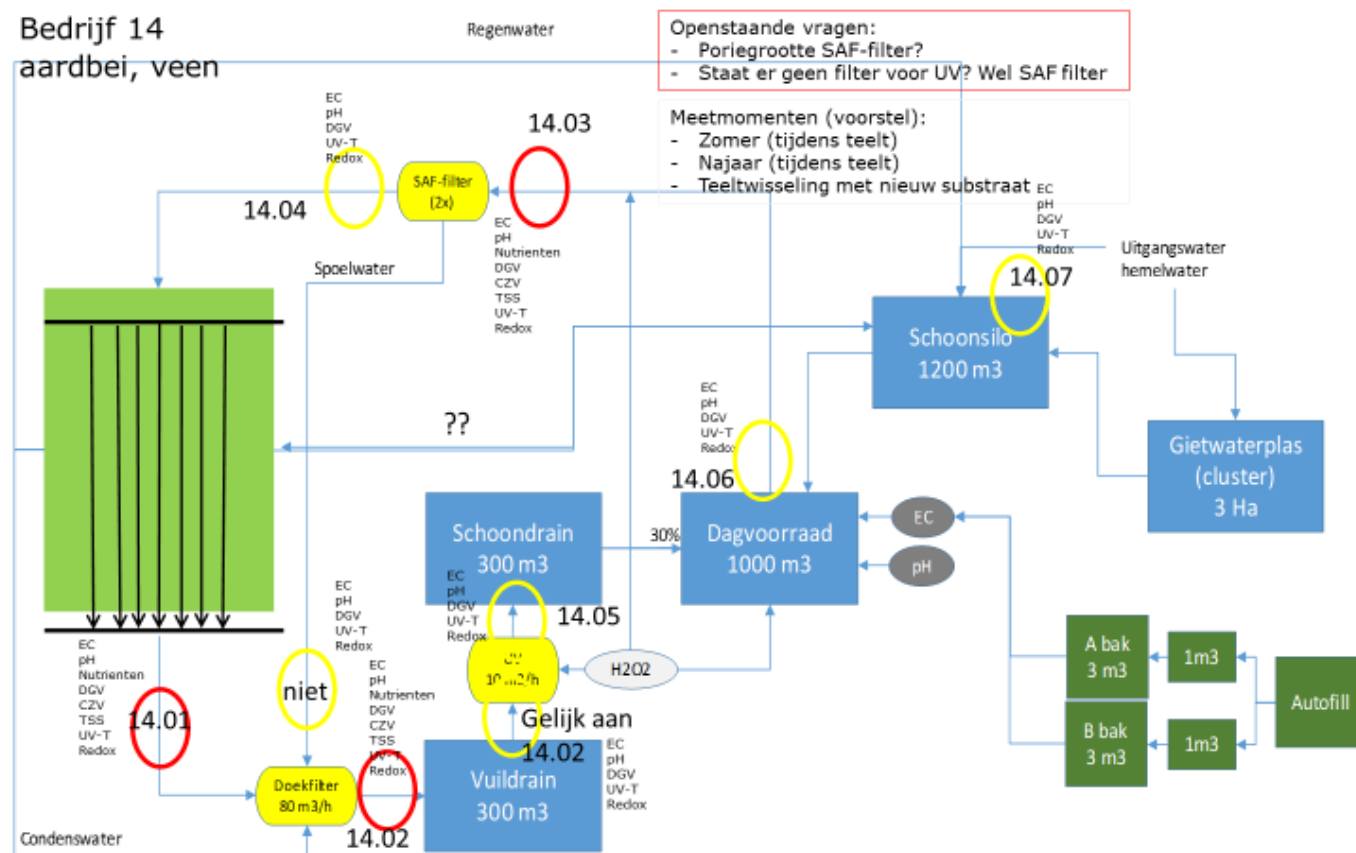


Bijlage 10

Bedrijf 13, aardbei, veen/kokos

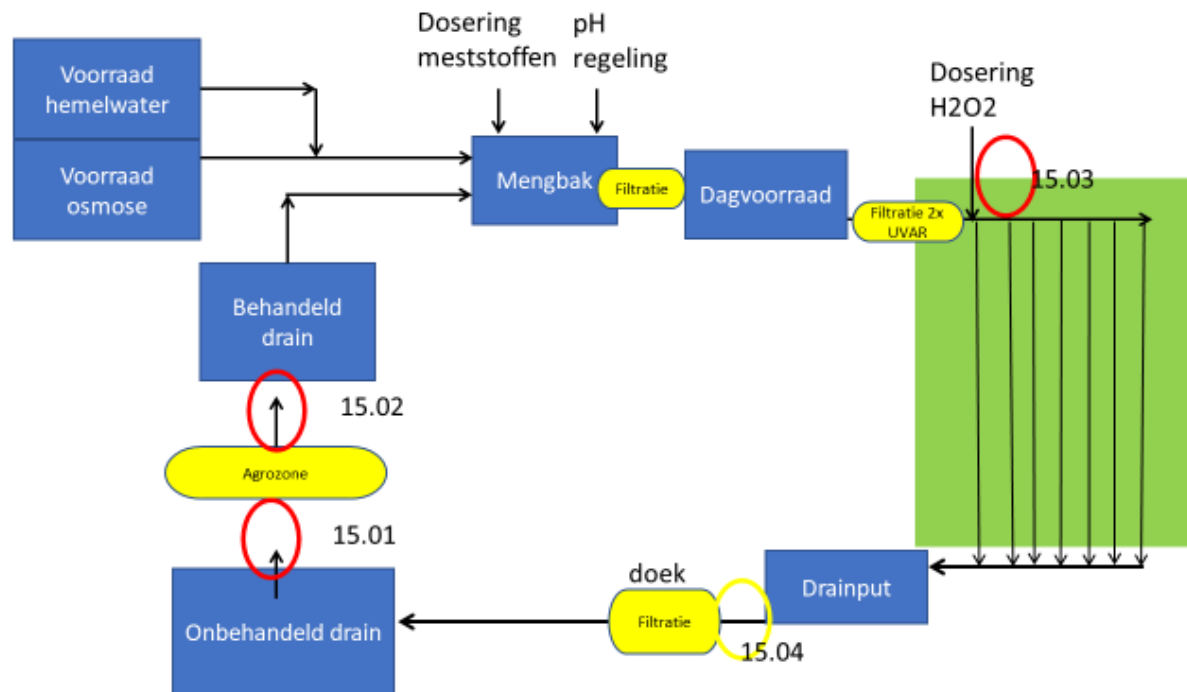


Bijlage 11



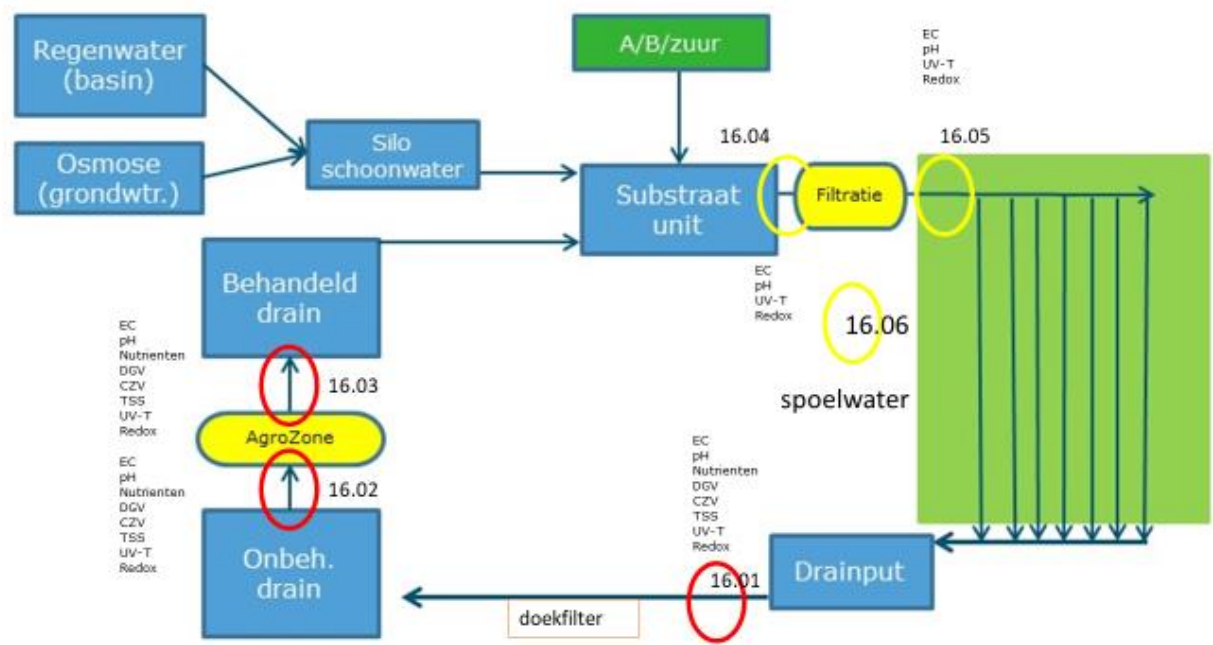
Bijlage 12

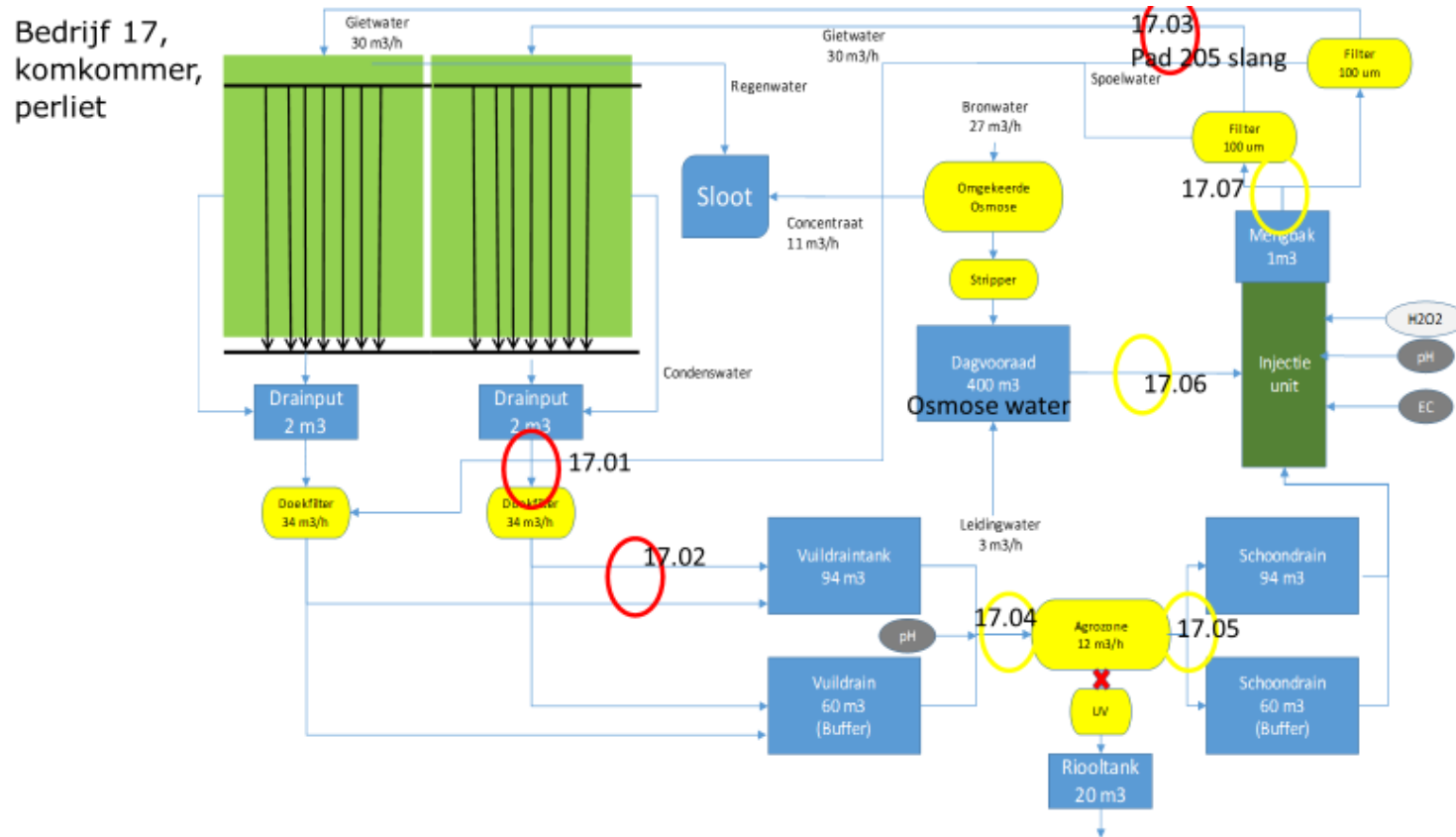
Bedrijf 15, komkommer, steenwol



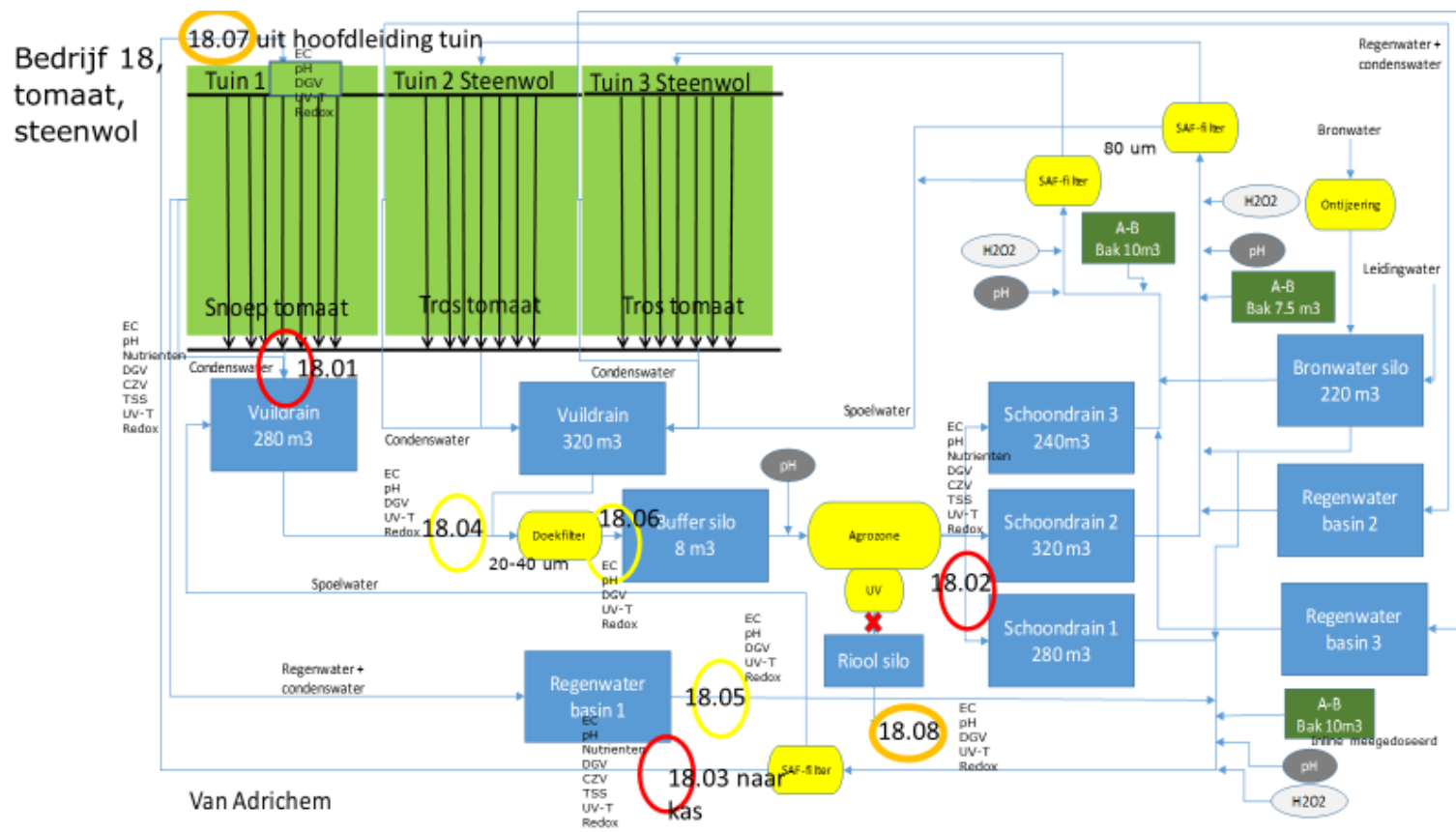
Bijlage 13

Bedrijf 16, komkommer, perliet



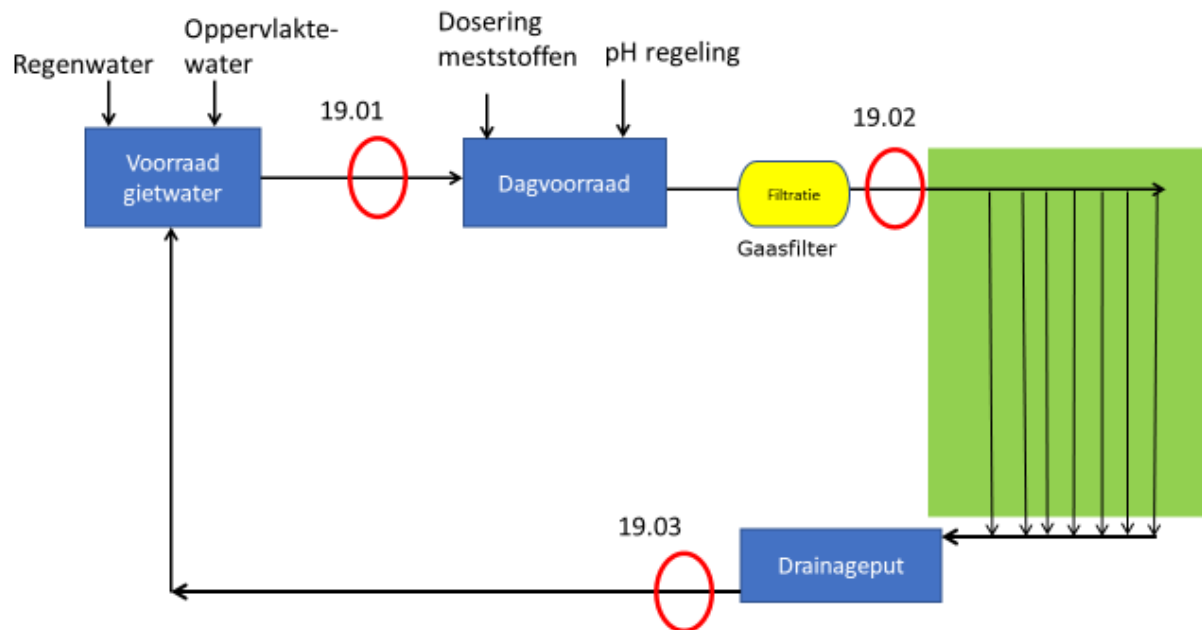


Bijlage 15



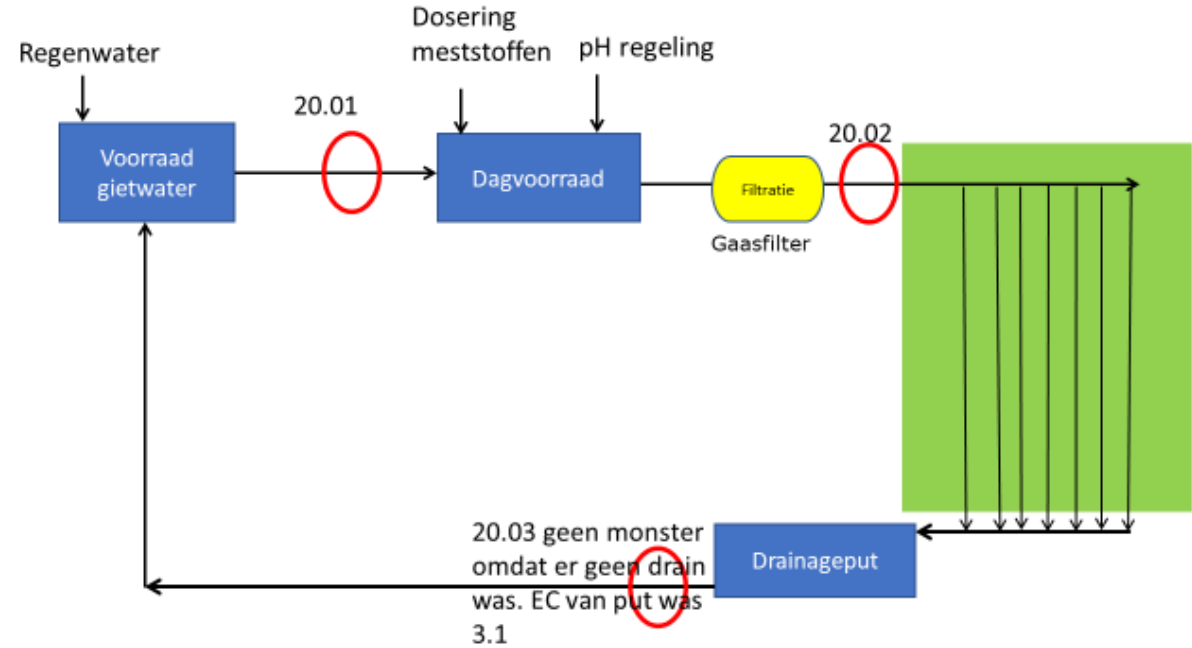
Bijlage 16

Bedrijf 19 Ielie, vollegrond, Klaaswaal



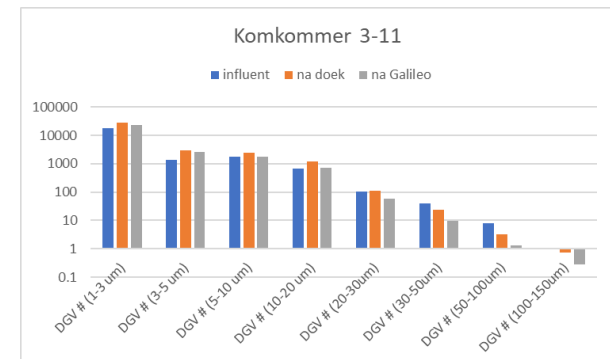
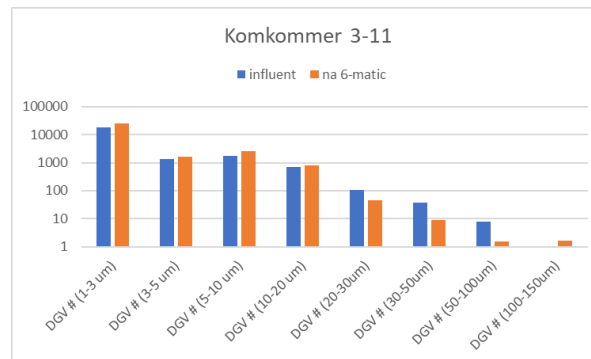
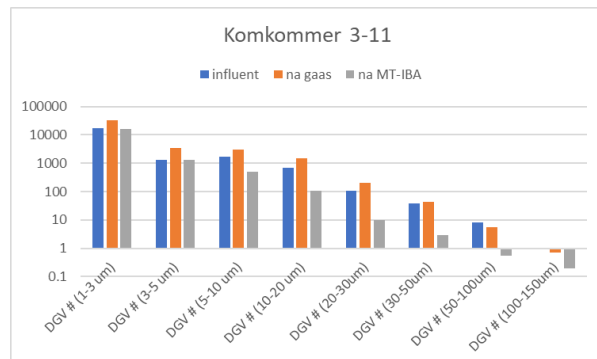
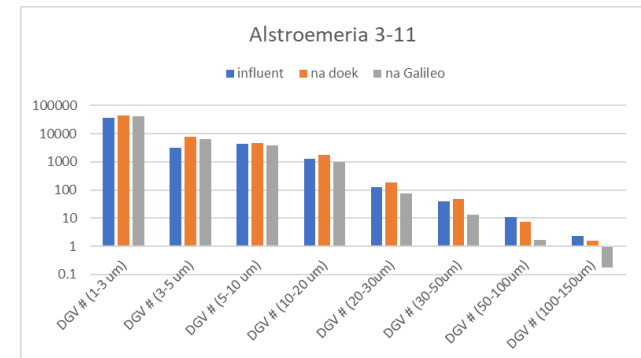
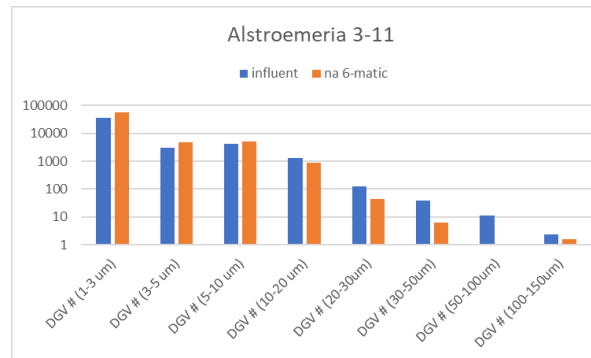
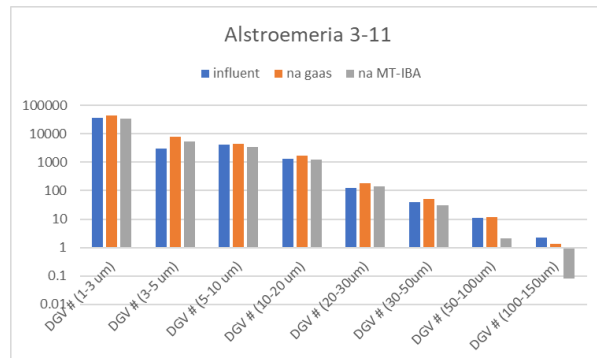
Bijlage 17

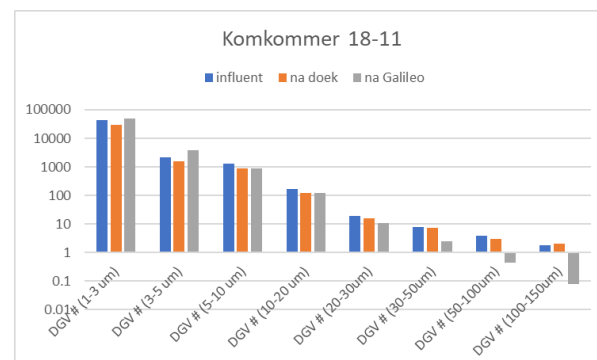
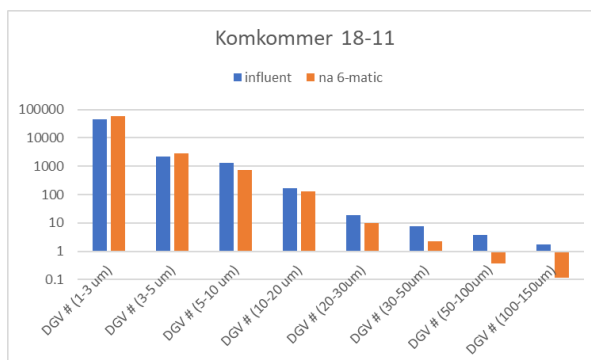
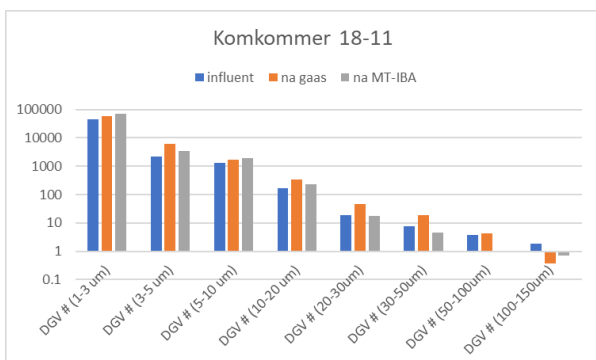
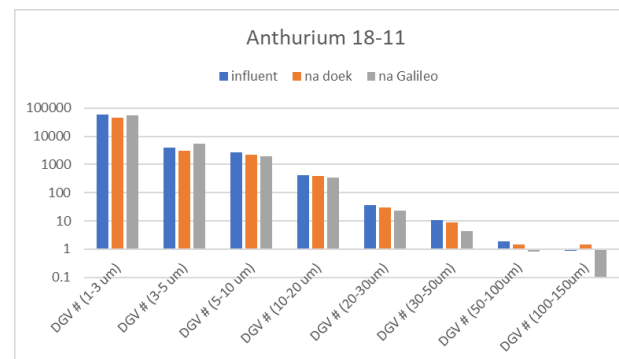
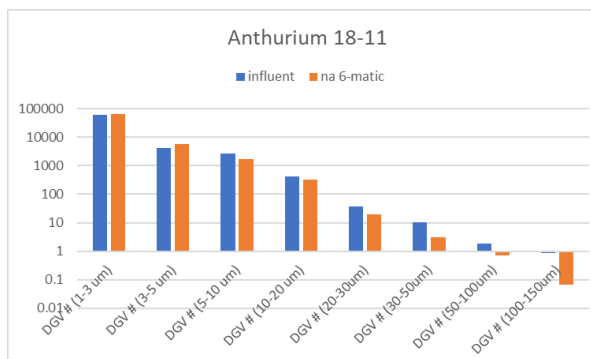
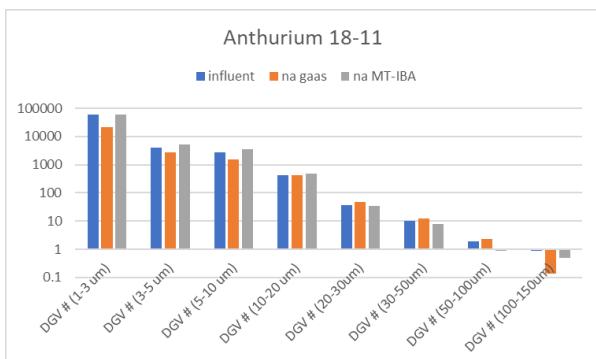
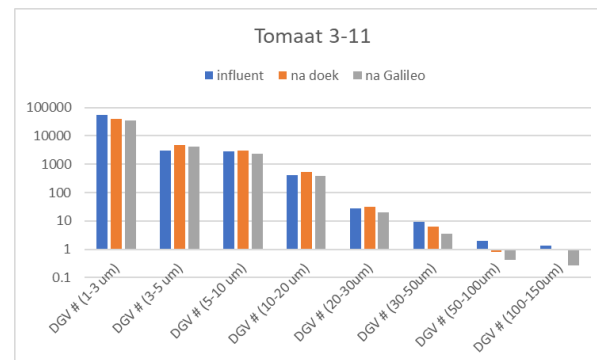
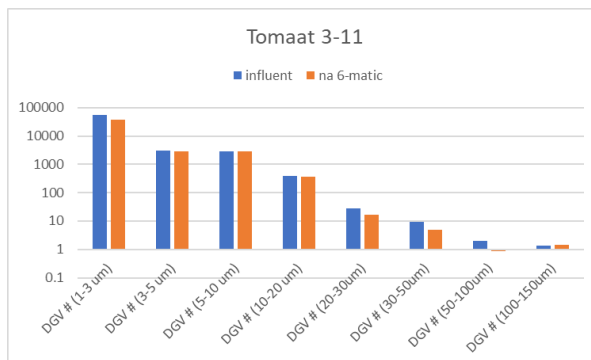
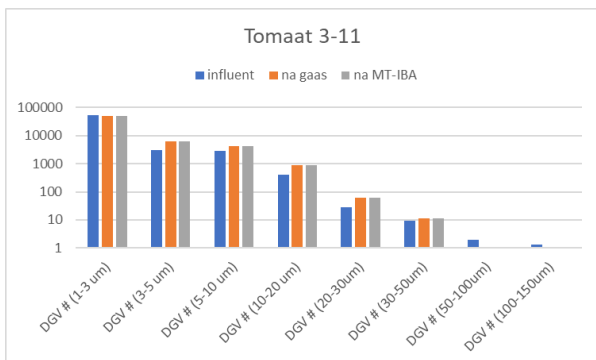
Bedrijf 20, Ielie, vollegrond

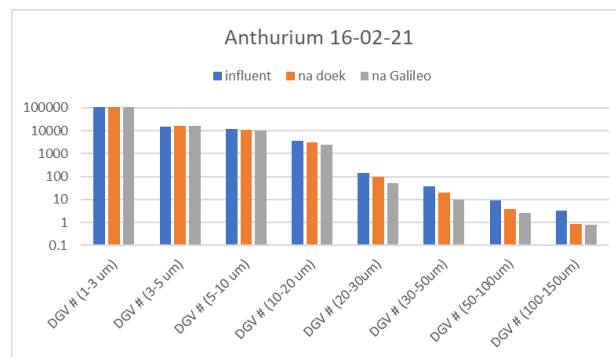
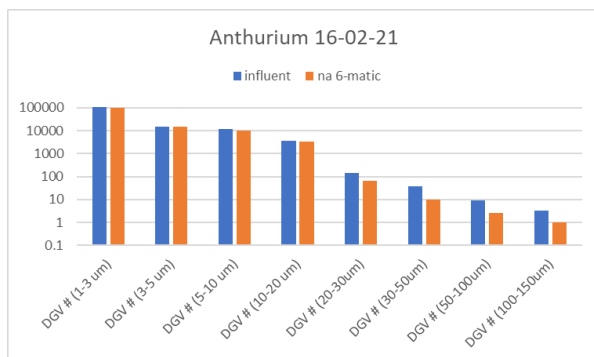
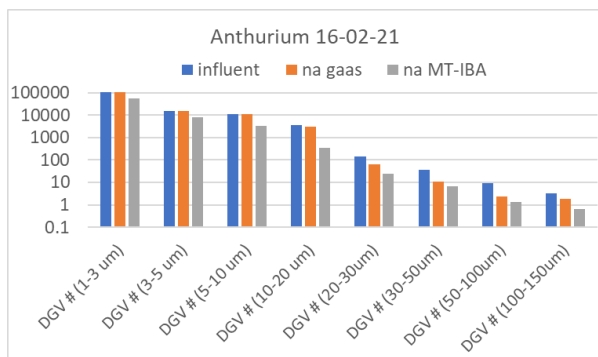
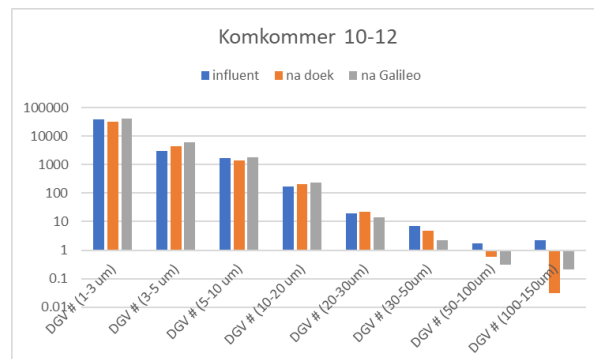
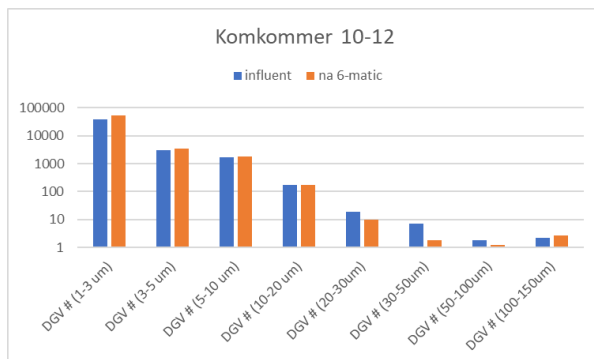
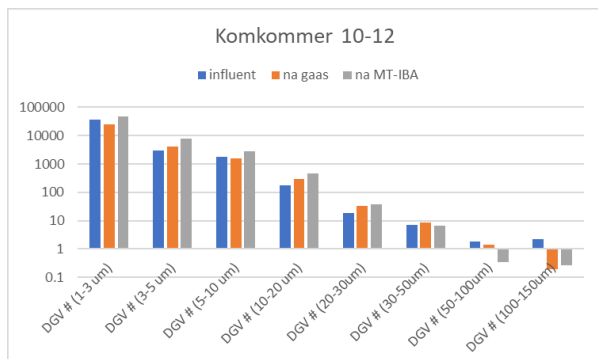
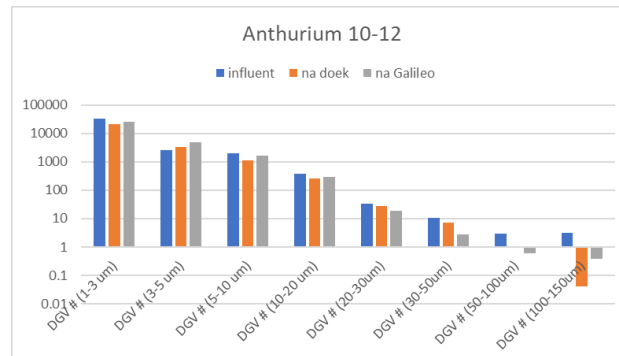
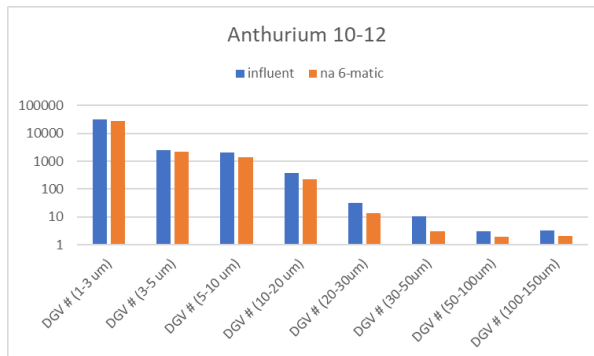
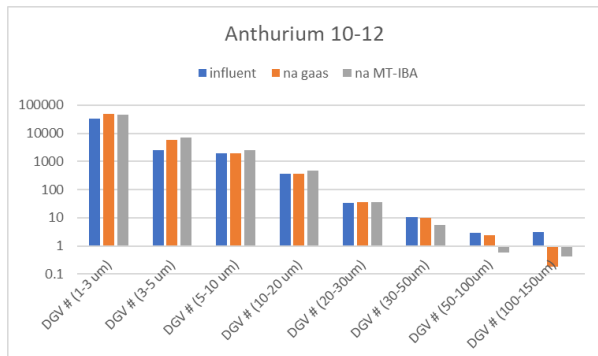


Bijlage 18 Deeltjesgrootteverdeling pilotproeven

In deze bijlage is een overzicht gegeven van de DGV van alle metingen tijdens fase 2 van het onderzoek, de pilot filterstraten. In de linkerkolom staan alle resultaten voor Filterstraat 1 (gaasfilter 50 μm + MT-IBA 3 μm), in de middelste kolom staan de resultaten van Filterstraat 2 (6 Matic filter 25 μm) en in de rechterkolom de resultaten van Filterstraat 3 (Doekfilter 50 μm + Galileo Air Assist 10 μm).







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



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

Rapport WPR-1292

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, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.