A network diagram consisting of various sized circles (nodes) connected by thin lines (edges). The nodes are arranged in a non-uniform, interconnected pattern across the page. The circles are light blue with a white outline, and the lines are white. The background is a solid blue color.

KWR 2021.014 | juni 2021

Bloembollenteelt Waterproof

Eindrapport

Samenwerkingspartners



TOPSECTOR
WATER &
MARITIEM



hoogheemraadschap
Hollands
Noorderkwartier



Hoogheemraadschap van
Rijnland



WATERSCHAP
ZUIDERZEE LAND



waterschap
Hollandse Delta



KONINKLIJKE
ALGEMEENE VERENIGING VOOR
BLOEMBOLLENCULTUUR

W en J Schutte

Y&T Bloembollen BV



VAMWaterTech
Refreshing Agrofood



Ozone Technologies



profytodsd
gewasbescherming



BlueSense
Water Care Solutions

Rapport

Bloembollenteelt Waterproof

KWR 2021.014 | juni 2021

Opdrachtnummer

402299

Projectmanager

Luc Palmen, Joep van den Broeke

Opdrachtgever

TKI Watertechnologie

Auteur(s)

Nienke Koeman, Erik Emke, Marcel Paalman

Kwaliteitsborger(s)

Emile Cornelissen

Verzonden naar

Alle projectpartners

Keywords

waterhergebruik, bloembollen, waterkwaliteit, waterzuivering, waterbehandeling, testen

Jaar van publicatie

2021

Meer informatie

Dr. Nienke Koeman

T +31 30 60 69 558

E nienke.koeman@kwrwater.nl

PO Box 1072

3430 BB Nieuwegein

The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511

E info@kwrwater.nl

I www.kwrwater.nl

KWR

Juni 2021 ©

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

Management samenvatting en beleidsmatige aanbevelingen

Aanleiding en doelstellingen

De bloembollenteelt in Nederland is een intensief gebruiker van gewasbeschermingsmiddelen oftewel pesticiden of bestrijdingsmiddelen. In deze studie benoemen we deze als ‘middelen’ en de actieve stoffen in deze gewasbeschermingsmiddelen als ‘stoffen’. Deze gewasbeschermingsmiddelen komen nog teveel in het milieu terecht en hebben een negatieve invloed op de kwaliteit van het watersysteem en het waterleven. Uit cijfers van het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen blijkt dat in gebieden met bollenteelt de waterkwaliteitsnormen voor diverse stoffen regelmatig worden overschrijden. Daarmee vormen deze stoffen een bedreiging voor het bereiken van de waterkwaliteitsdoelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW). Zo blijkt in Nederland het totale verbruik van gewasbeschermingsmiddelen voor de open teelten, waaronder de bollenteelt weliswaar af te nemen, maar neemt de dosering per hectare weer toe. Zo is het betaalde oppervlakte van intensief bespoten gewassen, zoals tulpen en lelies in de tijd toegenomen

Dit project heeft als doel om geschikte zuiveringstechnologieën te ontwikkelen en te testen om de gewasbeschermingsmiddelen uit de (afval)waterstromen te verwijderen, zodat het water geschikt is voor hergebruik of geloosd kan worden op de riolering of op het oppervlaktewater/grondwater. De focus van het onderzoek ligt op het behandelen van de waterstromen op het erf in de bollenteelt, waarmee de emissies van het erf naar het watersysteem gereduceerd worden. Er is een diversiteit aan afvalwaterstromen op een bloembollenbedrijf. De hoogste concentraties gewasbeschermingsmiddelen zitten in o.a. restvloeistof en water van de bolontsmetting en reinigingswater van de veldspuit. Andere waterstromen zoals het spoelwater bevatten lagere concentraties maar hebben een veel groter volume. Het zuiveren van deze waterstromen zal in belangrijke mate bijdragen aan het reduceren van de emissies van het bollenteeltbedrijf naar het grond- en oppervlaktewatersysteem.

Dit project “Bloembollenteelt Waterproof” is een samenwerkingsproject van verschillende partijen:

- De bloembollenteeltsector. De sector wil investeren in vernieuwende en duurzame zuiveringstechnologieën. Belangrijk voor de sector is dat er door de overheid voldoende duidelijkheid wordt geboden wanneer een technologie (investering) toereikend is wat betreft zuiveringsrendement.
- De waterschappen. Bij het onderzoek zijn 4 waterschappen betrokken. Zij willen emissie reducerende maatregelen bevorderen en in samenwerking met partners duurzame waterconcepten in de praktijk helpen realiseren.
- De watertechnologieleveranciers. Voor de watertechnologiebedrijven is dit een belangrijke markt, zeker als gevolgde aanpak en toegepaste zuiveringstechnologie op te schalen zijn naar de ‘open teelten’. De technologiebedrijven willen laten zien dat de zuiveringstechnologie werkt, haalbaar en robuust genoeg is om in de praktijk toe te passen.
- Kennisinstelling KWR: Is als onderzoeksinstituut gelieerd aan de topsector water en voert het onderzoek uit naar verwijdering van stoffen uit reststromen uit de bollenteelt. Het onderzoek is dan ook mede gefinancierd vanuit de topsector Water (TKI-Watertechnologie).

In de praktijk worden er op een aantal vooruitstrevende bollenteeltbedrijven voor het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen al zuiveringstechnologieën toegepast. Echter betreft het dan vaak een specifieke bedrijfssituatie waar een beperkt aantal gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt. De vraag is dan ook of de in de praktijk toegepaste technologie ook voldoende zuiveringsrendement haalt voor het brede spectrum aan

gewasbeschermingsmiddelen die door de bollenteelt worden gebruikt en variaties in omgevingsfactoren (matrix: klei, zand, troebelheid, etc.). Kortom: zijn de geteste technologieën robuust genoeg om generiek in de bollenteelt toe te passen.

Aanpak en resultaten

De aanpak van dit onderzoek komt in belangrijke mate overeen met de onderzoekssystematiek die voor de glastuinbouw is doorlopen in het kader van de zuiveringsplicht voor de glastuinbouw.

Stappen:

1 Inventarisatie kwaliteit erfafspoelwater van de bollenteelt bedrijven.

Uitgevoerd is een brede screening van de gewasbeschermingsmiddelen. Het doel van de screening is om een zo'n compleet mogelijk beeld te verkrijgen van de gewasbeschermingsmiddelen die voor de bollenteeltsector beschikbaar zijn en in de praktijk worden toegepast. Op basis van criteria (zie hieronder) wordt een selectie van bepaalde gewasbeschermingsmiddelen gemaakt. Deze gewasbeschermingsmiddelen vormen het Referentiewater waar de zuiveringstesten mee worden uitgevoerd.

De screening en selectie van beschikbare gewasbeschermingsmiddelen is uitgevoerd op basis van:

- a de toegelaten gewasbeschermingsmiddelen door het Ctgb (College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden). Op basis van literatuuronderzoek gaat het voor de bollenteeltsector dan om 717 toegelaten gewasbeschermingsmiddelen met 69 actieve stoffen;
- b de resultaten uit eerder onderzoek (onder andere 'schoon erf, schone sloot', inventarisatie van waterstromen en maatregelen in de bollenteelt, 'toolbox water' waarbij verschillende methodes ter vermindering van uitspoeling naar het oppervlaktewater zijn benoemd);
- c bedrijfsbezoeken op de pilotlocaties. Op een 4-tal bollenteeltbedrijven zijn de waterstromen in kaart gebracht en zijn aanvullende monsters genomen welke onder meer geanalyseerd zijn op gewasbeschermingsmiddelen, maar ook op matrixelementen zoals zouten en troebelheid. Daarnaast is ook gesproken met een leverancier van gewasbeschermingsmiddelen/ loonwerkersbedrijf.

Uit de screening is gekomen dat er 69 actieve stoffen zijn toegelaten. De waterstromen zijn te verdelen in twee groepen, namelijk vervuilde waterstromen waar onder meer het water uit de spuit- en wasplaats, en water van bolontsmetting onder vallen, en minder vervuilde (verdunde) waterstromen die een groter volume hebben, zoals het water van het spoelen van de bollen. De zeer vervuilde waterstromen bevatten hoge concentraties in de gram per liter range met een volume van enkele kubieke meters. De verdunde waterstromen bevatten concentraties van enkele milligrammen per liter, met volumes van vaak honderden kubieke meters. De norm van dit soort stoffen in oppervlaktewater wat gebruikt wordt voor de bereiding van drinkwater is 0,1 µg/l, dus enkele ordegrottes lager dan aanwezig in deze waterstromen.

2 Ontwikkelen van een representatieve afvalwatersamenstelling (verder referentiewater genoemd) in de bollenteelt.

Een referentiewater is nodig om de werking en het zuiveringsrendement van zuiveringstechnologieën op een uniforme wijze te kunnen bepalen.

Om de robuustheid van de zuiveringstechnologieën aan te tonen bestaat het referentiewater uit een breed pallet van gewasbeschermingsmiddelen die representatief zijn voor gebruik in de bollenteelt. Ook bevat het referentiewater ook andere stoffen (matrix) die in het afvalwater veel voorkomen.

Voor het referentiewater is gebruik gemaakt van een selectie van gewasbeschermingsmiddelen, met als criteria:

- veel in de praktijk gebruikte en aangetroffen gewasbeschermingsmiddelen /actieve stoffen;
- breed bereik in de chemische eigenschappen (de wateroplosbaarheid, polair/apolair);
- verschillende functies (fungicide, herbicide, insecticide).

Op basis van de criteria zijn de volgende gewasbeschermingsmiddelen geselecteerd: Mirage Elan, Rudis, Securo, Topsin M, Captosan, Admire en Wing P. Daarnaast is ook carbendazim, als afbraakproduct van thiofanaat-methyl (de actieve stof uit Topsin M) toegevoegd. De samenstelling is weergegeven in Tabel 1. De selectie van de gewasbeschermingsmiddelen heeft plaatsgevonden in overleg met de partners in het project zoals de KAVB, waterbeheerders en technologiebedrijven. Ook is het besproken in het 'pakket van maatregelen emissiereductie open teelt'

De geselecteerde gewasbeschermingsmiddelen zijn relevant voor de waterkwaliteit. Verwacht wordt dat het rendement van de onderzochte zuiveringstechnologieën representatief is voor andere gewasbeschermingsmiddelen met vergelijkbare eigenschappen. Als de toelating van één van de gewasbeschermingsmiddelen uit het referentiewater in de toekomst wordt ingetrokken of er een nieuw middel wordt toegevoegd, blijven de resultaten van dit onderzoek toch bruikbaar. Belangrijk is om dan wel om te toetsen of de actieve stof in de breedte van het spectrum valt. Bijvoorbeeld de wateroplosbaarheid (Kow) van de stof moet dan bij voorkeur binnen de bandbreedte vallen.

De matrix waarin de gewasbeschermingsmiddelen aanwezig zijn bestaat uit bodemdeeltjes als klei en zand en aanwezige zouten. De matrix heeft invloed op de werking en het rendement van de zuiveringstechnologieën. Door de matrix toe te voegen aan het referentiewater sluit het onderzoek en ontwikkelde methodiek beter aan bij de praktijksituatie op de bollenbedrijven. Het referentiewater is bereid in gedemineraliseerd water of drinkwater. De matrix is toegevoegd in een vastgestelde samenstelling.

Er wordt onderscheid gemaakt in referentiewater wat representatief is voor:

- vervuilde waterstromen op het erf, zoals bolontsmetting en spuitplaats/vul- en wasplaats (geconcentreerd referentiewater) en
- minder vervuilde waterstromen, zoals bollenspoelwater en erfafspoelwater (verdund referentiewater).

3 Bepalen van het rendement van zuiveringstechnologieën op referentiewater en praktijkwater

Op basis van literatuuronderzoek is bepaald of een technologie in staat zou zijn om gewasbeschermingsmiddelen uit het referentiewater te verwijderen. Voor membraantechnologieën is op basis van modelsimulatie (Aquapriori, model ontwikkeld door KWR) een inschatting gemaakt. Met de volgende zuiveringstechnologieën zijn de experimenten uitgevoerd: ozonisatie, UV, geavanceerde oxidatie met UV/peroxide of met ozon/peroxide, UV/ozon/peroxide (alleen praktijktest), adsorptie met actief kool, elektrolyse of plasma

In onderstaande tabel 2 is aangegeven of een technologie, na testen op labschaal, geschikt is voor de behandeling van verdunde waterstromen zoals bollenspoelwater, of geconcentreerde waterstromen zoals bolontsmettingswater. Er is ook aangegeven welke instelling nodig is om minimaal 7 stoffen te verwijderen met een rendement van 90%. Het is de vraag of dit verwijderingsrendement ook voor het ministerie van IenW en de waterschappen acceptabel is. Daarover moeten nog nadere afspraken worden gemaakt.

Voor de onderzochte zuiveringstechnologieën is het over het algemeen zo dat bij een hogere dosering ook een hoger verwijderingsrendement van de gewasbeschermingsmiddelen gehaald kan worden. Bij membraanfiltratie levert een dichter membraan een verdere verwijdering op.

In rapport KWR2021.015 staan de experimentele resultaten per technologie bij verschillende instellingen of doseringen beschreven. Hierin is te zien dat een hogere dosering leidt tot een verdere verwijdering bij de meeste

technologieën. Op basis van een vereist verwijderingsrendement kan gekozen worden voor optimalisatie van de dosering.

Tabel 1: Samenstelling referentiewater voor verdunde en geconcentreerde waterstromen in de bollenteelt.

			Concentratie in referentiewater Geconcentreerd	Toe te voegen aan referentiewater Geconcentreerd	Concentratie in referentiewater Verdund	Toe te voegen aan referentiewater Verdund
1	Mirage Elan	prochloraz	1,8 g/l	4 ml/l	1,8 mg/l	4 µl/l
2	Rudis	prothioconazool	0,960 g/l	2 ml/l	0,96 mg/l	2 µl/l
3	Securo	folpet	4,5 g/l	15 ml/l	4,5 mg/l	15 µl/l
		pyraclostrobine	1,5 g/l		1,5 mg/l	
4	Topsin M	thiofanaat-methyl	5 g/l	10 ml/l	5 mg/l	10 µl/l
5	Captosan	captan	5 g/l	10 ml/l	5 mg/l	10 µl/l
6	Admire	imidacloprid	3,5 g/l	0,5 g/l	0,35 mg/l	0,5 mg/l
7	Wing P	pendimethalin	2,5 g/l	10 ml/l	2,5 mg/l	10 µl/l
		dimethenamide-P	2,12 g/l		2,12 mg/l	
8	afbraakproduct van thiofanaat-methyl	carbendazim	1,455 g/l	1,5 g/l	1,455 mg/l	1,5 mg/l

Met praktijkwater (dompelbadwater/spoelwater) is bij verschillende bedrijven de werking van drie technologieën getest. Ozon is getest op spoelwater van twee telers. Coagulatie + ozon + UV op spoelwater van één teler, en actief kool op water van een dompelbad van één teler. Hoewel dit steekproeven zijn bij een specifieke situatie, helpen de praktijkresultaten bij de validatie van de laboratoriumresultaten en ze wekken vertrouwen in de toegepaste technologie. De praktijktesten laten zien dat de zuiveringstechnologieën kunnen worden toegepast op een breed spectrum aan stoffen en op een breed spectrum van de matrix (klei, zand, zouten,...). Uit de resultaten van deze testen blijkt bovendien dat het praktijkwater vergaand gezuiverd kan worden. De resultaten wijken niet significant af van de resultaten met het referentiewater uit de laboratoriumtesten. Hierdoor is het aannemelijk dat de laboratoriumtesten op het referentiewater representatief zijn voor brede praktische toepassing.

Zoals hierboven beschreven zijn er meerdere technologieën geschikt voor de behandeling van spoelwater. Telers zullen daarom hun keuze naast het zuiveringsrendement ook baseren op andere aspecten zoals footprint, energiegebruik en kosten voor aanschaf (Capex) en operationele kosten (Opex). Doordat de bovenstaande technologieën nog niet geoptimaliseerd zijn, zijn deze aspecten niet exact bekend. Toch kan er in het algemeen wel een uitspraak over gedaan worden. De Opex kosten zijn relatief hoog voor adsorptie en plasma technologieën, gemiddeld voor de overige oxidatieve technologieën, en laag voor membraanfiltratie. Voor telers zal ook de verwijdering van pathogenen een belangrijke rol spelen. Pathogenen worden niet verwijderd door adsorptie, matig door UV, en voldoende door de overige technologieën: geavanceerde oxidatie en membraanfiltratie. Om de waterkwaliteit van het ontvangende water niet te belasten, is het ook van belang dat er zo min mogelijk nutriënten aanwezig zijn. Het gaat hierbij met name om fosfaat en ammonium en nitraat. Fosfaat kan worden verwijderd door middel van coagulatie en membraanfiltratie, en in mindere mate door actief kool. De overige technologieën verwijderen geen fosfaat. Ammonium kan worden omgezet naar nitraat door oxidatieve technologieën, en gedeeltelijk worden verwijderd door omgekeerde osmose. De overige technologieën hebben weinig tot geen invloed op de concentraties ammonium en nitraat. De verwijdering van deze componenten is niet getoetst in de experimenten.

Tabel 2. Geschiktheid van een technologie voor de behandeling van verdunde waterstromen en geconcentreerde waterstromen en de instellingen van de technologie waarbij minimaal 7 stoffen met minimaal 90% verwijderd worden.

minimaal 7 stoffen voor minimaal 90% verwijderd				
Technologie	geschikt voor verdunde waterstromen?	instelling verdund referentiewater	geschikt voor geconcentreerde waterstromen?	instelling geconcentreerd referentiewater
membraanfiltratie	ja	NF membraan	niet getest	
UV	matig	bij 800 mJ/cm 3 stoffen > 90% afbraak	nee	te lange bestralingstijd nodig/te hoge UV adsorptie
UV + peroxide	Matig	bij 600 en 800 mJ/cm en 10 mg/l H ₂ O ₂ 6 stoffen > 90% verwijdering. Verhogen H ₂ O ₂ dosis heeft mogelijk gewenste effect	nee	te lange bestralingstijd nodig/te hoge UV adsorptie
ozon	ja	bij 45 mg/l O ₃ 6 stoffen > 90% afbraak	nee	teveel schuimvorming
ozon + peroxide	ja	36 mg/l O ₃ en 10 mg/l H ₂ O ₂	nee	teveel schuimvorming
elektrolyse	Waarschijnlijk wel	analyses voor sommige parameters instabiel na elektrolyse, nawerking in monster	niet getest	
Plasma	ja	1 kW/m ³	niet getest	
adsorptie	ja	0,1 g/l	ja	40 g/l

Telers hebben verschillende mogelijkheden om met de waterstromen op het bedrijf om te gaan. Ze kunnen hierbij zelf investeren in technologie, maar er kunnen, in navolging van de glastuinbouw, ook loonwerkbedrijven zijn die mobiele zuivering van afvalwaterstromen aanbieden. Daarnaast is het voor geconcentreerde waterstromen, zoals restanten van bolontsmetting ook nog mogelijk om deze af te laten voeren door een verwerker van chemisch afval. Doordat de hoeveelheid water uit het dompelbad relatief gering is, lijken toepassing van actief kool filtratie of het afvoeren van de waterstroom naar een chemische afvalverwerker de meest voor de hand liggende oplossingen. In ieder geval zou voorkomen moeten worden dat deze waterstroom ergens (tijdelijk) in een depot op het land wordt opgeslagen.

Beleidsmatige aanbevelingen

Overheden (Rijk, provincie, waterschappen) moeten duidelijkheid geven over wat de langjarige zuiveringseis moet zijn (verwijderingsrendement, te behalen concentratie etc. of gesloten erf).

De situatie is nu dat er teveel onduidelijkheid is waar naartoe gewerkt moet worden. Deze onduidelijke situatie belemmert ook investeringen van bedrijven richting een meer duurzame bedrijfsvoering.

Voorgesteld wordt om een parallel spoor te ontwikkelen, bestaande uit:

- Ontwikkelen van een kader voor het zuiveren van de afvalwaterstromen op bollenteeltbedrijf of breder (open teelt). Dit omvat onder andere een meetprotocol en een zuiveringseis.
- Praktijk ervaring opdoen. Telers en technologieleveranciers stimuleren om meer praktijkervaring op te doen, zodat dat meer inzicht over de praktische toepasbaarheid ontstaat.

Toelichting: Het opstellen van een kader zal de nodige tijd doorlooptijd kosten. Het tegelijkertijd opdoen van meer praktijk ervaring kan een belangrijke bijdrage leveren aan de praktische toepasbaarheid (robuustheid, kosten, handhaafbaarheid etc)

Opstellen van een kader (protocol)

Het doel van het project was om technologie te ontwikkelen die bijdraagt aan het verminderen van emissies van gewasbeschermingsmiddelen vanuit de bloembollenteelt naar het milieu en om beleidsmakers handvatten te geven om aan te geven waaraan een investering in techniek aan moet voldoen. Op die manier heeft een teler en technologieleverancier zekerheid dat een investering in een technologie een goede investering is.

Het is aan te bevelen om toe te werken naar een **protocol** waaruit duidelijk wordt aan welke voorwaarde een technologie moet voldoen. De vraag staat dan centraal: Wat is een acceptabel zuiveringsrendement (doelvoorschrift) voor afvalwater van de bollenteelt/open teelten.

Voor de bollenteelt zou een vergelijkbare systematiek kunnen worden opgezet als voor de glastuinbouw. Dus: opstellen meetprotocol voor het testen van het zuiveringsrendement van zuiveringsinstallaties; testen uitvoeren met referentiewater en beoordeling door een commissie met een brede vertegenwoordiging van onafhankelijke beoordelaars zoals ook bij de BZG het geval is. Hiervoor moet een beoordelingsystematiek opgesteld worden. Dit beschrijft de wijze van beoordelen door een commissie. Hoe moet een aanvraag worden ingediend, welk onderzoek moet worden uitgevoerd (zie meetprotocol), hoe beoordeelt de commissie. Eenvoudiger is het wellicht om hetgeen voor de zuiveringsplicht glastuinbouw is opgezet te benutten voor de bollenteelt of nog een slag verder voor de open teelten in het algemeen (Vaststellen zuiveringsrendement zuiveringsinstallatie - Helpdesk water).

In het Pakket van Maatregelen is het onderwerp zuiveren van restwater ook benoemd voor alle open teeltsectoren, met onder andere als punten het definiëren van standaardwater (referentiewater), het ontwikkelen van een meetprotocol en het bepalen van een zuiveringsrendement. Dit onderzoek biedt aanknopingspunten voor de brede aanpak, met de volgende opmerkingen:

- 1 Wanneer een meetprotocol wordt opgesteld voor andere open teelten, moet in kaart gebracht worden wat de lozingsbronnen zijn, en of die aangepakt kunnen worden. Bij sectoren waarbij waterstromen vanaf het erf geloosd worden, kan de aanpak zoals bij de bloembollen gevolgd worden. Verschillende waterstromen moeten in kaart worden gebracht. Voor de uitvoerbaarheid, bijvoorbeeld meerdere teelten op één bedrijf, en de handhaafbaarheid is de stap naar één meetprotocol voor alle open teelten een logische oplossingsrichting. De resultaten van dit onderzoek zijn de eerste bouwsteen hierbij. Aandachtspunt zijn de bijzondere situaties, waarbij (aanvullend) maatwerk mogelijk moet zijn ,
- 2 Voor de bloembollenteelt is nu een referentiewater ontwikkeld, uitgaande van de in deze sector gebruikte gewasbeschermingsmiddelen en concentraties en mate van vervuiling van het restwater. Voor het bepalen van standaardwater voor andere sectoren speelt de vraag of er een standaardwater per sector ontwikkeld moet worden of over alle sectoren. Voor de glastuinbouw is gekozen voor één standaardwater voor alle sectoren in de glastuinbouw. Dit lijkt voor de open teelten ook de meest voor de hand liggende oplossingsrichting. Nader punt van onderzoek hierbij is samenstelling van het standaardwater en het gebruik

van de stoffen of groepen in de verschillende sectoren en teelten. Verder is naar voren gekomen dat voorbehandeling van het water een belangrijke rol speelt bij (een aantal) technologieën door de troebelheid/ vaste deeltjes waarbij in de bloembollensector sprake van is. Dit vraagt voor een nadere inventarisatie of hiervan ook sprake is in de andere teelten en sectoren. Als dat niet aan de orde is, zoals bij de naogstbehandeling van fruit, dan is het meest voor de hand liggend om voor afwijkende situaties specifiek maatwerk in te richten. Het derde punt is de concentratie van gewasbeschermingsmiddelen in het restwater en het zuiveringsrendement. Op welke situatie wordt het rendement gebaseerd? Dit zou op een worst case scenario moeten zijn, zoals ook in de glastuinbouwsector ook is gedaan. Dit vraagt nadere uitwerking en beoordeling. Hierbij speelt een rol dat er onderscheid is gemaakt tussen relatief verdunde en zeer geconcentreerde afvalwaterstromen.

Aanbevolen wordt om een nadere verkenning te doen hoe een en ander opgenomen kan worden in wetgeving.

Praktijkonderzoek met als doel verdere implementatie op bedrijven

Stimuleren van praktijkonderzoek om ervaring op te doen, zodat ook een uitspraak kan worden gedaan over robuustheid, effectiviteit zuivering, invloed van voorbehandeling, praktische toepasbaarheid, et cetera. Het is aan te bevelen om de technologieën die nu commercieel beschikbaar zijn, te gaan implementeren en nader te testen op bedrijven. Door deze voorbeelden laten bedrijven zien dat het in de praktijk technisch haalbaar is om afvalwater te zuiveren. Dit zal voor andere telers vertrouwen wekken om zelf ook te gaan zuiveren. Het stimuleren van een aantal bedrijven kan door middel van maatwerkafspraken. De waterschappen kunnen hier een rol in spelen. Hierin zou toegewerkt kunnen worden naar een gesloten erf, met een aparte oplossing voor zeer vervuilde waterstromen. Het maatwerk zal in belangrijke mate ook afhangen van de grootte van het bedrijf en de omvang van de waterstromen. Kleine bedrijven kunnen wellicht worden ondersteund door bedrijven die het vervuilde water ophalen of die het ter plekke zuiveren. Voor grotere bedrijven loont het wellicht om een eigen zuiveringsinstallatie te hebben.

Dit maatwerk zal vooral een belangrijke rol spelen in de periode dat er nog geen regelgeving van kracht is. Het biedt ruimte vanuit de overheid voor innovaties en zal voorlopers stimuleren tot implementatie van technologie. Er moeten stappen worden gezet in de praktijk, waarbij waterschappen de mogelijkheid bieden en samen met ondernemers en techniekleveranciers kunnen leren.

Onderzoek doen naar de haalbaarheid van een gesloten waterkringloop op een bloembollenbedrijf, zodat lozen niet meer nodig is.

Dit is uiteindelijk een van de oplossingen om het watersysteem te kunnen ontlasten. Wanneer er niet meer geloosd wordt, kan gekozen worden om de toepassing van de zuiveringsplicht los te laten, zoals ook bij de glastuinbouw gebeurt. Deze oplossingsrichting zal zelf opgepakt moeten worden door de sector.

Aandacht voor de bodem en het grondwatersysteem, betrokkenheid bevoegde gezagen

In dit project zijn vooral de waterschappen actief en die streven naar een reductie van de emissie naar het oppervlaktewatersysteem. De grondwaterkwaliteitsbeheerders (provincies) zijn wel aan het begin van het project benaderd, maar zij hebben niet in het project geparticipeerd. Er is een reëel risico van afwenteling van de lozingen naar de bodem/grondwatersysteem. Aanbevolen wordt dat de overheidspartijen (waterschappen, provincies, gemeenten en omgevingsdiensten) hierin gezamenlijk optrekken en vooraf de ambitie gaan bepalen om in de toekomst mogelijke toekomstige 'lekkages' te vermijden.

Verdere ontwikkeling van kansrijke technologieën

Het is aan te bevelen om de nog niet commercieel beschikbare technologieën ook te ontwikkelen, zodat telers voor hun bedrijfssituatie een keuze hebben uit meerdere technologieën.

Inhoud

Management samenvatting en beleidsmatige aanbevelingen	5
Aanleiding en doelstellingen	5
Aanpak en resultaten	6
Beleidsmatige aanbevelingen	9
Inhoud	12
1 Inleiding	14
1.1 Aanleiding	14
1.2 Doel	14
1.3 Samenwerkingsverband en motivatie van participerende deelnemers	15
1.4 Leeswijzer	15
2 Bestrijdingsmiddelen op bollenteeltbedrijven in beeld	16
2.1 Screening van toegelaten stoffen (CTGB)	16
2.2 Toepassing en vóórkomen van stoffen in de bollenteelt en oppervlaktewater	18
3 Bedrijfsinformatie	20
4 Ontwikkeling en testen van duurzame waterconcepten op het erf	27
4.1 Ontwikkelen van representatieve watersamenstelling in bloembollenteelt (“Referentiewater”)	27
4.2 Selectie gewasbeschermingsmiddelen:	29
4.3 Matrix	31
4.4 Referentiewater in het lab	35
4.5 Terugkoppeling van leden van het overleg ‘Emissiereductie open teelt’	37
5 Screening van zuiveringstechnologieën	40
5.1 Nanofiltratie (NF) en omgekeerde osmose (RO)	40
5.2 Chemische en electrocoagulatie en precipitatie.	43
5.3 UV	46
5.4 (Geavanceerde) oxidatie (AOP, advanced oxidation processes)	47
5.5 Adsorptie	50
5.6 Ionenwisseling	52
5.7 Overzicht	52
6 Bench scale testen	53

7	Pilottesten	58
8	Kosten	59
9	Implementatie van technologieën en beleid	60
9.1	Gesprekken met provincie, rijk en waterschappen	60
10	Conclusies	61
10.1	Urgentie voor milieu	61
10.2	Aanpak	61
10.3	Referentiewater is representatief voor waterstromen op een bloembollenbedrijf	61
10.4	Meerdere technologieën beschikbaar voor het zuiveren van waterstromen op een bloembollenerf	61
10.5	Praktijkwater kan vergaand gezuiverd worden	62
10.6	Kosten	63
10.7	Nabeschouwing	63
11	Beleidsmatige aanbevelingen	64
11.1	Opstellen van een kader (protocol)	64
11.2	Praktijkonderzoek met als doel verdere implementatie op bedrijven	65
11.3	Onderzoek doen naar de haalbaarheid van een gesloten waterkringloop op een bloembollenbedrijf, zodat lozen niet meer nodig is.	66
11.4	Aandacht voor de bodem en het grondwatersysteem, betrokkenheid bevoegde gezagen	66
11.5	Verdere ontwikkeling van kansrijke technologieën	66
12	Referenties	67
I	Persbericht januari 2019	69
II	Actieve stoffen toegelaten CTGB	73
III	Bestrijdingsmiddelen atlas	75
IV	Afzetcijfers Nefyto	78
V	Resultaten bedrijfsbezoeken per bedrijf.	79
VI	CTGB Toelatingen van gewasbeschermingsmiddelen in Referentiewater	86
VII	Gegevens metingen telers	87
VIII	Schoon erf schone sloot	89
IX	presentatie pakket van maatregelen emissiereductie open teelt	90

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De bollenteelt in Nederland is een intensief gebruiker van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten. Deze gewasbeschermingsmiddelen komen in het milieu terecht en hebben een negatieve invloed op de kwaliteit van het watersysteem (oppervlaktewater, grondwater). De waterkwaliteitseisen, zoals ook geformuleerd in de Kaderrichtlijn Water (KRW) worden niet gehaald. Aanvullende maatregelen zijn nodig om aan de kwaliteitseisen van de KRW in 2027 te voldoen.

Directe aanleiding voor dit project is enerzijds dat verschillende bollenteeltbedrijven in Noord Holland willen investeren in vernieuwende en duurzame technieken. Dit mede in het licht van mogelijke aanscherping van de wet- en regelgeving. Anderzijds wil het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier als waterbeheerder emissiereductiemaatregelen bevorderen in samenwerking met partners, en duurzame waterconcepten in de praktijk te helpen realiseren. Andere deelnemende Waterschappen hebben vergelijkbare doelstellingen.

Er is inzicht nodig welke technologieën geschikt zijn voor het verwijderen van de gewasbeschermingsmiddelen uit de waterstromen op een bollenteelt bedrijf. De focus van dit onderzoek zal liggen op het behandelen van het erfwater. Op basis van de resultaten van dit onderzoek kunnen de waterbeheerders/overheidspartijen meer duidelijkheid (zekerheid) geven aan de telers of de investeringen in de duurzame technieken ook voor de toekomst toereikend zullen zijn.

1.2 Doel

Ontwikkelen van geschikte zuiveringstechnologieën voor de bollenteelt, zodat deze in de praktijk vanaf 2021 breed uitgerold kunnen worden. De focus van dit onderzoek ligt vooral op de ontwikkeling en toepassing van technologieën om emissies van gewasbeschermingsmiddelen van het erf naar het watersysteem (oppervlaktewater- en grondwatersysteem) te reduceren. Tegelijkertijd zal ook bezien worden in hoeverre nutriënten en pathogenen (bv virussen) ook verwijderd worden. Dit met het oogmerk van streven naar een gesloten waterkringloop op verschillende bedrijven. Hoewel de toegepaste technologieën voor meerdere waterstromen met verschillende samenstellingen zullen worden toegepast, zal ook een Referentiewater voor de bloembollen sector (analogie tuinbouw) worden ontwikkeld:

- Binnen het project vaststellen van een “Referentiewater” voor bloembollenbedrijven. Aantonen welke technologie gewasbeschermingsmiddelen in de bloembollensector in een gewenste mate kan afbreken.
- Door middel van het delen van de resultaten (middels presentatie en rapportage), hebben telers inzicht in toepasbaarheid van technologie. Hierdoor zullen zij een investering doen die past bij de lokale situatie en zal de waterkwaliteit in de omgeving verbeteren.

De activiteiten zijn uitgevoerd:

- Inventarisatie
- Uitgangssituatie
- Technologie screening
- Lab onderzoek
- Pilot onderzoek
- Disseminatie

1.3 Samenwerkingsverband en motivatie van participerende deelnemers

In het project nemen de volgende partners deel:

KAVB (Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur): brancheorganisatie van bloembollentelers: vertegenwoordigt het belang van de sector en staat daarmee ook voor een duurzaam watergebruik in de sector door gebruik van toepasbare oplossingen.

Hoogheemraadschap/Waterschap HH Hollands Noorderkwartier, HH van Rijnland, WS Zuiderzeeland, WS Hollandse Delta: Het Hoogheemraadschap/Waterschap beheert het regionale watersysteem gelegen in het eigen beheersgebied. In de beheersgebieden van deelnemende waterschappen zijn veel bloembollenbedrijven. Zowel de bedrijfsvestiging als de teeltpercelen liggen in de gebieden van verschillende deelnemende waterschappen, waardoor zowel de perceelafspoeling als het erfafspoelwater een grote impact heeft op de waterkwaliteit. De waterschappen willen normoverschrijdingen terugdringen en nemen daarom deel aan dit onderzoek.

Teelbedrijven Schutte, J & T Bloembollen: Deze bedrijven zijn voorlopers in de sector wat betreft waterbeheer. Zij hebben reeds maatregelen genomen voor goed waterbeheer zowel op het erf als op het perceel. Daarnaast hebben de deelnemende bedrijven de mogelijkheid een deel van hun perceel opnieuw in te richten en willen dat doen met de nieuwst beschikbare technologieën en inzichten. Daarnaast verwachten zij in navolging van de glastuinbouwsector, dat ook bij de bollensector nieuwe regelgeving zal komen. Dan willen zij graag vooraan staan in het meedenken wat die regelgeving inhoudt.

Zuiveringstechnologiebedrijven VAM Watertech, Agrozone, Profytodsd, Lonza: deze technologiebedrijven zijn betrokken bij de opschaling van de technologie voor erfafspoelwater en het beschikbaar stellen van pilotinstallaties.

1.4 Leeswijzer

Ten eerste zijn we gestart met het in kaart brengen van de vrachten aan bestrijdingsmiddelen (H2). Vervolgens is door middel van bedrijfsbezoeken beter inzicht verkregen in het gebruik van de gewasbeschermingsmiddelen en de verschillende waterstromen op het bedrijf (H3). Deze gegevens zijn gebruikt voor het samenstellen van een referentiewater, wat een representatief water is voor verschillende waterstromen op de bloembollen bedrijven (H4). Daarna is er een technologie-inventarisatie gemaakt van mogelijke waterbehandelingstechnologieën (H5). Vervolgens zijn 6 van deze technologieën op bench-scale getest op de afbraak van gewasbeschermingsmiddelen. De belangrijkste resultaten hiervan staan beschreven in hoofdstuk 6. Er zijn ook testen gedaan met praktijkwater met als voornaamste doel de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen te testen (H 7). Vervolgens is er aandacht besteed kosten (ho 8) aan mogelijkheden tot implementatie, en synergie met andere open teelten (H 9). De belangrijkste conclusies dit rapport en aanbevelingen voor vervolg zijn te vinden in hoofdstuk 10 en 11.

2 Bestrijdingsmiddelen op bollenteeltbedrijven in beeld

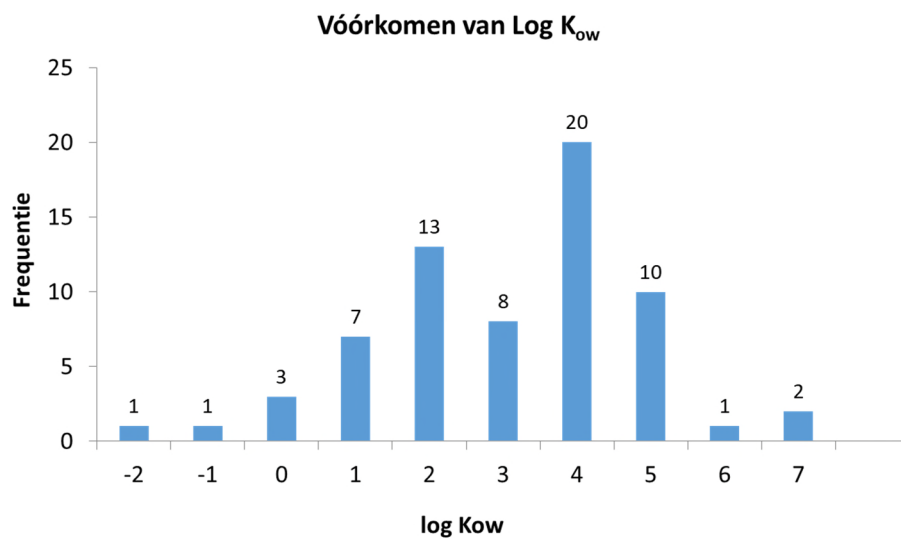
Deze analyse geeft een beeld van de kennis over de huidige waterkwaliteit van de verschillende stromen. De inventarisatie is gedaan op basis van literatuuronderzoek, resultaten uit eerder onderzoek (onder andere 'schoon erf, schone sloot' inventarisatie van waterstromen en maatregelen in de bollenteelt, 'toolboxwater' waarbij verschillende methodes ter vermindering van uitspoeling naar het oppervlaktewater zijn benoemd) en bedrijfsbezoeken op de pilotlocaties waar een beperkt aantal aanvullende monsters is genomen voor chemische analyse vooral gericht aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen.

2.1 Screening van toegelaten stoffen (CTGB)

Wanneer er voor een bepaald middel met een werkzame stof x een toepassing is gevonden moet hier eerst bij College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) een toelating voor worden verkregen. Wanneer de toelating is toegekend wordt deze opgenomen in de toelatingen databank [1]. Voor dit project is onderzocht welke gewasbeschermingsmiddelen zijn toegelaten met de zoekterm: " Sierteeltgewassen: Bloembol- en bloemknolgewassen". In totaal zijn 717 toelatingen geregistreerd in de databank. Veel van deze toelatingen betreffen dezelfde actieve stof maar verschillen bijvoorbeeld in: handelsnaam, toepassingstijdstip, toepassing in liters of kg /ha, groeistadium en bedekt/onbedekt. Het aantal actieve stoffen voor deze selectie bestaat uit 69 verbindingen waarvan 3 anorganische en de rest organische verbindingen (zie II). Vervolgens werden voor alle stoffen de CAS nummers geverifieerd en door gebruiken te maken van een database [2] van de Environmental Protection Agency eigenschappen van de desbetreffende stoffen opgezocht. Twee zaken zijn van belang bij het toepassen van de stoffen, namelijk (i) de oplosbaarheid/polariteit en (ii) gevoeligheid van (biologische) afbraak. Deze worden hieronder beschreven.

2.1.1 Toegelaten stoffen en polariteit

Een indicator voor de polariteit is de $\log K_{ow}$. Bij deze parameter wordt vastgesteld wat de verdeling is van stoffen tussen water (polair) en octanol (zeer apolair). Deze kan experimenteel worden vastgesteld maar dat is vaak niet voor alle stoffen uitgevoerd. Daarom is gebruik gemaakt van een voorspelde [2] $\log K_{ow}$ (zie II). Stoffen met een $\log K_{ow} < 4$ zullen goed oplossen in water en stoffen met een $\log K_{ow}$ groter dan 4 zullen over het algemeen slecht oplossen in water. Voor het toepassen van deze apolaire stoffen is een hulpstof nodig zodat deze beter oplossen in water.

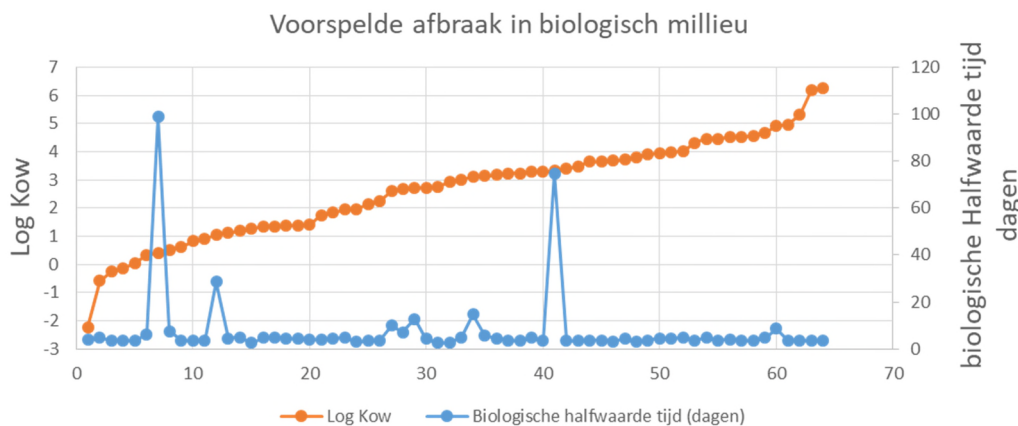


Figuur 2-1: Voorkomen van log Kow in toegelaten stoffen CTGB

Een groot deel van de toegelaten stoffen heeft een log K_{ow} van (afgerond) 4. Die zijn matig oplosbaar. De helft van de toegelaten stoffen (33) heeft een lagere log K_{ow} . Wanneer een stof slecht oplosbaar is in water, zal er makkelijker adsorptie aan de bodem of materialen zijn (afhankelijk van de polariteit hiervan), terwijl goed oplosbare stoffen langer in het water aanwezig kunnen blijven.

2.1.2 Toegelaten stoffen en afbraak

Wanneer gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast, kunnen deze onder invloed van bacteriën, zonlicht, andere organismen, of chemische reacties worden afgebroken. Deze biologische halfwaardetijd is een indicatie voor de persistentie van een actieve stof. Voor alle toegelaten stoffen zijn er 11 stoffen die een halfwaardetijd hebben van meer dan 5 dagen (Tabel 2-1).



Figuur 2-2: Log K_{ow} en biologische halfwaardetijd van de geregistreerde actieve stoffen met een toelating in de bloembollenteelt

Tabel 2-1: Toegelaten stoffen met een halfwaardetijd van meer dan 5 dagen.

CAS nummer	Engelse naam	Biologische halfwaardetijd in dagen
77-06-05	gibberellic acid	99
13194-48-4	ethoprophos	75
85-00-7	diquatdibromide	29
74115-24-5	Clofentezine	15
65195-55-3	abamectin	13
133-07-3	folpet	10
51596-10-2	milbemectin	9
137-42-8	metam-sodium	8
133-06-2	captan	7
108-62-3	metaldehyde	6
1897-45-6	chlorothalonil	6

2.2 Toepassing en vóórkomen van stoffen in de bollenteelt en oppervlaktewater

Wanneer stoffen worden toegepast in de bollenteelt, bestaat de kans dat er emissie plaatsvindt van het erf naar het watersysteem. Afhankelijk van stoffeigenschappen zoals halfwaardetijd en oplosbaarheid, zal een stof in meer of mindere mate worden teruggevonden in het water. De ecotoxicologische gevolgen van de aanwezigheid van een stof hangen sterk af van de toxiciteit van een stof voor (een groep van) organismen.

De afzetcijfers van Nefyto (IV) geven informatie over de verkoop van stofgroepen dus niet zozeer voor specifieke gewasbeschermingsmiddelen. De cijfers zijn ook niet gespecificeerd naar een bepaalde toepassing en veel toegelaten gewasbeschermingsmiddelen hebben een toelating voor meerdere teelten, inclusief bollen. Uit deze cijfers is dus niet direct af te leiden welke gewasbeschermingsmiddelen wel of niet veel gebruikt worden in de bollenteelt.

Uit interviews met telers (H 3) blijkt dat met name fungiciden gebruikt worden bij de bolontsmetting op het erf. Insecticiden, en herbiciden worden toegepast op het perceel.

De bestrijdingsmiddelenatlas (III) geeft informatie van stoffen die leiden tot normoverschrijdingen in het oppervlaktewater. Het leiden tot een normoverschrijding geeft een indicatie van veelvuldig gebruik. Het niet-leiden tot een normoverschrijding zegt echter niet dat een stof niet veelvuldig gebruikt wordt. Een korte halfwaardetijd of slechte oplosbaarheid zal leiden tot een relatief lage concentratie in het oppervlaktewater ten opzichte van een stof met lange halfwaardetijd en goede oplosbaarheid.

Het landelijk meetnet gewasbeschermingsmiddelen geeft het aantal normoverschrijdende stoffen per teeltgroep. Het koppelt een aantal meetlocaties aan een specifieke teelt die veel vertegenwoordigd is in die regio. Daarmee wordt verondersteld dat de aanwezigheid van een stof toegekend kan worden aan een bepaalde teelt, en dat toelating bij andere teelten geen rol speelt, omdat die andere teelten minimaal in het gebied aanwezig zijn. Voor de bollensector is een aantal meetlocaties in de kop van Noord-Holland en in de Bollenstreek meegenomen (III).

Uit het landelijk meetnet gewasbeschermingsmiddelen en de bestrijdingsmiddelenatlas (III) komt naar voren dat de volgende stoffen met een toelating in de bollenteelt leiden tot normoverschrijdingen.

Tabel 2-2: stoffen met een toelating in de bollenteelt die leiden tot normoverschrijdingen in het oppervlaktewater.

Stof	Functie	toepassing in bollenteelt
boscalid	fungicide	boldompeling
azoxystrobin	fungicide	boldompeling
fludioxonil	fungicide	boldompeling
captan	fungicide	boldompeling
cyprodinil	fungicide	boldompeling
kresoxim-methyl	fungicide	boldompeling
prochloraz	fungicide	boldompeling
tebuconazool	fungicide	boldompeling
pendimethalin	herbicide	spuiten op perceel
imidacloprid	insecticide	alleen bedekte teelt
deltamethrin	insecticide	spuiten op perceel
esfenvaleraat	insecticide	spuiten op perceel
spinosad	insecticide	spuiten op perceel
abamectine	insecticide	spuiten op perceel
deltamethrin	insecticide	spuiten op perceel
cyhalothrin-lambda	insecticide	spuiten op perceel
pirimifos-methyl	insecticide	spuiten op perceel
pirimicarb	insecticide	spuiten op perceel
carbendazim		afbraakproduct van thiofanaat-methyl

3 Bedrijfsinformatie

Om vraag en aanbod op het bedrijf in kaart te brengen, zijn er bedrijfsbezoeken gebracht en interviews met telers gehouden, en data van Nefyto geïnventariseerd (IV).

Door middel van interviews met een aantal telers is in kaart gebracht welke gewasbeschermingsmiddelen zij gebruiken, welke waterstromen op het bedrijf aanwezig zijn. Van verschillende waterstromen zijn ook monsters genomen tijdens een bedrijfsbezoek.

Tijdens de interviews is het volgende besproken:

- Om een goed beeld te krijgen van de samenstelling van het water, willen we graag een bezoek brengen aan uw bedrijf en watermonsters nemen. Daarnaast kan het zijn dat we u vragen enkele monsters zelf te nemen, die wij dan op een afgesproken moment komen ophalen.
- Als voorbereiding op het bezoek, willen we eerst een paar vragen stellen om een goed beeld te krijgen van uw bedrijf, en aan de hand daarvan een meetplan op te stellen. Alle gegevens zullen geanonimiseerd en vertrouwelijk behandeld worden.

- 1 Welke teelten heeft u op uw bedrijf?
- 2 En wat is het doel van elke teelt? Wat is uw product? Bijvoorbeeld voor in een broeierij (eigen of elders?), bollen op pot, directe verkoop bollen, etc?
- 3 Wisselen de teelten ook af met andere gewassen?
- 4 Welke water gerelateerde activiteiten vinden plaats op uw erf? U kunt denken aan spuitmachines vullen en afspoelen, bollen spoelen, drogen van de bollen, etc.
- 5 Heeft u daarnaast nog water gerelateerde activiteiten die op een andere locatie plaatsvinden?
- 6 Welke waterbron gebruikt u voor welke activiteit (regenwater, kraanwater, anders?)
- 7 Vinden deze activiteiten met een bepaalde regelmaat plaats
- 8 Kunt u aangeven op welk moment de activiteiten plaatsvinden? Liefst zo concreet mogelijk, bijvoorbeeld spuitmachines afvullen in week 35-37. Of altijd x weken na stap.xxxxx
- 9 Heeft u op uw erf maatregelen getroffen om erfafspoelwater op te vangen?
 - a Wat voor maatregelen zijn dat? Bijvoorbeeld aparte spuitplaats, goten, etc.?
 - b Wat doet u met dit water? Bijvoorbeeld Opvangen in een buffertank, directe afvoer via het riool, verwerking middels systeem X?
- 10 Gebruikt u gewasbeschermingsmiddelen?
 - a Welke gewasbeschermingsmiddelen gebruikt u?
 - b Wat zijn de handelsnamen van deze gewasbeschermingsmiddelen of zijn dit de handelsnamen
 - c Gebruikt u deze op uw perceel of op uw erf?
 - d Wat doet u met uw verdunde oplossing van gewasbeschermingsmiddelen die u over heeft (restwater)?
- 11 Gebruikt u ontsmettingsmiddelen? Welke gewasbeschermingsmiddelen en methode? Wat zijn de handelsnamen
- 12 Heeft u een beeld van het totale volume (erfafspoel)water wat vrij komt, evt. per activiteit?
- 13 Zijn er al eens metingen gedaan op uw bedrijf omtrent erfafspoelwater? Heeft u deze gegevens beschikbaar voor dit project?
- 14 Hergebruikt u water op uw bedrijf, of bent u bereid dat te doen (mits de kwaliteit voldoende is)?
 - a Wat voor kansen en belemmeringen ziet u? (kosten, volumes, opslag, etc.)

- b Wat voor doel voor hergebruik ziet u? (beregening, waswater, etc.)
- c Wat zijn de belangrijkste kwaliteitseisen voor hergebruik?
- 15 Er zijn in diverse projecten aanbevelingen gedaan rond de bedrijfsvoering mbt activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen. Bent u hiervan op de hoogte en volgt u deze op? Zoja, welke?

Hieronder volgt een samenvatting van de resultaten van de interviews met vier bedrijven. De resultaten per bedrijf worden weergegeven in V.

- De geïnterviewde bedrijven telen tulpen (bedrijf 1,2,3,4), lelies (bedrijf 1,2,3) en in een klein areaal hyacinthen, calla en amaryllis (alleen bedrijf 4). De teelt van deze gewassen wordt op het perceel afgewisseld met andere gewassen. Op het erf vinden de watergerelateerde activiteiten plaats. Figuur 3-1, Figuur 3-6 en Figuur 3-9 geven een schematische weergave van de watergerelateerde activiteiten op het erf van de eerste drie bedrijven. Er wordt door de bedrijven zowel leidingwater, oppervlaktewater als regenwater gebruikt.
- Alle bedrijven hebben een groot spoelbassin. Bij bedrijf 1 en 3 wordt het water in dat bedrijf ontsmet voordat het hergebruikt wordt. Er vindt eerst een coagulatie-flocculatie plaats, waarna de ontsmetting gebeurt op basis van UV+peroxide, of op basis van UV+ozon+peroxide. Bij bedrijf 2 en 4 wordt het spoelwater zonder ontsmetting hergebruikt.
- Bedrijf 1 kookt de bollen met chloor, geproduceerd op d.m.v. elektrolyse van NaCl. Dit water kan niet worden hergebruikt. De overige bedrijven doen dit niet.
- Alle bedrijven ontsmetten de bollen met een suspensie van gewasbeschermingsmiddelen. Dit kan door dompelen, douchen of in een schuimbad. Het restwater van deze bolontsmetting wordt op verschillende manieren verwerkt: het wordt uitgereden over het land, gemengd met het water in het spoelbassin, of afgevoerd via een afvalverwerker. Het water in deze suspensies bevat zeer hoge concentraties gewasbeschermingsmiddelen (grammen per liter).

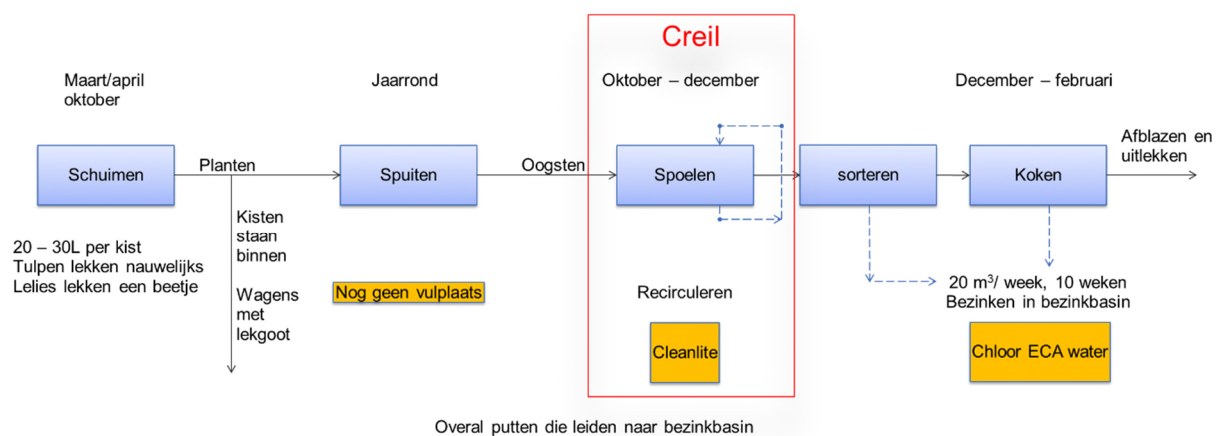
De volgende middelen worden gebruikt (Tabel 3-1).

Tabel 3-1: overzicht van gebruikte gewasbeschermingsmiddelen op geïnterviewde bedrijven.

bolontsmetting	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4
Captan	X	X		X
Securo	X	X	X	X
Topsin M	X	X	X	X
Mirage plus	X			X
Mirage Elan	X		X	
Apollo	X		X	
Admire			X	
Tulip foam				X
Perceel spuiten				
Linuron	X			
Roundup	X			
Maneb	X			
Sumicidin	X			
Rudis	X	X	X	
Doreda (biologische bestrijder)				X
Andere teelten				
Diabolo			X	

De bedrijven hebben allemaal al een aantal maatregelen genomen om erfafspoeling te beperken. Zo zijn er goten en straatkolken aangelegd waarbij het water van het erf hierin komt, wat dan naar het spoelbassin wordt gepompt; er is een subsidie aangevraagd voor een fytobak zodat het restwater wat uit de veldspuit en spuitmachine komt, daarin verwerkt kan worden; er wordt gezorgd dat alles binnen staat zodat er via het regenwater geen gewasbeschermingsmiddelen kunnen afspoelen van bijvoorbeeld de kisten; aanhangers voor vervoer van kisten hebben een lekgoot. Een aantal bedrijven heeft meegedaan met het project ‘schoon erf, schone sloot’ waarin er metingen zijn gedaan naar de waterkwaliteit in het oppervlaktewater om het bedrijf, en waarin maatregelen ter voorkoming van erfafspoeling zijn getest, en gepromoot. Dit heeft bewustzijn opgeleverd bij de deelnemende bedrijven van het effect van hun werkzaamheden op het omliggende milieu.

Hieronder volgen de schematische weergaven van de wateractiviteiten van de bedrijven, en enkele foto’s genomen bij de bedrijven.

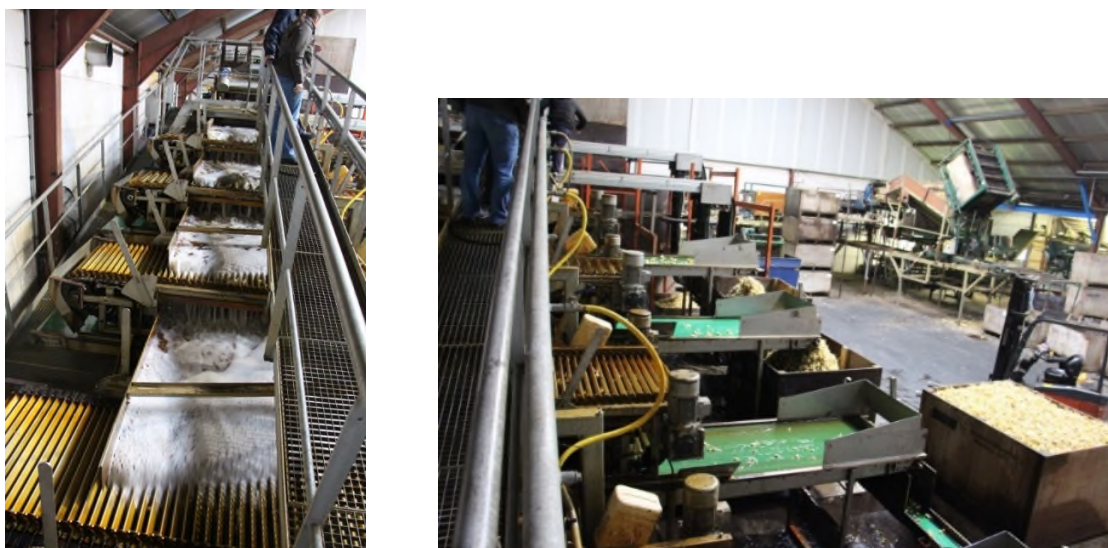


Figuur 3-1: schematisch overzicht van watergerelateerde activiteiten op bedrijf 1

Enkele foto’s van bedrijf 1



Figuur 3-2: droog sorteren van de bollen, bedrijf 1



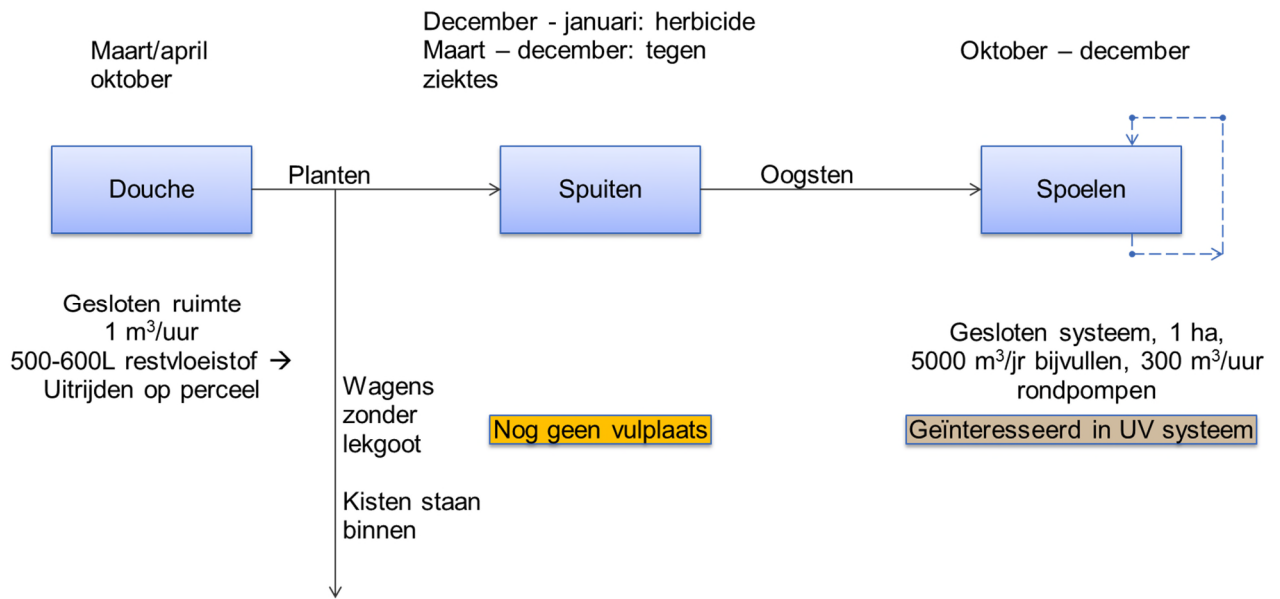
Figuur 3-3: Plantgoed wordt nat gesorteerd. Hieraan worden geen gewasbeschermingsmiddelen toegevoegd. Het water wordt gerecirculeerd, daarna afgevoerd naar speelbasin, bedrijf 1.



Figuur 3-4: Installatie voor het schuimen van de bollen, bedrijf 1

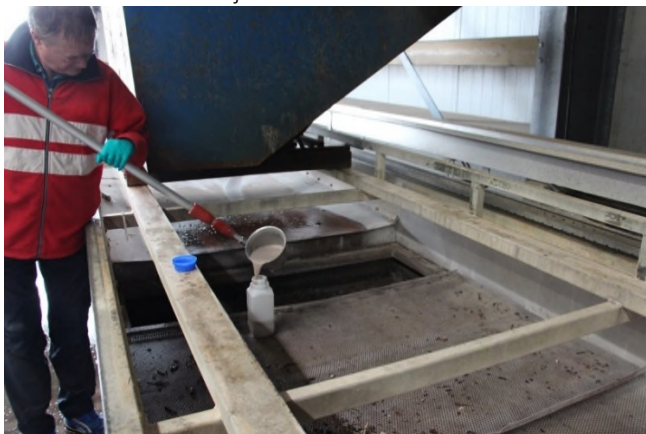


Figuur 3-5: Installatie voor het koken van de leliebollen met chloor, bedrijf 1



Figuur 3-6: schematisch overzicht van watergerelateerde activiteiten op bedrijf 2

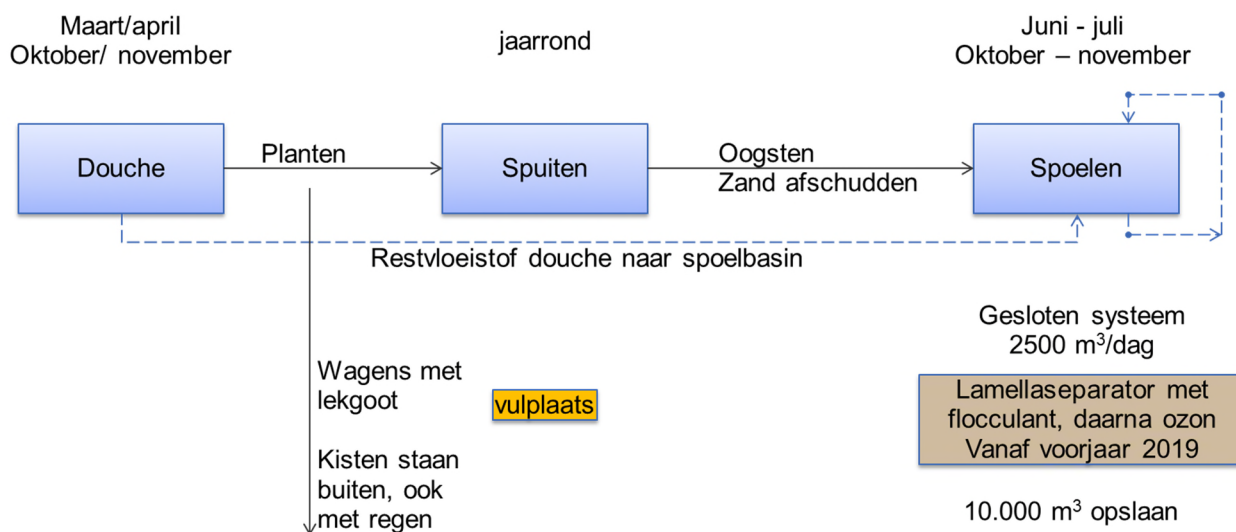
Enkele foto's van bedrijf 2



Figuur 3-7: douchen van de bollen, met close-up van watermonster, bedrijf 2



Figuur 3-8: Spoelbasin van bedrijf 2. Het schuim wordt veroorzaakt door suikers in de bollen. Met close-up van watermonster.



Figuur 3-9: Schematisch overzicht van watergerelateerde activiteiten op bedrijf 3.

In juli 2019 is een bezoek gebracht aan bedrijf 3, waar een lamellaseparator met ozoninstallatie in bedrijf is genomen. In voorjaar 2019 is het erf volledig verhard met beton en is rondom het hele erf een goot aangebracht om te zorgen dat water wat van kisten en machines afspoelt, niet in het oppervlaktewater terecht komt. Het water uit de goot wordt naar het spoelbassin gepompt.



Figuur 3-10: lamellaseparator en flocculant bereiding bij Schutte. Spoelen van de bollen. Het water wordt in tegenstroom gebruikt met de aanvoer van de bollen waardoor het water wat uit de ozoninstallatie komt, wordt gebruikt voor de schoonste bollen (d). Dit water wordt opgevangen en nog 2x gebruikt voor het spoelen van de juist geogste bollen (c).

Conclusie bedrijfsbezoeken

De bedrijven die deelnemen aan het project Bloembollenteelt Waterproof zijn moderne bedrijven die zich bewust zijn van de impact van hun bedrijfsvoering op de omgeving. Zij hebben daardoor al maatregelen genomen voor het verminderen van afspoeling van vervuilde waterstromen naar het oppervlaktewater. Deze bedrijven zijn hierdoor niet representatief voor de hele sector (625 bedrijven in 2016) maar geven wel een goed beeld van verschillende waterstromen die aanwezig kunnen zijn, en verschillen in bedrijfsvoering. In 2016 had een gemiddeld bloembollenbedrijf 36ha grond [3], terwijl de deelnemende bedrijven daar fors boven zitten (120 ha voor bedrijf 2, 140ha bedrijf 3, 54 ha bedrijf 4). Het kan dan ook economisch efficiënter zijn om maatregelen te nemen.

4 Ontwikkeling en testen van duurzame waterconcepten op het erf

4.1 Ontwikkelen van representatieve watersamenstelling in bloembollenteelt (“Referentiewater”)

Uit de inventarisatie van de waterstromen (ho 2,3, IV) is een representatieve samenstelling van erfafspoelwater samengesteld. Om afstemming te zoeken voor deze samenstelling, is overleg geweest met de gebruikers, via KAVB, handhavers (waterschappen) en bevoegd gezag (provincies en gemeentes). Een aantal van deze partijen neemt deel aan het projectconsortium maar de resultaten zijn ook besproken tijdens ledenbijeenkomsten van telers en met breder overleg zoals het BOOT-overleg (Bestuurlijk Overleg Open Teelten en veehouderij). Ook is het specialistische KWR laboratorium betrokken om te garanderen dat de te meten stoffen in de vastgestelde achtergrondmatrix met voldoende nauwkeurigheid gemeten kunnen worden en dat de detectiegrenzen meegenomen zijn in de vaststelling van de samenstelling van het water. Het doel van het vaststellen van de representatieve watersamenstelling is:

- om de laboratoriumtesten uit te kunnen voeren die representatief zijn
- om een standaard test opzet te bieden

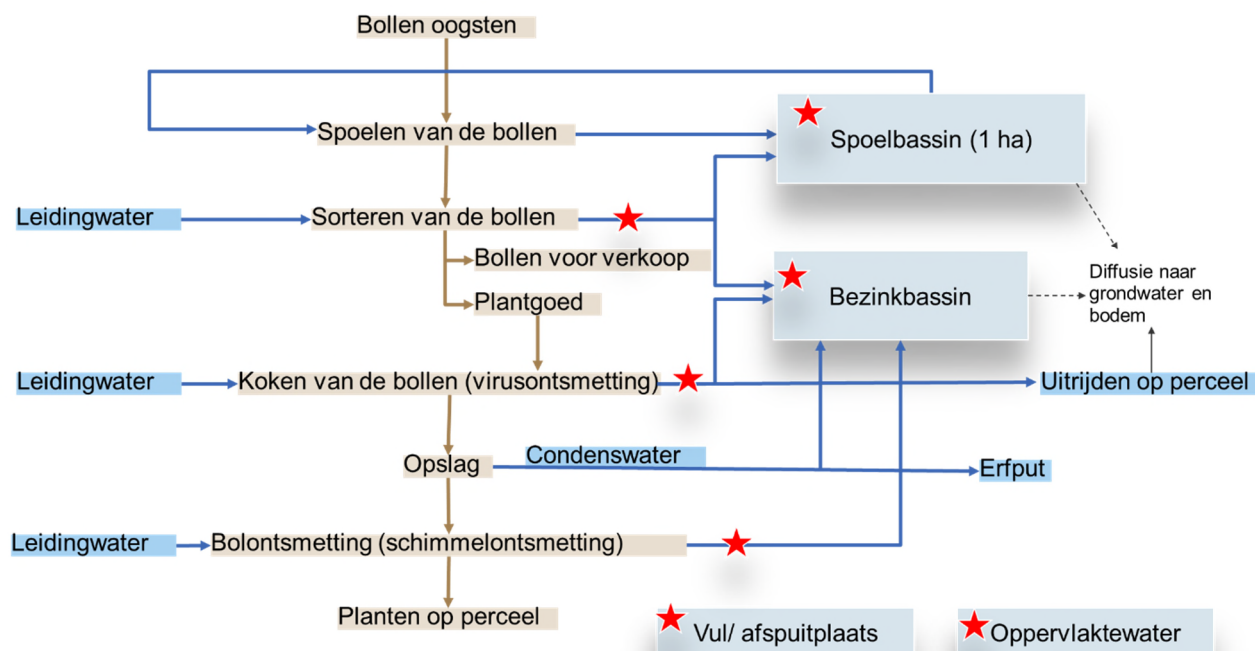
Door het gebruik van een representatieve en standaard test ontstaat draagvlak voor de resultaten van de testen. De opzet en resultaten moeten een methode geven die algemeen gebruikt kan worden om de werking van een technologie en apparatuur aan te kunnen tonen. Wanneer draagvlak wordt gevonden voor deze methode, kan die bij mogelijk nieuwe regelgeving gebruikt worden. Bij het vaststellen van de samenstelling is voornamelijk gekeken naar de samenstelling van water bij bedrijven die tulpen en lelies kweken. Dit zijn de twee grootste bolgewassen die in Nederland geteeld worden. Deze gewassen vormen 78% van het bloembol areaal in Nederland (CBS, 2017, zie Tabel 4-1). Daarnaast zijn ook andere bolgewassen, en gewassen die veel bollenbedrijven ook telen (zoals aardappel) beschouwd.

Tabel 4-1: areaal bloembollen in Nederland [4]

	areaal bloembollen in Nederland (2017)
	ha
tulpen	13410
lelies	6440
overige bol- en knolgewassen	1760
narcissen	1490
hyacinten	1420
gladiolen	990

Op bloembollenbedrijven zijn verschillende waterstromen. De belangrijkste waterstromen die zijn geïdentificeerd zijn als volgt (stroomschema in Figuur 4-1):

- Kookwater (voornamelijk bij lelie; soms alleen heet water, soms met gechlloreerd water)
- Spoelbassin-water/ Bezinkbassin-water
- Waterstroom bij sorteren
- Water gebruikt voor bolontsmetting (waarbij fungiciden worden toegepast)
- Water bij vul/ afsput plaats
- Oppervlaktewater naast het erf (waterschap)



Figuur 4-1: stroomschema bollen (bruin) en waterstromen (blauw). Rode ster: punt waar waterstroom apart ingezameld kan worden voor behandeling

Bollen worden op twee manieren ontsmet. Ten eerste door het koken van de bollen (tot 40 °C) met warm water. Hieraan kan chloor of eventueel Captan worden toegevoegd. Dit gebeurt voornamelijk bij lielebollen en heeft als doel om virussen te verwijderen, en eventuele parasieten. Ten tweede door het dompelen, schuimen of douchen met opgeloste fungicides. Dit gebeurt bij bijna alle bolgewassen. Deze stromen kunnen samen worden genomen als bolontsmetting.

Het referentiewater dat ontworpen is, moet representatief zijn voor de waterstromen op het erf. Het doel van de zuivering van de waterstromen is de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen. Daarom wordt bij referentiewater onderscheid gemaakt tussen de gewasbeschermingsmiddelen, en de matrix (opgeloste stoffen, vaste deeltjes, pH).

Om de samenstelling van referentiewater te bepalen, is gebruik gemaakt van verschillende bronnen:

- Bestrijdingsmiddelen atlas (zie III)
- Interviews met telers (zie Hoofdstuk 3)
- Afzetcijfers Nefyto (zie IV)
- Resultaten van project 'Schoon Erf Schone Sloot' (gebied HHNK en Flevoland, VIII).
- Metingen bij telers, door KWR (VII) en door Profyto DSD

Al deze bronnen geven informatie over de gewasbeschermingsmiddelen (GBM) die in het erfafspoelwater aanwezig (kunnen) zijn. De metingen op het bedrijf hebben input gegeven voor de matrix.

Naar aanleiding van de gesprekken en metingen is het duidelijk dat er onderscheid gemaakt kan worden in stromen met een hoge, en met een lage concentratie gewasbeschermingsmiddelen, en met hoge en lage concentraties van matrix elementen.

Hoog		Boldompeling/ schuimbad Koken Vul- en afsputplaats
GBM		
Laag	Spoelbassin/ Bezinkbassin Sorteren Oppervlaktewater	
	Laag	Matrix
		Hoog

Op basis hiervan is besloten om 2 referentiewater samen te stellen:

- 1 hoge matrix en hoge concentraties GBM, zoals in boldompeling (Geconcentreerd)
- 2 lage matrix en lage concentraties GBM, zoals in spoelbassins (Verdund)

4.2 Selectie gewasbeschermingsmiddelen:

4.2.1 Gewasbeschermingsmiddelen

Het referentiewater wordt samengesteld door het toevoegen van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen, en niet door het toevoegen van de actieve stoffen. De hulpstoffen die aanwezig zijn in de commerciële gewasbeschermingsmiddelen, kunnen invloed hebben op de werking van de zuiveringstechnologieën. In de praktijk zijn ook gewasbeschermingsmiddelen als matrix aanwezig, en niet slechts alleen de actieve stoffen.

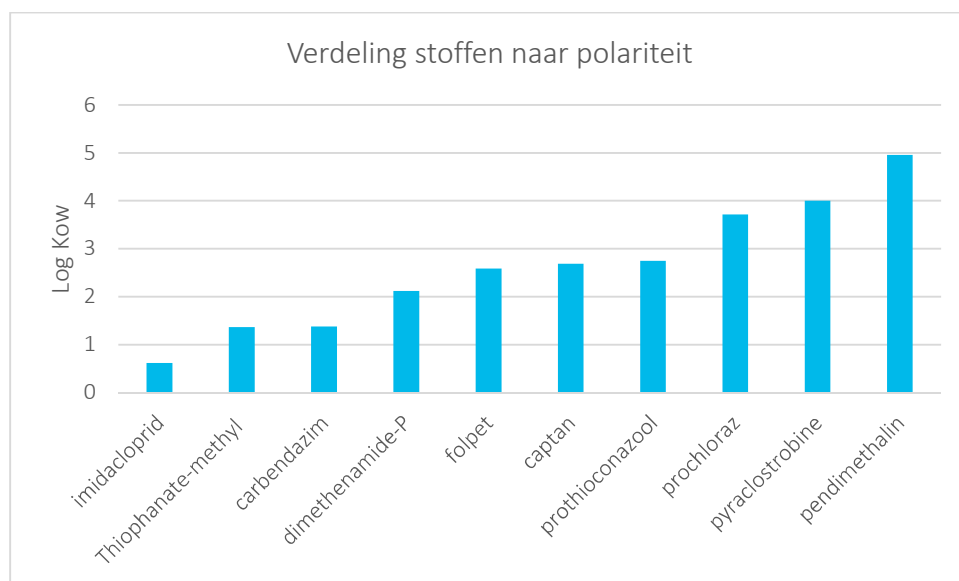
Er is besloten om voor beide referentiewaters dezelfde gewasbeschermingsmiddelen te kiezen. Dit maakt het eenvoudiger om de werking van de apparaten voor beide waters te kunnen vergelijken. De criteria die gehanteerd worden voor de selectie van de gewasbeschermingsmiddelen zijn:

- Veel in de praktijk gebruikte en aangetroffen gewasbeschermingsmiddelen
- Breed bereik in chemische eigenschappen: verschillende chemische groepen en een breed bereik polariteit (wateroplosbaarheid)
- Verschillende functies (fungicide, herbicide, insecticide)

De selectie aan gewasbeschermingsmiddelen is weergegeven in Tabel 4-2 met daarbij enkele kenmerken. De verdeling naar polariteit is weergegeven in Figuur 4-2.

Tabel 4-2: geselecteerde gewasbeschermingsmiddelen in het referentiewater, met de werkzame stoffen, chemische groepen, log K_{ow} en fuctie van gebruik, en de biologische halfwaardetijd (d)

	Merksnaam	Werkzame stof	Chemische groep	log KOW	herbiciden	insect/acar	fungicide	Biologische halfwaardetijd van actieve stof (dagen)
1	Mirage Elan	prochloraz	Imidazole	3.71			1	4
2	Rudis	prothioconazool		2.75			1	3
3	Securo	folpet	Ftaalimide	2.59			1	10
	Securo	pyraclostrobine	strobilurines	4.00			1	5
4	Topsin M	thiofanaat-methyl		1.37			1	5
5	Captosan	Captan	Ftaalimide	2.69			1	7
6	Admire	imidacloprid	Neonicotinoïde	0.62		1		4
7	WING P/ Stomp	pendimethalin	dinitroanilines	5.03	1			4
	WING P	Dimethenamid-P	chlooraceetamiden	2.28	1			3
8	afbraakproduct van thiofanaat-methyl	carbendazim		1.38			1	4



Figuur 4-2: Verdeling van geselecteerde stoffen naar polariteit

Hoewel Imidacloprid in de EU verboden is te gebruiken in open teelten, kan het nog aanwezig zijn op fust afkomstig van buiten de EU. Binnen de EU mag het gebruikt worden in bedekte teelten. Het kan daarmee dus ook gebruikt worden in de broeierij en in de glastuinbouw, en op die manier terug gevonden worden in het erfafspoelwater van bloembollenteelers. Daarnaast vinden beleidsmakers dit een belangrijke stof om te monitoren. Ook het chemische karakter van deze stof (laagste log Kow resulterend in hoogste wateroplosbaarheid) maakt het een nuttige stof om de representativiteit van referentiewater te vergroten.

Carbendazim is een afbraakproduct van thiofanaat-methyl en wordt veel aangetroffen in het oppervlaktewater. Het moet daarom ook worden toegevoegd aan het referentiewater. Hiervoor wordt de actieve stof zuiver (97%) toegevoegd.

De gewasbeschermingsmiddelen hebben een toelating van het CTGB voor meerdere doelgewassen. Bijlage V geeft een overzicht van de toelating van de gewasbeschermingsmiddelen.

4.2.2 Concentraties

Voor referentiewater **Geconcentreerd** worden de concentraties toegevoegd zoals op het etiket voor boldompeling staan. Carbendazim moet worden toegevoegd. Aangezien Thiofanaat methyl afbreekt tot carbendazim, wordt gekozen voor een concentratie die de helft is van de concentratie thiofanaat methyl.

De concentraties in het referentiewater **Verdund** zijn gebaseerd op de metingen van het project 'schoon erf, schone sloot' (oppervlaktewater metingen) en de metingen zoals in dit project gedaan. Hierbij is gekeken naar de hoogst aangetroffen concentratie uit alle metingen die gebruikt zijn, en de concentratie is vervolgens naar boven afgerond. De concentraties zijn een factor 500 tot 10.000 lager dan in het water van het dompelbad. Om die reden is besloten om de concentraties in het referentiewater **Verdund** een factor 1000 lager te nemen dan in het referentiewater **Geconcentreerd**. Dit geeft voor de meeste stoffen een worst-case benadering ten aanzien van de concentratie GBM.

Er kan één stockoplossing worden gemaakt welke in verschillende hoeveelheden kan worden toegevoegd aan het referentie water **Geconcentreerd** en **Verdund**. De verhouding tussen de gewasbeschermingsmiddelen is echter gelijk.

De gewasbeschermingsmiddelen worden toegevoegd, en niet de actieve stoffen. Dit zorgt er meteen voor dat stoffen die als hulpmiddel zijn toegevoegd, en een effect kunnen hebben op de zuivering, ook zijn meegenomen. De concentratie van het middel, en de hoeveelheid die toegevoegd moet worden aan het geconcentreerde en het verdunde referentiewater, wordt weergegeven in Tabel 4-3.

4.3 Matrix

De matrix bestaat uit verschillende componenten

- zouten/ nutriënten (opgelost)
- organische stoffen (opgelost en niet-opgelost)
- anorganische niet-opgeloste stoffen
- virus en micro-organismen

Van de matrix zijn alleen in dit project metingen gedaan. De basis voor de samenstelling van de matrix is daardoor wellicht niet representatief omdat het een kleine steekproef aan metingen betrof.

Tabel 4-3: gewasbeschermingsmiddelen in het referentiewater voor erfafspoelwater van de bollenteelt.

			Concentratie in middel	formulering	Concentratie in referentiewater Geconcentreerd	Toe te voegen aan referentiewater Geconcentreerd	Concentratie in referentiewater Verdund	Toe te voegen aan referentiewater Verdund
1	Mirage Elan	prochloraz	450 g/l	Suspensie concentraat (SC) op basis van 450 g/L Prochloraz (37,7 % w/w)	1,8 g/l	4 ml/l	1,8 mg/l	4 µl/l
2	Rudis	prothioconazool	480 g/l	Suspensie concentraat	0,960 g/l	2 ml/l	0,96 mg/l	2 µl/l
3	Securo	folpet	300 g/l	Suspensie concentraat	4,5 g/l	15 ml/l	4,5 mg/l	15 µl/l
		pyraclostrobine	100 g/l		1,5 g/l		1,5 mg/l	
4	Topsin M	thiofanaat-methyl	500 g/l	Suspensie concentraat	5 g/l	10 ml/l	5 mg/l	10 µl/l
5	Captosan	Captan	500 g/l	Suspensie concentraat	5 g/l	10 ml/l	5 mg/l	10 µl/l
6	Admire	imidacloprid	70% imidacloprid	Waterdispergeerbaar granulaat	3,5 g/l	0,5 g/l	0,35 mg/l	0,5 mg/l
7	Wing P	pendimethalin	250 g/l	Emulgeerbaar concentraat	2.5 g/l	10 ml/l	2.5 mg/l	10 µl/l
		dimethenamid	212 g/l		2.12 g/l		2.12 mg/l	
8	afbraakproduct van thiofanaat-methyl	carbendazim	97%	vast	1,455 g/l	1,5 g/l	1,455 mg/l	1,5 mg/l

4.3.1 Geconcentreerd:

De matrix bij boldompeling zal voornamelijk veroorzaakt worden door het type water dat gebruikt wordt om het dompelbad te bereiden (regenwater, leidingwater of grondwater) en door eventuele kleurstoffen die worden toegevoegd. De hulpstoffen die aanwezig zijn in de gewasbeschermingsmiddelen kunnen zowel organische en anorganische stoffen bevatten, en geven soms ook kleur. Veel hulpstoffen in het middel zijn toegevoegd als stabilisatoren om de gewasbeschermingsmiddelen in suspensie te houden.

Bij de vul- en afsputplaats komt water uit de spuitmachines, maar zal ook zand terecht komen, en andere stoffen die op het erf inwaaien.

Bij het koken van de bollen wordt water verhit tot 40 oC en wordt natriumhypochloriet of een andere chloorverbinding toegevoegd. De bollen staan een half uur in dit kookbad. Er kan nog vrij chloor aanwezig zijn en daarnaast is het natriumchloride gehalte van dit water erg hoog.

Verdund:

In het spoelbassin kan zand aanwezig zijn, maar door de lengte van het bassin, zal dit vaak al bezonken zijn voordat de waterbehandeling zal plaatsvinden, als aangenomen wordt dat dit plaatsvindt aan het eind van het bassin. Bij het spoelen van de bollen komen suikers vrij, en dit wordt naarmate het seizoen vordert een steeds hogere concentratie. Dit leidt ook tot meer groei van micro-organismen. De UV-transmissie varieert sterk (53% en 11%

gemeten) en zal voornamelijk afhangen van de bron van het water, en de hoeveelheid opgeloste stoffen. Water in het spoelbassin wordt normaal gesproken niet geloosd op het oppervlaktewater maar continu hergebruikt.

In het bezinkbassin komen verschillende waterstromen samen, namelijk water van het sorteren, water dat in de schuur wordt opgevangen in putjes, condenswater uit de koelcellen, etc. Het lijkt daarom logisch om dit water als basis te nemen voor de matrix. Het is daarbij ook nog eens een opslag die als buffer kan dienen. Het spoelbassin en het bezinkbassin lijken de meest logische plaats voor het installeren van een waterbehandelingsinstallatie. In het bezinkbassin is een grote hoeveelheid bacteriën aanwezig. De UV-transmissie was laag, 5,3% gemeten in 1 bassin.

De samenstelling van het oppervlaktewater is erg locatie-afhankelijk. Het is de bedoeling dat het erfafspoelwater wordt behandeld voor het op het oppervlaktewater terecht komt. De matrix van het oppervlaktewater wordt daarom niet meegenomen voor het samenstellen van het referentiewater.

Om te zorgen dat de waarde van zowel TOC als UV-transmissie representatief zijn, kan er organische stof worden toegevoegd, mogelijk in de vorm van humuszuren.

Om anorganische niet-opgeloste deeltjes te representeren, kan illiet (een aluminium silicaat) worden toegevoegd. Wanneer het men het water wil hergebruiken, moet ook de microbiologische kwaliteit geschikt zijn. Het doel van het referentiewater is echter om te dienen als standaardwater m.b.t. de afbraak van gewasbeschermingsmiddelen. Er zullen geen micro-organismen worden toegevoegd.

4.3.2 Samenstellen van referentiewater

4.3.2.1 Uitgangswater

Telers gebruiken het meest leidingwater en grondwater als bron. Als uitgangswater voor referentiewater kan leidingwater gebruikt worden. Leidingwater is vrij constant van samenstelling. De samenstelling van grondwater is locatie-afhankelijk en kan een hoog ijzergehalte en een hoge concentratie opgeloste organische stoffen hebben. Deze componenten kunnen veel invloed hebben op behandelmethodes en gezien de variabiliteit hierin, is grondwater niet geschikt om te gebruiken bij de bereiding van referentiewater.

Ook demiwater, water uit een omgekeerde osmose-installatie en regenwater kunnen gebruikt worden. De EC van deze waterstromen is wel vrij laag, maar dat heeft op de meeste behandelmethodes een minimale invloed.

4.3.2.2 Nutriënten en zouten

Hoewel aan een dompelbad geen nutriënten worden toegevoegd, kunnen deze wel aanwezig zijn in water van de vul- en afsputplaats. Ook in het bad van het koken zijn zouten aanwezig, vooral in de vorm van NaCl. In het water van het bezinkbassin en spoelbassin, zijn nutriënten aanwezig.

In de Tabel 4-4 wordt een overzicht gegeven van de concentraties van de verschillende elementen in referentiewater.

4.3.2.3 Vervuilingen

In echt water zit vervuiling zoals micro-organismen en organische stoffen. Dit willen we evt. simuleren door toevoeging van deze vervuilingen. Echter toevoegen van vervuilingen is niet representatief en lastig praktisch uit te voeren. Vervuilingen kunnen invloed hebben op de werking van behandelmethodes. Levende organische vervuilingen als algen, bacteriën en schimmels zijn echter niet goed toe te voegen en te bewaren in referentiewater. Daarnaast zal de hoeveelheid sterk afhangen van slecht beïnvloedbare en beheersbare factoren als temperatuur, hoeveelheid opgeloste stof, tijd tot gebruik, etc. Het is daarom niet zinvol algen, bacteriën en schimmels aan het referentiewater toe te voegen als organische vervuiling. Biologische afbraakproducten (oa. van

deze organismen, maar ook van de bloembollen) zijn beter controleerbaar en te standaardiseren, daarom worden fulvo- en humuszuren toegevoegd.

Tabel 4-4: overzicht van nutriënten in referentiewater **Geconcentreerd** en referentiewater **Verdund** voor de bloembollenteelt

Bepaling	eenheid	Geconcentreerd	Verdund
EC	mS/cm		1,7
pH		6	6
NH ₄ ⁺	mmol/l	1	0,25
K ⁺	mmol/l	15	3,75
Na ⁺	mmol/l	19	4,75
Ca ²⁺	mmol/l	8	2
Mg ²⁺	mmol/l	3,5	0,875
Si	mmol/l	<0,01	<0,01
NO ₃ ⁻	mmol/l	2	0,5
Cl ⁻	mmol/l	39	9,75
SO ₄ ²⁻	mmol/l	7	1,75
HCO ₃ ⁻	mmol/l	1	0,25
PO ₄ ³⁻	mmol/l	1	0,25
Fe	µmol/l	100	25

Een maat voor organische vervuiling in het water is de TOC (total organic carbon, de hoeveelheid organisch gebonden koolstof). De concentratie TOC in het referentiewater is 10 mg/l, als toegevoegd humuszuur.

Minerale vervuiling van zand of klei wordt toegevoegd als zand (om interactie met gewasbeschermingsmiddelen te voorkomen). Er wordt verondersteld dat voor iedere waterbehandeling een voorzuivering wordt gebruikt die deeltjes groter dan 10 µm uit het water filtert. Kleinere deeltjes kunnen de werking van een waterbehandelingssysteem wel beïnvloeden en worden daarom toegevoegd. Er wordt 400 mg/l toegevoegd aan referentiewater geconcentreerd, en 100 mg/l aan referentiewater verdund.

De concentraties opgeloste stoffen in het referentiewater **Geconcentreerd** zijn 4x zo hoog als in referentiewater **Verdund**.

4.3.2.4 Overige parameters

De UV-transmissie is een belangrijke parameter wanneer technologie wordt toegepast die gebruik maakt van UV-licht. Om een uniform resultaat te krijgen, moet ook de UV-transmissie binnen een bepaalde bandbreedte vallen. Voor het geconcentreerde referentiewater is de T=0.05% en de UV-extinctie bij 254 is 2500 /m. Dit betekent dat het te hoog is om (reëel) UV technologie toe te passen. Bij het verdunde referentiewater is T=30% en UV-extinctie = 70 /m. Hierbij kan wel UV technologie worden toegepast.

De temperatuur van het water moet tussen de 5 en 30°C zijn voor de technologietesten, omdat in de praktijk ook binnen deze temperaturen gewerkt zal worden. Het water van het kookbad (monster genomen bij een van de telers) was 40°C en viel daarmee buiten deze range van temperaturen. De overige watermonsters waren 4,7 (buiten) tot 15,4 °C (binnen), gemeten in december. Het lijkt dan ook realistisch om de temperatuur van het water buiten of in de schuur aan te houden en deze fluctueert zo tussen de 5°C in de winter tot 30°C in de zomer. Wanneer het water van het kookbad direct apart behandeld wordt, zonder afkoeling of menging met andere waterstromen, zal getest moeten worden of de technologie nog voldoet.

4.4 Referentiewater in het lab

Na het ontwikkelen van het referentiewater op papier, is het ook experimenteel samengesteld in het laboratorium. Hierbij is gekeken welke samenstelling het water had na samenvoegen van alle componenten, en enkele andere parameters zijn in beeld gebracht.



Figuur 4-3: referentiewater bereid in het lab. links verdund en rechts geconcentreerd referentiewater. De gele kleur wordt veroorzaakt door het middel Wing P.

4.4.1 Fysisch chemische parameters

Het referentiewater is meerdere malen gemaakt uit een aantal stockoplossing. De aanwezige ionen van de eerste oplossing zijn als volgt:

Tabel 4-5: ion concentraties, pH en geleidbaarheid van referentiewater

omschrijving		doel referentiewater geconcentreerd	referentiewater geconcentreerd (17-5-2019)	doel referentiewater verdund	referentiewater verdund (17-5-2019)
EC	mS/cm		7		1,7
pH	mmol/l		4,1		7,3
NH ₄ ⁺	mmol/l	1	0,2	0,25	0,3
K ⁺	mmol/l	15	15,8	3,75	4,3
Na ⁺	mmol/l	19	24,8	4,75	4,1
Ca ²⁺	mmol/l	8	8,6	2	1,9
Mg ²⁺	mmol/l	3,5	<10	0,875	0,8
Si	mmol/l		<10		<0,1
NO ₃ ⁻	mmol/l	2	0,4	0,5	0,4
Cl ⁻	mmol/l	38	52,6	9,5	9,5
SO ₄ ²⁻	mmol/l	7	15,3	1,75	1,8
HCO ₃ ⁻	mmol/l	1	<0,1	0,25	0,6
PO ₄ ³⁻	mmol/l	1	<5	0,25	0,22
Fe	µmol/l	100	99,3	25	22
Mn	µmol/l		<10		<0,1
Zn	µmol/l		1212		1,2
B	µmol/l		<400		<4
Cu	µmol/l		<10		<0,1
Mo	µmol/l		<10		<0,1

De zetapotential van de verdunde oplossing is ook gemeten (Tabel 4-6). De hoeveelheid lading op het oppervlak van een deeltje bepaalt in belangrijke mate eigenschappen zoals de stabiliteit van de suspensie of emulsie. Dit kan van belang zijn voor behandelingstechnieken, bijvoorbeeld bij coagulatie speelt de zeta-potential een rol. Van het geconcentreerde referentiewater kon geen zeta-potential bepaald worden met de gebruikte methode (Malvern zetasizer).

Tabel 4-6: Zetapotential van verdund referentiewater.

Verdund referentiewater	3 measurements				
name	mean	standard dev	RSD	min	max
Zeta Potential (mV)	-11,2	0,692	6,2	-11,7	-10,4
Wall Zeta Potential (mV)	-34,8	0,554	1,6	-35,3	-34,2
Quality Factor	1,67	0,427	26	1,29	2,13
Conductivity	0,655	0	0	0,66	0,66

4.4.2 Analyse van gewasbeschermingsmiddelen

Bij het KWR laboratorium zijn analyses gedaan van de gewasbeschermingsmiddelen in het gemaakt referentiewater (Tabel 4-7). Hieruit bleek dat captan en folpet niet teruggevonden werden in het water, de overige stoffen werden wel betrouwbaar teruggevonden. Ook uit literatuur blijkt dat captan en folpet zeer slecht terug te vinden zijn na additie [5, 6]. Er is daarom besloten om een methode te ontwikkelen waarbij niet folpet werd gemeten maar tetrahydrophthalimide. Dit is het afbraakproduct van folpet. Het afbraakproduct van captan, phthalimide, is niet betrouwbaar terug te meten in het referentiewater. Dat betekent dat captan niet goed gemeten kan worden in het referentiewater.

Tabel 4-7: analysesresultaten van gewasbeschermingsmiddelen in verdund referentiewater. Dit verdunde referentiewater is voor ieder experiment (1-6) bereid uit een stockoplossing (10.000x geconcentreerd). Concentraties in µg/l.

	Experiment						gemiddeld	st dev
	1	2	3	4	5	6		
Carbendazim	555	600	620	840	555	1345	753	282
Dimethenamide-P	1610	1460	1500	1780	1000	1625	1496	244
Imidacloprid	325	330	315	325	195	310	300	47
Pendimethalin	245	175	175	475	170	865	351	253
Prochloraz	885	785	805	1225	570	1235	918	241
Prothioconazool	320	180	190	410	195	n.a.	259	91
Pyraclostrobin	845	775	740	1220	620	1230	905	236
Tetrahydrophthalimide	1045	1055	1010	1330	545	565	925	282
Thiophanaat-methyl	2375	2025	1825	4365	1415	n.a.	2401	1030

Er is eerst een stockoplossing gemaakt van de gewasbeschermingsmiddelen. Deze was 10.000x geconcentreerd ten opzichte van het verdunde referentiewater. Doordat de meeste gewasbeschermingsmiddelen een suspensieconcentraat zijn, en het geheel een nogal viskeuze stockoplossing is, is het lastig om heel nauwkeurig te doseren. Er blijft snel wat middel achter in de fles, of in de pipetpunt. Dit is terug te zien in de standaard deviatie, die relatief hoog is ten opzichte van het gemiddelde.

4.5 Terugkoppeling van leden van het overleg 'Emissiereductie open teelt'

Het referentiewater is voorgelegd aan een aantal mensen buiten de projectpartners, onder andere aan de leden van het overleg Emissiereductie open teelt. Het resultaat van deze terugkoppeling wordt in deze sectie beschreven (Tabel 4-8)

Voor het samenstellen van het referentiewater en de aanpak van dit project is de analogie gevolgd van de zuiveringsplicht voor de glastuinbouw.

Voor de keuze van gewasbeschermingsmiddelen in het standaard water voor de glastuinbouw zijn onderstaande selectiecriteria gebruikt. Deze zijn vergeleken met de keuzes uit het referentiewater van de bloembollen in Tabel 4-8.

Tabel 4-8: Basiscriteria voor de ontwikkeling van standaard water voor de glastuinbouw, vergeleken met de uitwerking bij referentiewater van de bloembollen.

Basiscriteria	Referentiewater Bloembollen
Het pakket moet gewasbeschermingsmiddelen bevatten met een zo breed mogelijk spectrum aan fysisch chemische eigenschappen.	Er is gekozen voor stoffen met een log Kow waarde van 0,6 tot 5,0. Er zijn stoffen gekozen uit de volgende chemische groepen: Imidazole , Ftaalimide, strobilurines, Neonicotinoide, dinitroanilines, chlooraceetamiden
De gekozen gewasbeschermingsmiddelen zijn representatief voor een groep.	De functionele groepen zorgen voor de reactiviteit. De gekozen gewasbeschermingsmiddelen hebben reactieve groepen die representatief zijn voor de groep.
Het gewasbeschermingsmiddel moet detecteerbaar zijn met conventionele analytische technieken.	Captan (Captosan) en folpet (Securo) zijn niet betrouwbaar terug te meten in de bij KWR ontwikkelde detectiemethode. Van deze stoffen is ook uit de literatuur bekend dat ze lastig te meten zijn. Van folpet is wel het afbraakproduct Tetrahydroptalimide te meten. Van captan is ook het afbraakproduct niet betrouwbaar te meten. Deze gewasbeschermingsmiddelen zijn daarom misschien minder geschikt voor in het referentiewater.
Het gewasbeschermingsmiddel moet toegelaten zijn in Nederland vanwege de verkrijgbaarheid.	Alle gewasbeschermingsmiddelen hebben een toelating voor de open bloembollenteelt, behalve imidacloprid. Dit heeft alleen een toelating voor de bedekte teelt, en een verplichting tot zuivering. Aangezien de toelating van neonicotinoides zal aflopen en niet worden verlengd, is de keuze voor deze stof niet meer logisch (december 2020)
Bij de keuze is ook rekening gehouden met:	
Het middel kan in glastuinbouw lozingswater voorkomen.	Alle actieve stoffen zijn gevonden in oppervlaktewater rond bloembollenbedrijven. Daarnaast zijn de actieve stoffen gevonden in de steekmonsters van de bedrijven, en worden veelvuldig toegepast door telers
Het middel kan relevant zijn voor de kwaliteit van het oppervlaktewater.	Dat geldt voor alle gekozen gewasbeschermingsmiddelen

De geselecteerde gewasbeschermingsmiddelen zijn bij voorkeur afkomstig van verschillende fabrikanten	De gewasbeschermingsmiddelen zijn afkomstig van vier leveranciers
--	---

Aan de hand van deze criteria kan er gekozen worden om het referentiewater aan te passen en Captosan en Admire weg te laten of te vervangen door andere gewasbeschermingsmiddelen. Securo bevat het lastig te meten folpet, maar ook de actieve stof pyraclostrobine en daarnaast kan het afbraakproduct van folpet gemeten worden. Dit middel kan daarom wel in het referentiewater blijven. Wanneer Admire wordt weggelaten uit het referentiewater, is het goed om het te vervangen voor een ander insecticide, omdat dit het enige insecticide is wat in het referentiewater zat. Insecticides die ook voor normoverschrijdingen zorgen en daarnaast betrouwbaar te meten zijn, zijn abamectine (avermectine) en pirimicarb (aminopyrimidine, log Kow = 1.7).

Carbendazim is toegevoegd als afbraakproduct van thiofanaatmethyl. Het heeft sinds 2015 geen toelating meer. Dit is toegevoegd omdat het veel wordt aangetroffen in oppervlaktewater. Ook is het goed om te kunnen bepalen of een behandelingsmethode deze stof afbreekt, omdat het een ongewenst afbraakproduct van thiofanaatmethyl is. Het is echter lastig om het rendement van verwijdering te bepalen wanneer het zowel gevormd wordt, als afgebroken tijdens een behandeling.

Wanneer een techniek wordt toegepast, moet voor de bepaling van het verwijderingsrendement bemonsterd worden. In het bemonsteringsprotocol zal voor oxidatieve methodes waarschijnlijk een sterke reductor zoals sulfiet worden toegepast om de reactie te stoppen en nawerking in het monster tegen te gaan. Dat betekent dat bij een overmaat van sulfiet, de pH verhoogd wordt en hydrolyse van de actieve stoffen kan optreden. Er zal onderzocht moeten worden in welke mate de toegepaste stoffen gevoelig zijn voor hydrolyse. Het monstername protocol moet namelijk geen invloed hebben op de conclusies van de testen ten aanzien van het zuiveringsrendement.

Na het vergelijken van het referentiewater met de criteria in Tabel 4-8, kan er geadviseerd worden om het referentiewater aan te passen (zie Tabel 4-9).

Tabel 4-9: advies voor referentiewater naar aanleiding van discussie met leden van het overleg emissiereductie open teelt

	Middel	Actieve stof	Advies
1	Mirage Elan	prochloraz	Handhaven
2	Rudis	prothioconazool	Handhaven
3	Securo	folpet	Handhaven
		pyraclostrobine	
4	Topsin M	thiofanaat-methyl	Handhaven
5	Captosan	Captan	Vervangen/ weglaten
6	Admire	imidacloprid	Vervangen door ander insecticide
7	Wing P	pendimethalin	Handhaven
		dimethenamid	
8	afbraakproduct van thiofanaat-methyl	carbendazim	Weglaten

Wanneer het referentiewater wordt aangepast, bevat het minimaal zes gewasbeschermingsmiddelen, met 8 actieve stoffen. De diversiteit aan chemische groepen en wateroplosbaarheid blijft gehandhaafd. Het zou dan een geschikt referentiewater zijn.

De experimenten om te bepalen of een technologie geschikt is voor toepassing in de bloembollenteelt (hoofdstuk 6) zijn uitgevoerd met het referentiewater zoals beschreven in 4.2 en 4.3. Wanneer het referentiewater wordt aangepast aan de hierboven getoetste criteria, zal de uitkomst van de technologieselectie niet veranderen. Het zuiveringsrendement wordt vooral bepaald door de fysisch chemische eigenschappen van de componenten. De gekozen stoffen representeren een breed spectrum van eigenschappen en stofgroepen, waardoor het gebruikte referentiewater zeer geschikt is voor het testen van technologie. Het referentiepakket kan in de tijd door bijvoorbeeld veranderend gebruik van de gewasbeschermingsmiddelen, toelating van nieuwe- of verbod van bestaande gewasbeschermingsmiddelen worden aangepast, maar behoudt het zijn representativiteit als referentiewater voor het testen van technologieën. Opgemerkt wordt dat het hier dan vooral gaat over de keuze van de gewasbeschermingsmiddelen.

5 Screening van zuiveringstechnologieën

Er is veel onderzoek gedaan naar de verwijdering van organische stoffen uit waterige stromen. Er kan onderscheid gemaakt worden in scheidingstechnologieën en afbraaktechnologieën. Veel van de afbraaktechnologieën zijn gebaseerd op oxidatie. Er is weinig onderzoek gedaan naar specifiek de stoffen in het referentiewater, maar wel naar andere organische microverontreinigingen. Een aantal hiervan heeft vergelijkbare chemische eigenschappen als de gebruikte actieve stoffen in de **gewasbeschermingsmiddelen**. Het literatuuronderzoek heeft zich daarom breder gericht op organische microverontreinigingen, maar zoveel mogelijk onderzoek van de stoffen uit referentiewater meegenomen. Tabel 5-1 geeft een overzicht van een aantal verwijderingstechnologieën.

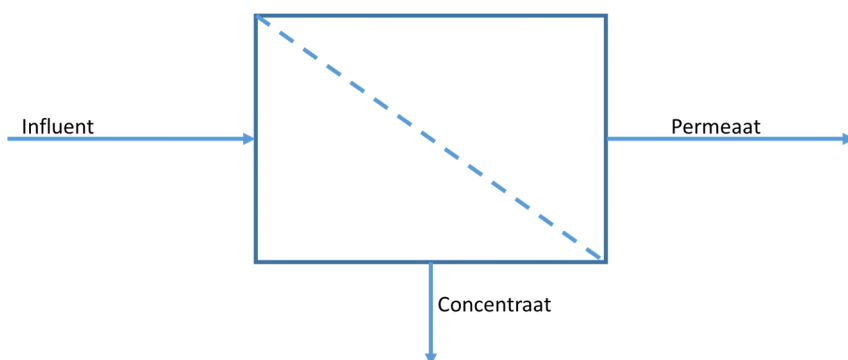
Tabel 5-1: Technologieën voor verwijdering van microverontreinigingen met hun werkingsprincipe

Technologie	Werkingsprincipe	
NF Nanofiltratie	Grootte, affiniteit en lading	Scheiding
RO (omgekeerde osmose)	Grootte	Scheiding
Coagulatie - precipitatie	Neutralisatie oppervlaktelading	Scheiding
Electrocoagulatie	Neutralisatie oppervlaktelading	Scheiding
Actief kool filtratie	Adsorptie	Scheiding
Zeolieten	Adsorptie, vooral geschikt voor hydrofiele componenten	Scheiding
Biochar	Adsorptie	Scheiding
Chloor – d.m.v. elektrolyse	Geavanceerde oxidatie	Afbraak
Chloor – direct	Oxidatie	Afbraak
Ozon	Oxidatie	Afbraak
UV	Oxidatie	Afbraak
Ozon+peroxide	Geavanceerde oxidatie	Afbraak
Plasma	Geavanceerde oxidatie	Afbraak
Ultrasound	Geluidsgolven creëren radicalen, die leiden tot oxidatie	Afbraak
Fotokatalytische oxidatie	Oxidatie	Afbraak
Ionenwisseling	Ionenwisseling	Scheiding

5.1 Nanofiltratie (NF) en omgekeerde osmose (RO)

Nanofiltratie (NF) en Omgekeerde osmose (RO) zijn drukgedreven membraanprocessen. Het verwijderen van organische micro-verontreinigingen bij membraanscheidingen gebeurt met drie mechanismen, namelijk scheiding op basis van grootte (MWCO = moleculaire weight cutt-off, de grootte van het molecuul wat niet meer wordt tegengehouden), elektrostatische repulsie en hydrofobe interactie. Het voorspellen van de verwijderingsefficiëntie is lastig omdat het afhankelijk is van de te verwijderen stof, het gebruikte membraan en de matrix waarin de stoffen zich bevinden. Bij omgekeerde osmose worden ionen tegengehouden. De mate van scheiding hangt af van de dichtheid van het membraan maar is meestal hoger dan 99%. Niet-geladen deeltjes met een klein moleculair gewicht worden doorgelaten. Nanofiltratie laat eenwaardige ionen passeren door het membraan maar meerwaardige ionen worden tegengehouden door elektrostatische repulsie en de grotere watermantel van het ion. Organische moleculen worden afhankelijk van de grootte en lading tegengehouden. De verwijdering van verschillende pesticides, waaronder imidacloprid, is onderzocht [7-9]. Voor de RO membranen (BW30 en XLE) werd een rejectie van >90% gevonden terwijl NF membranen (NF99HF, NF270, DK en NF90) een verwijdering van 30-99% bereikten. Van carbendazim (MW=191 g/mol) werd een verwijdering van 72% gevonden bij een spiraalgewonden

NF membraan met een MWCO van 200 Da [10]. De rejectie is in grote mate afhankelijk van de recovery van het proces. Er werd ook adsorptie aan de polymere membranen waargenomen, wat te verwachten is bij dit soort stoffen. Doordat NF en RO scheidingsprocessen zijn, zal er een stroom overblijven waarin nagenoeg geen **gewasbeschermingsmiddelen** aanwezig zijn, en een geconcentreerde stroom met het merendeel van de **gewasbeschermingsmiddelen**. Deze geconcentreerde stroom zal alsnog behandeld moeten worden, of bijvoorbeeld afgevoerd als chemisch afval. Figuur 5-1 geeft een schematische weergave van nanofiltratie en omgekeerde osmose.



Figuur 5-1: Schematische weergave van membraanproces (NF of RO). Het influent komt het systeem binnen waarna de stroom opgesplitst wordt in een permeaat, dat deel wat door het membraan heen gaat, en een concentraat, datgene wat wordt tegengehouden door het membraan

Voorwaarde voor het behandelen van een waterstroom met RO of NF is dat membraanmodules niet verstopt raakt. Dat betekent dat er geen deeltjes aanwezig moeten zijn die groter zijn dan de dikte van de spacer. Vaak is een voorbehandeling noodzakelijk met een kaarsenfilter of ultrafiltratie. De aanwezigheid van silica kan schade veroorzaken aan het membraan. Dit mag daarom ook niet (in hoge mate) aanwezig zijn.

Bij KWR is een software applicatie ontwikkeld om de verwijdering van stoffen door NF of RO te voorspellen, genaamd Aquapriori [11]. De applicatie combineert een procesmodel met de stoffeigenschappen en berekent op basis daarvan het verwijderingsrendement voor een full-scale installatie. Op basis van ca.60 bekende stof-membraancombinaties en ca. 100 adsorptie-isothermen, kan de applicatie het verwijderingsrendement voor elke willekeurige stof in de meegeleverde databank van ca. 2500 stoffen bepalen. Kritieke, stofafhankelijke modelparameters voor permeabiliteit (RO) zijn gerelateerd aan moleculaire stoffeigenschappen. De stoffeigenschappen kunnen voor bekende, reeds gemeten of eerder bepaalde modelparameters van een (relatief kleine) set aan stoffen met statistisch gereedschap in verband worden gebracht. De verkregen regressierelatie staat bekend als Quantitative Structure Property Relationships (QSPRs), waarbij 'property' refereert naar een procesparameter zoals bijvoorbeeld een permeabiliteitsconstante of adsorptieconstante. Het complete model, bestaande uit de QSPR en een procesvergelijkingen die rekening houdt met procescondities is geïmplementeerd in een softwareapplicatie met een grafische interface. Daarmee kan een gebruiker een stof invoeren, als ook de procescondities en -configuratie. Informatie over stoffen, materialen (membranen en koolsoorten) en brongegevens zijn opgeslagen in een database die onderdeel uitmaakt van de applicatie.

Er is voor één nanofiltratiemembraan en één reverse osmose membraan gekeken naar het verwijderingsrendement van de stoffen in het verdunde referentiewater. Hierbij is verondersteld dat er geen invloed is van onderlinge interactie van de stoffen. Dat is een gevalideerde aanname voor lage concentraties stoffen (1-10 µg/l). Of het een rol speelt bij de concentraties zoals aanwezig in het referentiewater is moeilijk te voorspellen. Er is geen rekening gehouden met mogelijke vervuiling van het membraan. Ook is er geen rekening gehouden met mogelijke matrixinteracties. Tabel 5-2 geeft de procesparameters aan die in het model zijn gebruikt, en Tabel 5-3 geeft het verwijderingsrendement. Er kan worden berekend met Aquapriori dat de verwijdering van de stoffen hoog is met beide membranen. Zoals verwacht is de verwijdering bij het RO membraan hoger dan bij het NF membraan, voor

alle stoffen. De verwijdering van carbendazim is significant lager dan de verwijdering van de andere stoffen. Carbendazim is een afbraakproduct en heeft een veel lager molgewicht dan de andere stoffen. Bij het gebruik van omgekeerde osmose met het gegeven membraan en onder de gegeven omstandigheden kan een verwijdering van alle stoffen behalve carbendazim, van > 95%, en van een aantal stoffen zelfs van >99% behaald worden.

Tabel 5-2: proces parameters gebruikt in Aquapriori modellering

Kentallen RO configuratie		
Membraaninstallatie:	1 stages (1 vessels, 6 membranen per vessel)	
Recovery	80,00	%
Feed flow	5	m ³ /h
Oppervlakte membraan	40	m ²
Temperatuur	16	C
Membraan 1	Desal HL	MWCO=225
Membraan 2	Hydranautics ESPA2-4040	MWCO=140

Gebruik gemaakt van AquaPriori model ontwikkeld door KWR

Tabel 5-3: verwijderingsrendement van de stoffen in referentiewater door een nanofiltratiemembraan (membraan 1) en een reverse osmosis membraan (membraan 2)

CAS	PREFERRED_NAME	%verwijdering	
		membraan 1	membraan 2
67747-09-5	Prochloraz	90	98
178928-70-6	Prothioconazole	90	98
133-07-3	Folpet	87	98
175013-18-0	Pyraclostrobin	97	99
23564-05-8	Thiophanate-methyl	97	99,6
133-06-2	Captan	90	98
138261-41-3	Imidacloprid	90	98
40487-42-1	Pendimethalin	97	99,6
163515-14-8	Dimethenamid-P	80	96
87674-68-8	Dimethenamid	80	96
10605-21-7	Carbendazim	33	78

Wanneer er gekozen wordt voor het toepassen van membraanfiltratie, ontstaat een stroom waarbij de gewasbeschermingsmiddelen in grote mate verwijderd zijn, en een kleine geconcentreerde stroom. In de bovenstaande berekening is uitgegaan van een recovery van 80%. Dat betekent dat er per m³ ingaand water, 0,8 m³ relatief schoon water wordt geproduceerd (permeaat), en 0,2 m³ geconcentreerd water (factor 5x geconcentreerd), zie

Tabel 5-4. Deze concentraatstroom zal alsnog behandeld moeten worden als het niet geloosd mag worden.

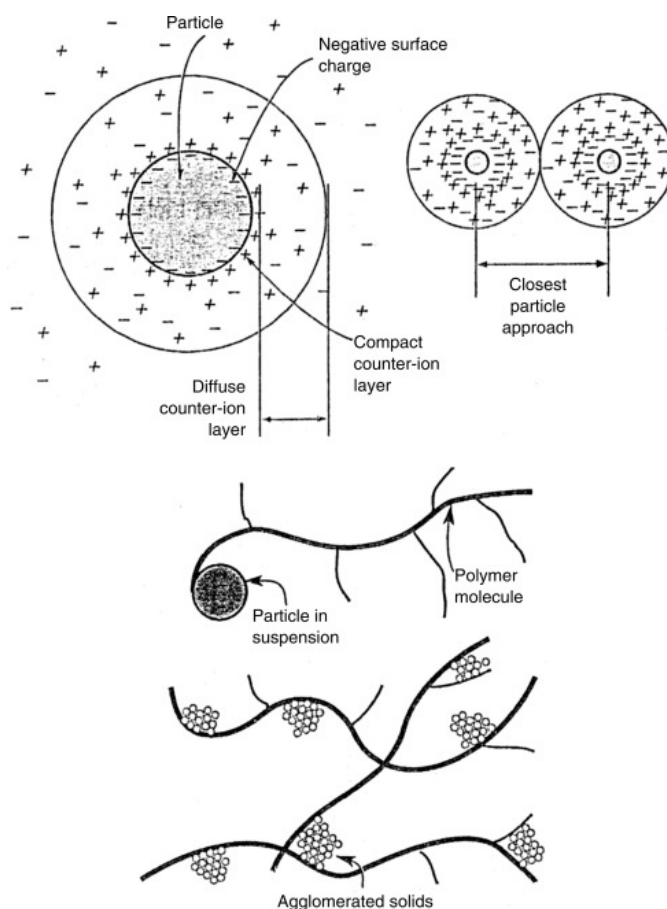
Veel technieken die geschikt zijn voor de behandeling van spoelwater maar ook van de geconcentreerde stroom, zoals AOP, zijn efficiënter bij hogere concentraties, en er hoeft dan maar een kleine stroom behandeld te worden. Daarom kan het alsnog gunstig zijn om een combinatie van membraanfiltratie en een afbraaktechnologie toe te passen.

Tabel 5-4: concentraties in permeaatstroom en concentraatstroom bij een recovery van 80%

		membraan 1		membraan 2	
	Verdund referentie water in	permeaat	concentraat	permeaat	concentraat
Concentratie	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
prochloraz	1,8	0,180	8,280	0,036	8,856
prothioconazool	0,96	0,096	4,416	0,019	4,723
folpet	4,5	0,585	20,160	0,090	22,140
pyraclostrobine	1,5	0,045	7,320	0,015	7,440
thiofanaat-methyl	5	0,150	24,400	0,020	24,920
Captan	5	0,500	23,000	0,100	24,600
imidacloprid	0,35	0,035	1,610	0,007	1,722
pendimethalin	2,5	0,075	12,200	0,010	12,460
dimethamid	2,12	0,424	8,904	0,085	10,261
carbendazim	1,455	0,975	3,376	0,320	5,995

5.2 Chemische en electrocoagulatie en precipitatie.

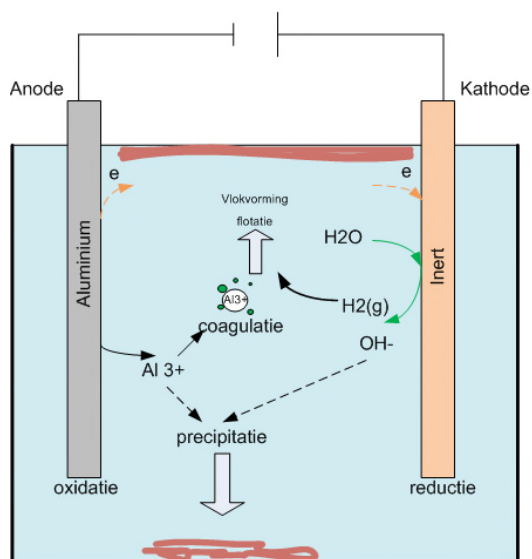
Coagulatie wordt toegepast bij suspensies. Ook voor het verwijderen van organische microverontreinigingen kan coagulatie worden toegepast [12]. Kleine deeltjes zwevende stof in water bezinken niet. Door coagulatiemiddelen als ijzer- of aluminiumchloride toe te voegen wordt de negatieve lading van de colloïdale deeltjes geneutraliseerd door de positieve lading van de metaalionen van ijzer of aluminium. Deze ladingsneutralisatie destabiliseert de colloïdale oplossing; deeltjes stoten elkaar niet langer af maar klonteren samen. De samengeklonterde deeltjes zullen bezinken of opdrijven en kunnen daardoor uit het water worden verwijderd. Door aan het water tevens vlokvormers (floculanten) toe te voegen kan dit proces worden versneld. In plaats van ijzer- of aluminiumchloride kan ook een poly-elektrolyt worden toegevoegd. Dit zijn organische verbindingen met geladen zijgroepen. Afhankelijk van de aard van de zijgroepen en de pH van de oplossing, zijn dat positieve of negatieve ladingen (Figuur 5-2).



Figuur 5-2: Deeltjes in suspensie. Door de afstotende lading (meestal negatief) kunnen deeltjes elkaar niet naderen en blijven ze in suspensie (boven). Polymeren hechten aan de gesuspendeerde deeltjes en vormen zo grotere deeltjes die kunnen bezinken (onder). De chemische coagulanten neutraliseren de lading waardoor de deeltjes elkaar niet meer afstoten en daarmee faciliteren ze vlok-vorming [13].

Electrocoagulatie werkt door het oplossen van de anode, meestal een ijzer of aluminiumelektrode (Figuur 5-3). Positief geladen ionen lossen op die reageren met water tot ijzerhydroxides, of aluminiumhydroxides. Deze componenten reageren vervolgens met de stoffen in de oplossing. De suspensie wordt gedestabiliseerd en de stoffen vormen door een reactie coagulanten of er ontstaat een neerslag (precipitatie). Alleen negatief geladen componenten reageren met het ijzer of aluminium. Het verschil met chemische coagulatie is dat door het controleren van de stroomsterkte het vrijkomen van de ijzer en aluminium-ionen gecontroleerd kan worden. Bij het oplossen van de elektrode komt ook gas vrij aan de kathode in de vorm van waterstof en zuurstof. Het vrijkomen van gas zorgt voor een opwaartse kracht op de gevormde deeltjes, waardoor deze gaan opdrijven. Mechanisch kan de drijfslag verwijderd worden. Er worden ook hydroxides gevormd die reageren met het ijzer- of aluminiumion. Dit kan een reactiever deeltje vormen dan het metaalion alleen waardoor de reactie met het gesuspendeerde deeltje effectiever kan zijn. Voorwaarde voor elektrocoagulatie is dat het water in zekere mate geleidend is omdat de weerstand van het water anders te hoog is. Bij geconcentreerd referentiewater is de geleidbaarheid hoog. Bij verdund referentiewater kan ervoor gekozen worden om de elektrodes dicht bij elkaar te plaatsen om op die manier de weerstand te verlagen, of om extra zout toe te voegen.

Na coagulatie (en flocculatie) ontstaat een neerslag of drijfslag waarin de gewasbeschermingsmiddelen gebonden zijn. Deze laag moet verwijderd worden bijvoorbeeld doormiddel van filtratie, en moet vervolgens afgevoerd worden. De gewasbeschermingsmiddelen worden tijdens deze processen niet afgebroken.



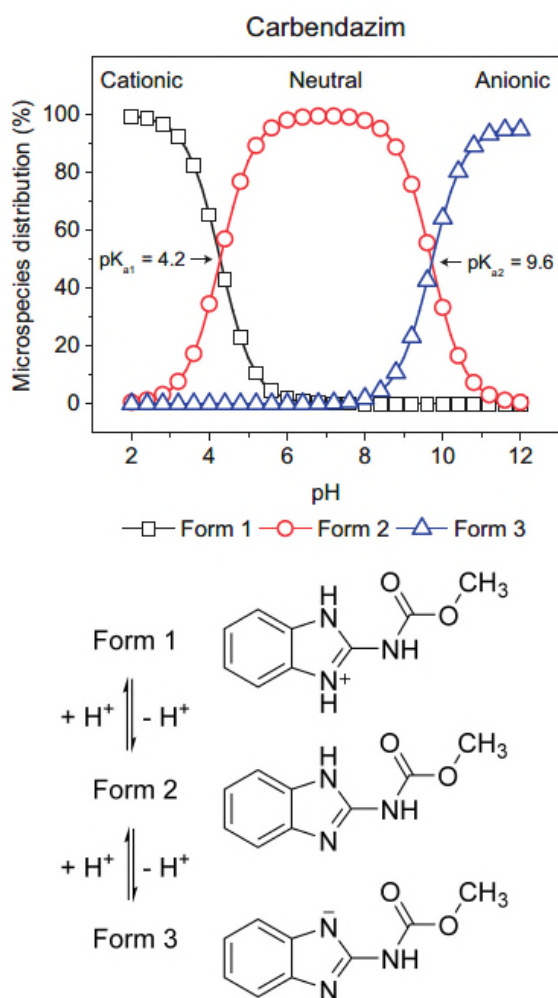
Figuur 5-3: Schematische weergave van electrocoagulatie met een aluminiumelektrode.

Het dompelbad bij bolontsmetting bevat grote hoeveelheden stabiele suspensies. Het toepassen van coagulatie biedt hierdoor kansen voor behandeling. In Tabel 5-5 wordt de lading van de actieve stoffen in referentiewater weergegeven. Geen van de stoffen zijn ionen bij neutrale pH maar een aantal heeft wel een sterke ladingsverdeling binnen het molecuul. Carbendazim heeft bij lage pH een positieve lading, en bij hoge pH een negatieve lading (Figuur 5-4). Daarnaast worden de stoffen in suspensie gehouden door hulpstoffen die zijn toegevoegd aan de gewasbeschermingsmiddelen. Hoewel bij commerciële producten niet bekend is welke stoffen dit zijn, is het goed mogelijk dat dit deeltjes met een negatieve lading zijn, om de actieve stoffen daarmee in suspensie te houden. Het breken van de suspensies door middel van coagulatie kan een eerste stap zijn in verdere waterbehandeling, of kan misschien de stoffen voldoende verwijderen.

Tabel 5-5: lading van de actieve stoffen in referentiewater

CAS	Engelse naam	pKa
67747-09-5	prochloraz	3,8
178928-70-6	prothioconazole	6,9
133-07-3	folpet	Dissocieert niet bij milieurelevante pH
175013-18-0	pyraclostrobine	Dissocieert niet bij milieurelevante pH
23564-05-8	thiophanate-methyl	7,28
133-06-2	captan	Dissocieert niet bij milieurelevante pH
138261-41-3	imidacloprid	pKa1 = 1,56; pKa2 = 11,12
40487-42-1	pendimethalin	2,8
163515-14-8	dimethenamide-P	Dissocieert niet bij milieurelevante pH
	carbendazim	Lading afhankelijk van pH pKa1=4,2; pKa2= 9,6

Het lijkt mogelijk om een aantal de stoffen te verwijderen met elektrocoagulatie.



Figuur 5-4: Structuur en verschillende vormen van carbendazim bij verschillende pH. [14]

5.3 UV

Bij UV wordt een waterbron aangestraald met UV licht. Dit licht dringt door het water heen naar de actieve stof en bij de juiste golflengte kan de chemische verbinding verbroken worden. UV licht wordt geproduceerd door het ioniseren van kwik met behulp van een elektrische lading. Het kwik wordt naar een aangeslagen toestand gebracht en op het moment dat de elektronen weer terugvallen naar de grondtoestand komen fotonen vrij. Bij lage druk (1-10 millibar) komt UV-licht vrij met een golflengte van 253.7 nm. Bij hogere druk (middendruk) komt UV-licht met een breed spectrum van golflengtes vrij, tussen de 200 en ca 300 nm. UV lampen zijn te verkrijgen in hoge druk of midden druk lampen [15]. Bij een belichting van 30 min en een golflengte van 254 nm en 15W konden neonicotinoiden, waaronder imidacloprid (350 ml, 1 µM - 255 µg/l), verwijderd worden tussen de 50 en 100%, afhankelijk van de omstandigheden [16].

Bij het referentiewater van geconcentreerde stromen, is de UV transmissie te laag en daardoor wordt te bestralingstijd te hoog voor realistische toepassing. Het water is erg troebel door de hulpstoffen die in het water aanwezig zijn, wat zorgt voor een verminderde UV transmissie. Daarnaast zijn de concentraties zo hoog, dat er ook veel UV licht nodig is voor afbraak. Bij het verdunde referentiewater is de UV transmissie zodanig dat er wel een realistische bestralingstijd toegepast kan worden.

5.4 (Geavanceerde) oxidatie (AOP, advanced oxidation processes)

Er bestaan meerdere technieken voor geavanceerde oxidatie. Hierbij wordt een radicaal gecreëerd, meestal een hydroxide-radicaal maar een chloor-radicaal kan ook, wat reageert met de dubbele verbindingen in een molecuul die deze verbreekt. Het hydroxide radicaal heeft een oxidatiepotentieel wat twee keer zo hoog is als chloor. Daarbij is chloor selectief in met welke componenten het reageert, terwijl hydroxide dat niet is. De mate van effectiviteit hangt af van de structuurformule van een stof, en van de dosis oxidant, bepaald door de concentratie en contacttijd. Het radicaal kan gevormd worden door toevoegen van een chemische stof, zoals ozon, waterstofperoxide of chloor, of het wordt gevormd uit water door licht (UV). Bij fotokatalytische oxidatie wordt uit water, met behulp van licht, een radicaal gevormd. De katalysator verlaagt de activeringsenergie waardoor er een radicaal gevormd kan worden, terwijl dit zonder deze katalysator niet zou gebeuren. Directe oxidatie met een oxidant zoals ozon is ook mogelijk.

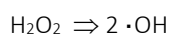
De volgende termen worden gebruikt voor de verschillende vormen van geavanceerde oxidatie:

- UV+ waterstof peroxide: fotolytische oxidatie
- Geavanceerde oxidatie met ozon: ozonisatie
- Ozon + peroxide radicalen: perozonisatie

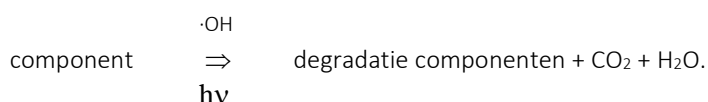
Wanneer geavanceerde oxidatie wordt uitgevoerd met Fe^{2+} als katalysator, wordt het een Fenton proces of Fenton oxidatie genoemd.

5.4.1 UV/ Waterstofperoxide (H_2O_2)

Om het UV/ H_2O_2 proces te activeren wordt waterstofperoxide (H_2O_2) gedoseerd aan de oplossing voordat het door de UV-reactor wordt geleid. Het effect van de reactie is gebaseerd op 2 principes: 1) directe conversie door UV (fotolyse), en 2) conversie door hydroxylradicalen. Deze radicalen worden gevormd door de absorptie van UV door H_2O_2 . H_2O_2 wordt gesplitst in 2 hydroxyl radicalen door de absorptie van UV licht (hv):



Omzetting van organische componenten vindt plaats door de absorptie van UV licht (fotolyse) of door oxidatie reactie met $\cdot\text{OH}$):



De $\cdot\text{OH}$ radicalen reageren binnen milliseconden met de doelcomponenten. Degradatieproducten worden gevormd en sommige componenten kunnen zelfs mineraliseren tot CO_2 en H_2O . Verder kunnen de doelcomponenten omgezet worden door directe absorptie van UV straling (fotolyse). Volgens de eerste wet van fotochemie kan fotolyse alleen plaatsvinden als het component specifieke fotonen kan absorberen, afhankelijk van hun golflengte.

De relatie tussen de eindconcentratie C en de UV dosis wordt gegeven met de volgende vergelijking [17]:

$$-\ln \frac{C}{C_0} = k * \text{UV-dosis}$$

Met

- C_0 = initiële concentratie van het doelcomponent
- C = concentratie van het doelcomponent bij een bepaalde UV-dosis
- K = eerste order constante

Wanneer oxidatie door UV of door UV/ peroxide plaatsvindt, moet het UV licht wel doordringen in de gehele oplossing. Het is daarom belangrijk dat gesuspendeerde deeltjes verwijderd zijn, en dat de UV-transmissie goed is. Het is mogelijk neonicotinoides, waaronder een oplossing van 350 ml 1 μM imidacloprid, te verwijderen met UV licht van 254 nm (15W) en 50 of 200 μM H_2O_2 . [16]

5.4.2 Ozon (O_3)

Ozon wordt op locatie geproduceerd uit lucht. Hierdoor is geen transport en opslag van ozon of andere chemicaliën nodig. Ozon lost in beperkte mate op in water en de oplosbaarheid is sterk temperatuurafhankelijk. Bij een lagere temperatuur, lost meer ozon op.

Ozon kan direct met de doelcomponent reageren of het reageert met hydroxide ionen tot hydroxide radicalen bij hoge pH (>8,5) die vervolgens met het doelcomponent reageren. Directe reactie met ozon is een oxidatie proces, terwijl reactie met hydroxideradicalen (bij hoge pH) geavanceerde oxidatie is. Dit zijn verschillende reacties en hebben verschillende efficiëntie en verschillende reactie producten.

Hydroxide radicalen zijn secundaire oxidanten die geproduceerd kunnen worden met ozon. Het zijn sterkere oxidanten dan het ozon zelf. Een ander voordeel is dat de radicalen minder selectief zijn dan het ozon. Het mechanisme van $\bullet\text{OH}$ productie voor AOP met ozon wordt gegeven door de volgende reactievergelijkingen (Bertran):

- $\text{O}_3 + \text{HO}^- \rightarrow \text{HO}_2^- + \text{O}_2$ (reactie tussen O_3 en een hydroxide ion leidt tot de vorming van waterstofperoxide (in geladen vorm))
- $\text{O}_3 + \text{HO}_2^- \rightarrow \text{HO}_2\bullet + \text{O}_3^-\bullet$ (Een tweede ozon molecuul reageert met HO_2^- en er wordt een ozonide radicaal gevormd.)
- $\text{O}_3^-\bullet + \text{H}^+ \rightarrow \text{HO}_3\bullet$ (Dit radicaal reageert met een proton tot $\bullet\text{OH}$)
- $\text{HO}_3\bullet \rightarrow \bullet\text{OH} + \text{O}_2$

Hydroxide radicalen zijn weinig specifiek tegenover opgeloste stoffen in water. De afbraak door ozon of peroxide kan gelimiteerd worden door stoffen die reageren met de radicalen de kettingreactie van radicaalvorming beëindigen. Het zijn radicaalverwijderaars (scavengers) doordat de aanwezigheid de reactie van vrije radicalen met het doelcomponent verminderen of verhinderen. Waterstofperoxide kan reageren met hydroxide radicalen en ze zo verwijderen. Carbonaat kan ook als radicaalverwijderaar werken aangezien het $\text{CO}_3^-\bullet$ veel minder reactief is in vervolgreacties dan OH^\bullet .

- $\text{HCO}_2^- + \text{OH}^\bullet \rightarrow \text{CO}_3^-\bullet + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^\bullet \rightarrow \text{CO}_3^-\bullet + \text{OH}^-$
- De aanwezigheid van radicaalverwijderaars in het water vermindert de effectiviteit van het oxidatieproces [18].

Ozon kan worden toegepast in een troebele stroom. Er is dan geen fijne voorfiltratie nodig. Wel kan voorfiltratie de effectiviteit van het proces verhogen doordat zonder filtratie de gesuspendeerde deeltjes ook kunnen reageren met ozon, en de ozon dan niet meer beschikbaar is voor de opgeloste stoffen.

Van carbendazim is een verwijdering van >99% bereikt door ozon [10]. Ook folpet en pyraclostrobine konden worden verwijderd van 200 gram aarbeien met 1 mg/l ozon [19].

5.4.3 Ultrasound

Wanneer ultrasound wordt toegepast op water, splits het water zich in een zuurstof en een hydroxide radicaal, wat kan reageren met organische componenten. Het combineren van ultrasound met bijvoorbeeld UV, waterstofperoxide of ozon creëert meer radicalen en laat het proces sneller verlopen. Het is een proces wat relatief veel energie gebruikt [20]. Het proces is in dit project niet getest voor toepassing in de bloembollensector.

5.4.4 Voordelen van geavanceerde oxidatie processen (AOP)

Geavanceerde oxidatie is een destructieve technologie. In tegenstelling tot adsorptie of stripping heeft AOP geen regeneratie. Er blijft ook geen (geconcentreerde) stroom achter waarin de doelcomponenten nog aanwezig zijn zoals bij RO of ionenwisseling. Verder kan het ook werken als desinfectiestap. Hoewel we ons nu richten op de verwijdering van de gewasbeschermingsmiddelen, is waterbehandeling interessanter voor telers wanneer het water veilig hergebruikt kan worden en (planten)ziektes ook verwijderd zijn. Een ander voordeel is dat AOP technologie al op grote schaal wordt toegepast en er dus installaties aanwezig zijn en er ervaring is met het gebruik van AOP bij operators en leveranciers.

5.4.5 Nadelen van geavanceerde oxidatie processen

Wanneer waterstofperoxide gebruikt wordt voor AOP processen, wordt het vaak niet geheel gebruikt. Er is dan een extra stap nodig om dit te verwijderen, zoals actief kool filtratie.

De reactie tussen $\bullet\text{OH}$ en veel organische componenten is erg snel. Echter deze reactie resulteert vaak niet in de mineralisatie van het de stof. Er worden oxidatie-bijproducten gevormd die dan weer verder kunnen reageren met het hydroxide radicaal. Wanneer deze vervolgreactie langzaam is, kan dit de snelheidsbepalende stap in het proces zijn, en gaan deze bijproducten ophopen. Ideaal gezien zijn AOP systemen ontworpen voor de complete mineralisatie van de doelcomponenten tot CO_2 en H_2O , maar daar is vaak meer energie en meer chemicaliën voor nodig en dat kan leiden tot een te duur proces voor sommige toepassingen. Wanneer de doelstoffen worden afgebroken tot kleinere componenten, zijn deze componenten vaak beter biologisch af te breken dan de originele stof. Daarom wordt vaak een beperkte dosis oxidant toegevoegd, en wordt er verondersteld dat de ontstane stoffen biologisch afgebroken zullen worden. Het is echter bekend dat er ook veel toxische bijproducten kunnen ontstaan, die zelfs nog toxischer zijn dan de originele stof.

Behalve organische bijproducten, kunnen ook anorganische bijproducten gevormd worden. Wanneer bromide aanwezig is in het water, kan bromaat gevormd worden door ozonatie. De vorming van bromaat gaat als volgt [21, 22]

- $\text{Br}^- \rightarrow \text{BrO}^- \rightarrow \text{BrO}_2^- \rightarrow \text{BrO}_3^-$
- $\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}^\bullet \rightarrow \text{BrO}^\bullet \rightarrow \text{BrO}_2^\bullet \rightarrow \text{BrO}_3^-$

De aanwezigheid van anorganische componenten zoals nitriet en carbonaat kunnen de effectiviteit van AOPs limiteren doordat ze radicalen verwijderen die anders zouden reageren met de doelcomponent. Dat betekent dat wanneer de concentraties van deze stoffen toenemen, de dosis chemicaliën, de UV dosis en de contacttijd moeten toenemen om de effluentconcentraties van de doelcomponenten laag te houden. Dit zorgt voor een toename in operationele kosten (chemicaliën) of investeringskosten (contacttijd).

5.4.6 Plasma

Een relatief nieuwe vorm van geavanceerde oxidatietechnologie voor waterbehandeling is plasmatechnologie. Hierbij wordt het te behandelen water in een plasma gesproeid waar door radicaalvorming en ozon afbraak plaatsvindt.

De inschatting is dat alle componenten uit referentiewater afgebroken worden door ozon en OH-radicalen in het proces. het zijn complexe moleculen met meerdere punten waar reactie met oxidanten kan plaatsvinden. Een eerste inschatting op basis van expertise (Petri Ajo) is dat de afbraak van de componenten als volgt is:

- prochloraz: het is lastig in te schatten welk deel van het molecuul als eerste reageert maar het zal zeker reageren. De snelheid van afbraak is lastig in te schatten.

- prothioconazole: Dit is makkelijk af te breken met Corona
- folpet: Hierbij zou de aromatische ring makkelijk kunnen reageren.
- pyraclostrobin: makkelijk
- thiophanate-methyl: makkelijk
- captan: Zou realtief makkelijk afgebroken kunnen worden.
- pirimiphos-methyl: de afbraak zal langzamer zijn dan de andere componenten
- imidacloprid: makkelijk
- carbendazim: makkelijk
- pendimethalin: redelijk makkelijk. Flowrox heeft meerdere nitroanalines afgebroken met de Corona Plasma installatie.
- dimethamid: redelijk makkelijk. Flowrox heeft meerdere nitroanalines afgebroken met de Corona Plasma installatie.

Overall is de inschatting dat deze stoffen allemaal afgebroken kunnen worden met het Flowrox Corona proces.

5.5 Adsorptie

Bij adsorptie wordt het vervuilde water in contact gebracht met een poreus materiaal met een groot specifiek oppervlak zoals actieve kool. De opgeloste stoffen in het water hechten aan het oppervlak van de adsorbens. Dit berust op verschillende eigenschappen, zoals de interactie met het oppervlak (hydrofyliteit, specifieke chemische groepen) maar ook de grootte (kan het molecuul binnendringen in de poriën van het adsorptiemateriaal). De mate van adsorptie is afhankelijk van de interactie tussen het poreuze materiaal en de te adsorberen stof, maar is ook afhankelijk van de concentratie stof in het water. De niet-lineaire adsorptie kan beschreven worden met een isotherm, vaak is dit een Langmuir isotherm of een Freundlich isotherm.

$$\text{Freundlich: } q_e = K * C_e^{1/n}$$

Waarbij q_e de belading is bij evenwicht (g/g), K de Freundlich constante, C_e de evenwichtsconcentratie (g/l), en n een constante (-)

5.5.1 Actief kool

Een van de bekendste en meest gebruikte adsorbentia in waterbehandeling is actief kool. Actief kool wordt geproduceerd vanuit steenkool, of vanuit plantaardig materiaal zoals kokos of turf wordt en toegepast als granulair actief kool (GAK) of poeder actief kool (PAK). Het is bekend dat actief kool zeer veel verschillende stoffen adsorbeert, zoals ook pesticiden [23]. Het kan worden toegepast voor de verwijdering van organische microverontreinigingen in afvalwater [24]. Actief kool is hydrofoob en apolair en adsorbeert stoffen met een apolair karakter. Tijdens de productie kunnen wel eigenschappen worden toegevoegd/ aangepast waardoor andere oppervlakte eigenschappen ontstaan waardoor andere stoffen kunnen adsorberen. In een overzichtsstudie over adsorptie van pesticiden aan actief kool rapporteerde Foo et al. een maximale adsorptie capaciteit tussen 0,24 mg/g van propoxur aan een commercieel beschikbaar actief kool (niet nader gespecificeerd) en 516 mg/g chlorophenoxyacetic acid aan Filtrasorb 400.

Gezien de hydrofobe aard van de actieve stoffen in referentiewater, is de verwachting dat deze stoffen zullen adsorberen aan actief kool. Imidacloprid (log Kow=0.62) en carbendazim (Log Kow=1.38) zijn de meest hydrofiele van de componenten in Referentiewater en de verwachting is dat zij het slechts zullen adsorberen aan actief kool. Literatuuronderzoek heeft het volgende opgeleverd, zie Tabel 5-6:

Hierbij moet worden opgemerkt dat de maximale belading sterk afhankelijk is van de concentratie in de oplossing. Er ontstaat een evenwicht tussen de concentratie in oplossing, en de belading van het kool.

Tabel 5-6: belading van verschillende soorten actief kool met enkele actieve stoffen uit gewasbeschermingsmiddelen.

Actieve stof	Actief kool type	Maximale belading	Referentie
Imidacloprid	Actief kool uit schelpen	43,48 mg/g	[25]
	GAC400	0,08 mg/g	[26]
	HPC Super 830	0,06 mg/g	
	SAE Super	0,13 mg/g	
	Pulsorb WP235	1,07 mg/g	
	bituminous coal GAC	85,3% verwijdering	
Carbendazim	Actief kool van koffiepoeder	11,92 mg/g	[28]
	SAE Super	Verhoogt de verwijdering van <10% zonder naar >90% met poeder actief kool in een RWZI	[24]
Pendimethalin		Verwijdering door adsorptie ongeveer 20%, verwijdering door een reactie met dithiothreitol gekatalyseerd door GAK: 90%	[29]

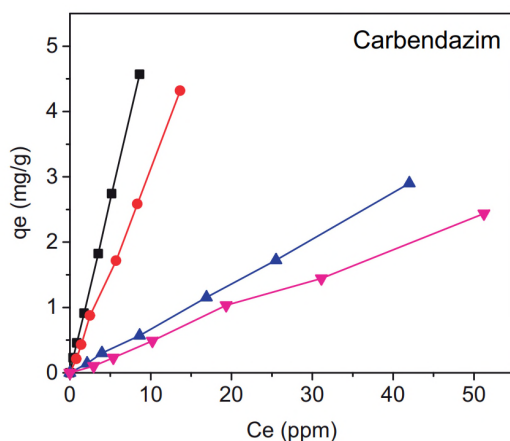
5.5.2 Biochar

Biochar is een relatief nieuwe groep adsorbentia. Het is een actieve kool-soort die wordt geproduceerd door pyrolyse van biomassa en wordt als veelbelovend gezien als vervanger van actief kool uit steenkool. Daarnaast kan biochar ook worden ingezet voor de katalyse van sommige (redox)reacties [29]. Pendimethalin adsorbeerde voor 20% en 28% aan twee verschillende soorten biochar. In aanwezigheid van dithiothreitol was de verwijdering 92 en 95%. Hierbij vormde biochar een katalysator van de reactie tussen de twee organische componenten.

5.5.3 Andere adsorbentia: klei/ zeolieten

Naast actief kool zijn er vele andere adsorbentia bekend waaraan stoffen kunnen adsorberen.

Pendimethalin adsorbeerde aan klei (verzameld bij Wadi El-Mohasham shale, El-Sheikh Fadl Village, El-Minia Governorate, Egypt.) met een maximale belading van 32 mg/g. Carbendazim adsorbeert aan verschillende kleien (homoionische-montmorillonite clays (Ag⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, and H⁺), waarbij meerdere miligrammen per gram klei werd geadsorbeerd (Figuur 5-5). [14]



Figuur 5-5: adsorptie van carbendazim aan 4 verschillende soorten klei zwart vierkant: M-H, rode stip M-Ag, blauwe driehoek M-Zn, roze driehoek M-Cu.

Ook veel andere adsorbentia kunnen organische microverontreinigingen zoals gewasbeschermingsmiddelen verwijderen.

5.6 Ionenwisseling

Een ionenwisselaar bevat een hars met een lading, en daaraan tegengestelde ionen, die uitgewisseld kunnen worden met ionen in de oplossing. Een anionenwisselaar is een positief geladen hars die bijvoorbeeld hydroxyl-ion kan wisselen met een negatief ion in de oplossing. Een kationwisselars kan positieve ionen uit de oplossing binden. Doordat de actieve stoffen in referentiewater neutraal zijn (zie Tabel 5-5), is de verwachting dat ionenwisseling geen effectieve methode is voor de verwijdering van deze stoffen.

5.7 Overzicht

De technieken zoals hierboven beschreven zijn vergeleken in Tabel 5-7. Het product na behandeling, het energieverbruik, de kosten en de noodzaak voor chemiegebruik zijn vergeleken. Daarnaast is ook de kansrijkheid voor toepassing van deze technologie voor de verwijdering van GBM uit water van bloembollenbedrijven beoordeeld op basis van de literatuur, en bij NF/ RO, op basis van een simulatie.

Tabel 5-7: technologie overzicht voor verwijdering van GBM uit water van bloembollenbedrijven

	Product	Energiegebruik	Chemie nodig?	Kansrijk?
Omgekeerde osmose/nanfiltratie	Permeaat zonder GBM Concentraat met GBM		Alleen voor CIP	Ja
Chemische coagulatie	Vaste stof		Ja	Ja
electrocoagulatie	Vaste stof		Nee, electrode vervangen	Ja
Ozonizatie	Oplossing zonder GBM	<1 1 kWh/m ³ [20]	Nee, ozon wordt uit lucht geproduceerd	Ja
AOP	Oplossing zonder GBM	O ₃ /H ₂ O ₂ , O ₃ /UV, UV/H ₂ O ₂ : <1 kWh/m ³ Plasma, electrolyse: 1-100 kWh/m ³ [20]	Ja	Ja
Actief kool	Oplossing zonder GBM, beladen actief kool als chemisch afval		Nee, actief kool vervangen	Ja
Biochar	Oplossing zonder GBM, beladen biochar			Ja
Ionenwisseling			Voor regeneratie	nee

Een combinatie van twee processen kan nog succesvoller zijn, wanneer deze processen verschillende groepen gewasbeschermingsmiddelen verwijderen. Zo worden door ozonatie vooral kleinere en electronenrijke moleculen verwijderd, terwijl bijvoorbeeld actief kool vooral effectief is voor grotere en hydrofobe moleculen. Yu et al [10] toonde aan dat hij voor een groot aantal stoffen een verwijdering van >99% bereikte bij de combinatie van AOP en GAC, terwijl hij bij het gebruik van de individuele processen een lagere verwijdering behaalde. Een combinatie van die twee kan een hogere verwijdering van een mix van stoffen geven, dan wanneer slechts één techniek gebruikt wordt.

6 Bench scale testen

Naar aanleiding van de technologiescreening zijn enkele technologieën geselecteerd voor het uitvoeren van bench scale testen in het laboratorium. Deze zijn beoordeeld op het verwijderingsrendement van gewasbeschermingsmiddelen bij verschillende operationele instellingen. Voor de testen is gebruik gemaakt van referentiewater. De resultaten van deze testen zijn uitgebreid beschreven in rapport KWR2021.015. De belangrijkste resultaten en conclusies hieruit worden hieronder kort weergegeven.

In totaal zijn zeven verschillende technologieën beoordeeld voor de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen uit afvalwater van bloembollenbedrijven.

- 1 Membraanfiltratie
- 2 UV met en zonder peroxide
- 3 Ozon met en zonder peroxide
- 4 Elektrolyse
- 5 Plasma
- 6 Adsorptie met poeder actieve kool
- 7 Coagulatie (chemische en elektrocoagulatie)

De mate van verwijdering van een stof wordt grotendeels bepaald door stoffeïenschappen. Voor membraanprocessen zijn vooral grootte, lading en polariteit van belang. Voor adsorptie spelen deze parameters ook een rol, maar daarnaast ook zaken als de aanwezigheid van aromatische groepen, lengte en vertakking van koolstofketens en dergelijke naast het oppervlak van het adsorbens zelf, en voor oxidatie de aanwezigheid van structurelementen die wel of niet geoxideerd kunnen worden, zoals dubbele bindingen.

Hiervan zijn zes technologieën getest middels laboratoriumexperimenten, en is de verwijdering via membraanfiltratie berekend. Van alle technologieën was het mogelijk om het verdunde referentiewater te behandelen (**Error! Reference source not found.**). Bij gebruik van een NF membraan werd voor alle stoffen behalve carbendazim een verwijdering van >70% gevonden. Bij gebruik van een RO membraan werd voor carbendazim een verwijdering van 78% gevonden en de overige stoffen werden met >90% verwijderd. Bij gebruik van 600mJ/cm² werd slechts voor 3 stoffen een verwijdering van >70% gevonden. Toevoeging van 10 mg/l watersofperoxide aan 600mJ/cm² UV verhoogde de verwijdering significant waarbij alleen pendimethalin voor minder dan 70% verwijderd werd, en 6 van de 9 stoffen zelfs met >90% verwijderd werd. Behandeling met 20 mg/l ozon gaf een verwijdering van >70% voor 7 van de 9 componenten waarvan zelfs 4 met meer dan 90% verwijderd werden. Toevoegen van 10 mg/l waterstofperoxide en verhogen van de ozondosering tot 35 mg/l zorgde er zelfs voor dat 7 stoffen met >90% verwijderd werden en de overige 2 stoffen, carbendazim en pendimethalin, met >70%. Bij elektrolyse kon niet van alle stoffen de verwijdering betrouwbaar worden vastgesteld doordat er nadering in het monster was. Van vijf stoffen werd betrouwbaar een verwijdering van >90% vastgesteld bij de volgende instellingen: 15 min 8,5V, 83A, EC=9,6. Bij gebruik van plasma werd bij 1 kWh/m³ bij 8 van de 9 stoffen een verwijdering van >90% vastgesteld, alleen carbendazim werd 70% verwijderd. Bij gebruik van 0,1 mg/l Pulsorb WP235 werd alleen Tetrahydrophtalimide minder dan 90% verwijderd. De resultaten geven aan dat alle negen geteste technologieën geschikt zijn voor de behandeling van referentiewater, en daarmee waarschijnlijk voor toepassing in de bloembollenteelt. De instellingen zijn niet geoptimaliseerd. Optimalisatie zou tot verdere verwijdering kunnen leiden.

Het was niet mogelijk om het geconcentreerde referentiewater met alle technologieën te behandelen. De UV-transmissie was te laag voor behandeling met UV. Voor behandeling met ozon begon het geconcentreerde referentiewater teveel te schuimen en lukte het niet om een experiment uit te voeren. Bij elektrolyse, plasma en coagulatie is niet getest of dit geconcentreerde referentiewater te behandelen is. De behandeling van geconcentreerd referentiewater met poeder actief kool was mogelijk. Bij toevoegen van 40 mg/l werden zeven middelen met > 90% verwijderd.

Tabel 6-1: verwijderingsrendement van verschillende behandelingen van verdund referentiewater. De kleur geeft de mate van verwijdering aan

methode	membraan filtratie		UV	UV + peroxide	ozon	ozon + peroxide	elektrolyse	Plasma	adsorptie
	NF membraan n	RO membraan	600 mJ/cm ²	600 mJ/cm ² + 10 mg/l	20 mg/l ozon	35 mg/l ozon + 10 mg/l peroxide	15 min 8,5V, 83A, EC=9,6	1kWh/m ³	0,1 mg/l Pulsorb WP235
Tetrahydrophthalimide			-10,8	81,1	87,9	97,6	100,0	99,2	83,1
Imidacloprid	90	98	96,2	99,6	43,4	92,2	30,6	96,5	97,9
Thiophanaat-methyl	97	99,6	41,4	99,9	99,9	100,0		99,1	99,8
Carbendazim	33	78	-45,5	76,1	20,1	84,5	99,8	70,4	95,7
Dimethenamide-P	80	96	97,6	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	97,6
Prothioconazole	90	98	66,4	96,1	71,9	96,7	-	98,9	99,3
Prochloraz	90	98	39,3	94,7	98,7	99,8	71,1	99,2	100,0
Pyraclostrobin	97	99	94,7	96,8	90,1	98,7	99,7	99,6	100,0
Pendimethalin	97	99,6	28,6	66,3	83,4	88,0	97,7	99,3	100,0
Captan	90	98							
Folpet	87	98							

Voorbehandeling door middel van coagulatie kan ook al een deel van de gewasbeschermingsmiddelen verwijderen (**Error! Reference source not found.**). Bij elektrocoagulatie vindt verwijdering plaats door coagulatie, maar zijn er ook andere processen actief, zoals hydroxylvorming en radicaalvorming. Hierdoor zal ook gedeeltelijke chemische afbraak plaatsvinden.

Carbendazim, tetrahydrophthalimide en pendimethalin worden in vergelijking met de andere gewasbeschermingsmiddelen minder goed verwijderd door de verwijderingstechnologieën (Tabel 6-1). In de voorbehandeling worden deze stoffen echter beter verwijderd dan de overige stoffen (Tabel 6-2). Chemische coagulatie met een relatief hoge dosis of met een aluminum coagulant verwijdert de componenten ook redelijk goed (Tabel 6-2). Carbendazim en tetrahydrophthalimide zijn afbraakproducten die ontstaan tijdens de oxidatieve processen. Hoewel deze al in de waterstromen aanwezig zijn, en dan in de voorbehandeling verwijderd worden, ontstaan ze weer tijdens de oxidatieve behandelingen door oxidatie van folpet en thiophanaatmethyl. Dus hoewel het aanvullende technieken lijken te zijn voor deze stoffen, zal het in de praktijk slechts een kleine verbetering geven, doordat deze stoffen juist geproduceerd worden tijdens de behandeling met de oxidatieve methodes. Bij

coagulatie gevolgd door membraanfiltratie of adsorptie is het wel aanvullend. Voor pendimethalin, is echter duidelijk dat voorbehandeling d.m.v. coagulatie al een deel van de stof kan verwijderen, waarna een van de andere gekozen technologieën de stof nog verder verwijdert. Zo kan in totaal toch een ruime verwijdering behaald worden.

Tabel 6-2: verwijderingsrendement met chemische en electrocoagulatie van verdund referentiewater. De kleur geeft de mate van verwijdering aan.

methode	chemische coagulatie				electrocoagulatie	
	dosering	40 mg/l PFS, pH 7,11	90 mg/l FeCl ₃ , pH 7,2	200 mg/l Fe ₂ (SO ₄) ₃ , pH 7,05	8 ml Vamfloc, pH 7,0	6pH- 30(mA/cm ²)- 25min
Tetrahydroptalimide	34,1	20,1	44,4	49,7	88,8	96,9
Imidacloprid	0,0	5,5	8,3	4,1	86,7	69,7
Thiophanaat-methyl	23,6	21,3	28,6	42,3	100,0	100,0
Carbendazim	15,6	26,0	41,0	55,9	-15,3	80,2
Dimethenamide-P	2,7	8,2	0,0	0,0	99,7	99,9
Prothioconazool	11,8	41,6	42,3	47,5	99,1	100,0
Prochloraz	4,0	27,1	17,4	9,5	57,0	93,3
Pyraclostrobin	24,9	53,4	52,8	59,7	84,4	95,5
Pendimethalin	77,5	91,2	94,4	96,9	98,5	94,1
troebelheid	73,6	75,0	75,6	85,8		

Hieronder staat beschreven of een technologie geschikt is voor de behandeling van spoelwater en dompelbad water, en welke instellingen dan nodig zijn voor de verwijdering van minimaal 7 stoffen met een verwijderingsrendement van minimaal 90% (Tabel 6-3). Om meer stoffen met dit rendement te verwijderen, of de stoffen met een hoger rendement te verwijderen, kan bij oxidatietechnieken en adsorptie de dosering verhoogd worden, al kunnen bij een te hoge dosis oxidatie ook negatieve neveneffecten ontstaan. Bij membraantechnologie kan gekozen worden voor een dichter membraan. Welke verwijdering gevraagd gaat worden, is een beleidskeuze die nog niet bekend is. Op basis van de systematiek uit de glastuinbouw (minimaal 95% verwijdering van 11 individuele componenten) en op basis van de systematiek van de Stowa (minimaal 7 van de 11 componenten voor minimaal 70% verwijderd), is hier gekozen om de instellingen te tonen van minimaal 90% verwijdering van minimaal 7 van de 9 stoffen.

Tabel 6-3: Geschiktheid van een technologie voor de behandeling van verdunde waterstromen en geconcentreerde waterstromen, en de instellingen waarbij minimaal 7 stoffen met minimaal 90% verwijderd worden.

technologie	minimaal 7 stoffen voor minimaal 90% verwijderd			
	geschikt voor verdunde waterstromen?	instelling verdunde waterstromen	geschikt voor geconcentreerde waterstromen?	instelling geconcentreerde waterstromen
ozon	ja	bij 45 mg/l O ₃ 6 stoffen >90% afbraak	nee	teveel schuimvorming
ozon + peroxide	ja	36 mg/l O ₃ en 10 mg/l H ₂ O ₂	nee	teveel schuimvorming
UV	matig	bij 800 mJ/cm 3 stoffen >90% afbraak	nee	te lange bestralingstijd nodig/ te hoge UV adsorptie
UV + peroxide	matig	bij 600 en 800 mJ/cm en 10 mg/l H ₂ O ₂ 6 stoffen > 90% verwijdering. Verhogen H ₂ O ₂ dosis heeft mogelijk gewenste effect	nee	te lange bestralingstijd nodig/ te hoge UV adsorptie
adsorptie	ja	0,1 g/l	ja	40 g/l
membraan filtratie	ja	NF membraan	niet getest	
elektrolyse	?	analyses voor sommige parameters instabiel na elektrolyse, nawerking in monster	niet getest	
Plasma	ja	1 kW/m ³	niet getest	

Zoals hierboven beschreven zijn er meerdere technologieën geschikt voor de behandeling van verdunde waterstromen zoals spoelwater. Telers zullen daarom hun keuze baseren op andere aspecten zoals footprint, energiegebruik en kosten voor aanschaf (Capex) en bedrijf (Opex). Doordat de bovenstaande technologieën nog niet geoptimaliseerd zijn, zijn deze parameters niet exact bekend. Toch kan er in het algemeen wel een uitspraak over gedaan worden. Ook de mate van innovatie kan een rol spelen. Sommige telers hebben een voorkeur voor bewezen technologie, terwijl andere meer open staat voor innovatieve technologieën.

Voor telers kan ook de verwijdering van pathogenen een belangrijke rol spelen. Op basis van literatuur en praktijktesten (Hoofdstuk 7) kan een verwachte verwijdering vastgesteld worden. Over het algemeen kan gesteld worden dat de dosis die nodig is voor de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen door middel van behandeling met UV ongeveer 10x zo groot is als de dosis die nodig is voor de verwijdering van bacteriën. Virussen zijn over het algemeen iets persistenter dan bacteriën tegen UV-licht, en schimmels zijn het meest persistent. Hoe dat echter voor specifieke pathogenen in de bollenteelt is, in deze matrix, is niet uitgezocht.

Vrijwel alle fytopathogenen zijn gevoelig voor UV-licht, en bacteriën worden relatief makkelijk geïnactiveerd en daarom waarschijnlijk niet maatgevend zullen zijn. Schimmels en hun sporen kunnen het meest persistent zijn tegen UV-licht, maar virussen komen mogelijk in hogere aantallen voor in het water bij een uitbraak. Het is daarom niet op voorhand te zeggen welk organisme maatgevend zal zijn voor UV desinfectie. Bij *Fusarium graminearum* (een schimmel die in veel bolgewassen een probleem vormt) vond een log 1 inactivatie plaats bij een UV-dosis van

313 mJ/cm² [30]. De meeste fytopathogenen worden bij een dosis van 300 mJ/cm² al minimaal 3 logeenheden geïnactiveerd. [31]

Bij toepassing van ozon is voor verschillende humane pathogenen (*Pseudomonas fluorescens*, *E. coli*, and *Leuconostoc mesenteroides*) een log 5-6 reductie aangetoond bij 40sec blootstelling aan water met 2,5 mg/l ozon [32]. Sporen van de bacterie *Bacillus cereus* werden met een log 3 gereduceerd bij 3 mg/l ozon [33]. De verwachting is dan ook dat bij toepassing van de concentraties die nodig zijn voor verwijdering van de gewasbeschermingsmiddelen (30-40 mg/l ozon), er ook een significante reductie van pathogenen plaatsvindt.

De combinatie van waterstofperoxide met UV of met ozon zal de desinfectie effectiever maken doordat er meer radicalen schade zullen aanbrengen aan de organismen.

Bij het toepassen van nanofiltratie en omgekeerde osmose membranen worden virussen, bacteriën en schimmels volledig tegengehouden, mits het membraan integer is. De integriteit van een membraan kan gevolgd worden middels een geleidbaarheid meting, of door meting van natuurlijke virussen. Voor omgekeerde osmose is een verwijdering van log 7-9 aangetoond [34].

Tabel 6-4: parameters op basis waarvan een teler een keuze kan maken voor de aanschaf van een technologie.

Technologie	footprint	energiegebruik	Chemicaliën gebruik	innovatief	Verwijdering van pathogenen
ozon	0	++	-	0	Ja
ozon + peroxide	0	++	+	0	Ja
UV	+	++	-	0	Matig
UV + peroxide	+	++	+	0	Ja
adsorptie	+	0	+	0	Nee
membraan filtratie	+	+	-	0	Ja
elektrolyse	0	++	-	+	
Plasma	?	+++	-	++	

Concluderend kan vastgesteld worden dat er meerdere technologieën beschikbaar zijn die gebruikt kunnen worden voor de verwerking van erfafspoelwater.

Voor het behandelen van spoelwater van de bollen zijn de volgende technologieën beschikbaar: ozonisatie, geavanceerde oxidatie met UV+peroxide (mits geoptimaliseerd door verhogen peroxide dosering) of met ozon+peroxide, UV+ozon+peroxide (onderzocht met praktijkwater), adsorptie met actief kool, membraanfiltratie met een fijn membraan, zoals een omgekeerde osmose membraan, electrolyse of plasma. Combinaties van technologieën kunnen een nog hoger verwijderingsrendement opleveren, en aanvullend zijn voor het type stoffen wat met een hoog rendement verwijderd wordt. Bij het toepassen van voorbehandeling met coagulatie worden ook al een deel van de gewasbeschermingsmiddelen verwijderd.

Voor de behandeling van zeer vervuild water zoals het dompelbad, schuimbad of spuitvloeistof, kan gekozen worden voor adsorptie met actieve kool.

De technologieën die geschikt zijn, zijn deels commercieel beschikbaar en worden ook al gebruikt in de glastuinbouw om aan de zuiveringsplicht te voldoen. De leveranciers van deze technologieën zijn daarom bekend met de gekozen systematiek en kunnen de instellingen zo kiezen dat ze voldoen aan beleid dat nog gemaakt moet worden.

7 Pilottesten

Tijdens het project zijn ook experimenten uitgevoerd met praktijkwater. De resultaten hiervan staan beschreven in rapport KWR 2021.015

De testen met praktijkwater op pilotschaal gaven een positief resultaat. Het lukte ook om met praktijkwater een hoge verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen te bereiken. Bij het toepassen van ozon (20 min bij 400 mV) op spoelwater van één teler is van alle componenten verwijdering aangetoond tot onder de detectiegrens. Bij een tweede teler werden de actieve stoffen gemiddeld met 93% verwijderd. Ook werden zowel schimmels als bacteriën verwijderd tot onder de detectiegrens van 10 KVE/ml. Voor bacteriën was dat een verwijdering van log 5, voor schimmels van log 3. In beide gevallen is het mogelijk dat bij een hogere infectiedruk ook een hogere verwijdering plaatsvindt, maar dat was met deze praktijkmonsters niet aan te tonen omdat er niet meer organismen aanwezig waren.

Bij het toepassen van actief kool op het schuimbadwater kon ook een verwijdering van >90% aangetoond worden. De stof tetrahydroftalimide, het afbraakproduct van Folpet benodigde het meest actief kool doordat de startconcentratie ook erg hoog was. De andere stoffen konden met een concentratie van 10 mg/l voor minimaal 95% verwijderd worden.

Op full scale wordt door VAM ook een voorzuivering met een lamallenseparator toegepast. Het effect van deze voorzuivering is niet apart onderzocht. De totale zuivering die getest is was een coagulatie – flocculatie met een ozon+UV verwijdering. Het spoelwater werd gedurende een zeer lange tijd gerecirculeerd over de zuivering en de concentraties actieve stoffen waren gedaald voor veel stoffen tot onder de detectielimiet. Dit geeft aan dat de zuivering is staat was om stoffen die gedurende langere tijd waren opgehoopt in het spoelbassin, kon verwijderen, en ook tijdens de periode van spoelen de nieuw aangevoerde gewasbeschermingsmiddelen kon verwijderen.

8 Kosten

Door de technologieleveranciers is een schatting gemaakt van de kosten voor een praktijkinstallatie (Tabel 8-1). Dit bevat niet de kosten van bijvoorbeeld aanleg van leidingen, maar alleen de kosten van de installatie zelf. De capaciteit van de installatie is belangrijk voor de uiteindelijke kosten. Een kleine installatie van ca. 2 m³/uur zal voor de meeste telers volstaan. Teler kunnen het spoelbad gedurende langere tijd behandelen met een kleine capaciteit. Wanneer zij enkele weken of maanden de tijd nemen, dan starten zij het spoelen van de bollen met water met weinig tot geen **gewasbeschermingsmiddelen**. Na de korte spoelperiode (1-4 weken) kunnen zij dan weer ruim de tijd nemen om het water te behandelen. Een andere mogelijkheid is om een installatie met een grotere capaciteit te gebruiken. Dan kan tijdens het spoelen het water bij elke recirculatie langs de installatie geleid worden. Voordeel hiervan is dat er ook gebruikt wordt gemaakt van de ontsmetting die veel (oxidatieve) technieken geven. Dan besmet de ene partij bollen de volgende partij niet, doordat het water tussendoor ontsmet wordt. Hiervoor is dan wel een installatie van 5-10 m³/uur nodig.

Tabel 8-1: kostenschatting door technologieleveranciers

technologie	Reactor 2 m ³ /uur	5 tot 10 m ³ /h
skimmer/reactor en ozon als eind-behandeling	20 keuro	
Actief kool (exclusief voorbehandeling)	10 keuro	
Coagulatie/flocculatie gevraagd met lamellen separator met directe dosering	20 keuro	
Elektrolyse	15,25 keuro (1 m ³ /uur)	
voorbehandeling met lamellen separator en nabehandeling met desinfectiestap		150 keuro

Verbruikskosten: < 0,2 kWh / m³ En vlokmiddel < € 0,10/m³ (bij 1 % DS)

9 Implementatie van technologieën en beleid

9.1 Gesprekken met provincie, rijk en waterschappen

Om tot implementatie van technologie te komen, kunnen telers gestimuleerd worden om technologie voor behandeling van waterstromen aan te schaffen en te gebruiken. Dit kan op meerdere manieren (wetgeving, subsidie) en verschillende instanties kunnen hierbij een rol spelen. Omdat dit project aansluit op het pakket van maatregelen emissiereductie open teelt, is er overleg geweest met dit gremium.

Op 7 mei 2020 is er in het overleg 'pakket van maatregelen emissiereductie open teelt' aandacht besteed aan de resultaten uit dit project en zijn de beleidsvragen die de technologieleveranciers en telers hebben, voorgelegd binnen dit overleg. De slides van deze presentatie zijn opgenomen in bijlage IX.

De context van de implementatie is als volgt: Het waterschap wil een reductie van emissies naar het oppervlaktewatersysteem, en het wil de telers stimuleren om emissies aan te pakken. (Koploper) telers willen wel maatregelen treffen maar willen daarbij zekerheid en duidelijkheid dat investeringen ook goed genoeg zijn. De volgende beleidsmatige vragen liggen dan ook voor:

- Wanneer is het goed genoeg (werken we toe naar een verwijderingsrendement, naar een eindconcentratie, en welke waardes dan voor welke stoffen?)
- Hoe kan aan de (koploper) telers voldoende zekerheid en duidelijkheid gegeven worden?
- He stimuleer je de niet-koplopers?

KWR heeft een referentiewater ontwikkeld in samenwerking met verschillende partijen om op een representatieve manier technologieën te kunnen onderzoeken en vergelijken. Wanneer er een status gegeven kan worden aan dit water, kan dit helpen bij het ontwikkelen van beleid. Hoe kan dit ingebed worden in het beleid? Hoe wordt er omgegaan met veranderingen van middelen gebruik in de toekomst, ten aanzien van het referentiewater? Er zijn meerdere technologieën beschikbaar die het water in de bloembollenteelt kunnen behandelen en gewasbeschermingsmiddelen daarbij vergaand verwijderen. Om tot een optimalisatie van de technologieën te komen en toepassing in de praktijk is het ook weer van belang dat er duidelijkheid komt over waar naartoe gewerkt moet worden qua verwijdering.

Naar aanleiding van de presentatie is er terugkoppeling geweest vanuit Corine Baltus (min I&W) en Klaas Jilderda (BASF) over de samenstelling van het referentiewater. Deze terugkoppeling is verwerkt in Hoofdstuk 4 van dit rapport.

Vervolgens is er op 25 november 2020 nogmaals een gesprek geweest met Peter Knippels (KAVB), Marianne Mul (Unie van Waterschappen), Wilbert van Zeventer (min I&W), Anja van Gemerden (min LNV), Anette Beems (HHNK), Nienke Koeman en Marcel Paalman (KWR). Hierbij zijn de bovengenoemde beleidsvragen nogmaals besproken. Beleidsmatige aanbevelingen zijn in samenspraak met de projectpartners opgesteld en worden verder besproken in hoofdstuk 11.

10 Conclusies

10.1 Urgentie voor milieu

Uit de inventarisatie van de waterstromen op het erf is gebleken dat de concentraties van gewasbeschermingsmiddelen in deze waterstromen hoog (mg/l) tot zeer hoog (g/l) zijn. Wanneer deze waterstromen in het watersysteem (grond- en/of oppervlaktewater) komen, kunnen zij in hoge mate bijdragen aan een slechte waterkwaliteit. Zuivering van deze waterstromen kan dan een grote bijdrage leveren aan het verbeteren van de waterkwaliteit.

10.2 Aanpak

De aanpak in dit project heeft de aanpak van de glastuinbouw op het gebied van emissiebestrijding van gewasbeschermingsmiddelen gevolgd. Deze strategie heeft een referentiewater opgeleverd wat representatief is, en heeft verschillende technologieën opgeleverd die toegepast kunnen worden

10.3 Referentiewater is representatief voor waterstromen op een bloembollenbedrijf

Het is gelukt om een referentiewater te ontwikkelen wat representatief is voor waterstromen uit de bloembollenteelt. Om de praktijksituatie zo goed mogelijk na te kunnen bootsen bevat het referentiewater naast een selectie van gewasbeschermingsmiddelen een matrix van zand- en kleideeltjes en zouten. Dit referentiewater is geschikt gebleken voor het testen van de werking en het rendement van verschillende zuiveringstechnologieën. De geselecteerde gewasbeschermingsmiddelen zijn relevant voor de waterkwaliteit. Verwacht wordt dat het rendement van de onderzochte zuiveringstechnologieën representatief is voor andere gewasbeschermingsmiddelen met vergelijkbare eigenschappen. Als de toelating van één van de gewasbeschermingsmiddelen uit het referentiewater in de toekomst wordt ingetrokken of er een nieuw middel wordt toegevoegd, blijven de resultaten van dit onderzoek toch bruikbaar. Belangrijk is om dan wel om te toetsen of de actieve stof in de breedte van het spectrum valt. Bijvoorbeeld de wateroplosbaarheid (K_{ow}) van de stof moet dan bij voorkeur binnen de bandbreedte vallen. Het referentiewater blijft representatief doordat het veel chemische groepen bevat, met een breed pallet aan fysisch chemische eigenschappen.

10.4 Meerdere technologieën beschikbaar voor het zuiveren van waterstromen op een bloembollenerf

Voor verdunde waterstromen op een bloembollenerf, zoals spoelwater, zijn de volgende technologieën getest en beschikbaar: ozonisatie, UV behandeling, geavanceerde oxidatie met UV + peroxide of met ozon + peroxide, UV + ozon + peroxide, adsorptie met actief kool, nanofiltratie en omgekeerde osmose, elektrolyse of plasma. Voor de verdunde waterstromen bleek alleen behandeling met UV niet voldoende, en UV met peroxide kan mogelijk bij een hogere dosering dan getest, een gewenst resultaat geven. De overige technologieën zijn wel geschikt voor toepassing in de bloembollenteelt op verdunde waterstromen. Uit de praktijktesten is gebleken dat voorbehandeling vaak een belangrijke stap is in het zuiveringsproces. Dit kan bijvoorbeeld met coagulatie of met een grof filter. Met coagulatie worden ook al een deel van de gewasbeschermingsmiddelen verwijderd.

Voor de behandeling van geconcentreerde waterstromen/zeer vervuild water zoals de bolontsmetting en de spuitplaats/vul- en wasplaats, kan gekozen worden voor adsorptie met poeder actieve kool. De actieve kool kan verwijderd worden met filtratie waarna een waterstroom (bijna) vrij van gewasbeschermingsmiddelen achterblijft.

Door het combineren van technologieën kan mogelijk een hoger verwijderingsrendement van individuele stoffen bereikt worden, dan bij het toepassen van slechts één technologie. Zeker wanneer deze op een andere manier aangrijpen op de actieve stof. Dit is in dit project niet getest maar blijkt uit de literatuur [10].

Geconcludeerd wordt dat de verwijderingsrendementen van gewasbeschermingsmiddelen in de bollenteelt van vergelijkbare orde grootte zijn als acceptabel geacht wordt voor de glastuinbouw (zuiveringsplicht). Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het afvalwater in de bollenteelt, zeker waar het dompelbadwater betreft, hogere concentraties aan gewasbeschermingsmiddelen bevat dan gangbaar in de glastuinbouw. Om in de bollenteelt vergelijkbare concentraties te krijgen die nu gangbaar zijn in de glastuinbouw zou een hoger verwijderingsrendement aangehouden moeten worden.

Tabel 2. Geschiktheid van een technologie voor de behandeling van verdunde waterstromen en geconcentreerde waterstromen en de instellingen van de technologie waarbij minimaal 7 stoffen met minimaal 90% verwijderd worden.

technologie	minimaal 7 stoffen voor minimaal 90% verwijderd			
	geschikt voor verdunde waterstromen?	instelling verdunde waterstromen	geschikt voor geconcentreerde waterstromen?	instelling geconcentreerde waterstromen
ozon	ja	bij 45 mg/l O ₃ 6 stoffen >90% afbraak	nee	teveel schuimvorming
ozon + peroxide	ja	36 mg/l O ₃ en 10 mg/l H ₂ O ₂	nee	teveel schuimvorming
UV	matig	bij 800 mJ/cm 3 stoffen >90% afbraak	nee	te lange bestralingstijd nodig/ te hoge UV adsorptie
UV + peroxide	matig	bij 600 en 800 mJ/cm en 10 mg/l H ₂ O ₂ 6 stoffen > 90% verwijdering. Verhogen H ₂ O ₂ dosis heeft mogelijk gewenste effect	nee	te lange bestralingstijd nodig/ te hoge UV adsorptie
adsorptie	ja	0,1 g/l	ja	40 g/l
membraan filtratie	ja	NF membraan	niet getest	
elektrolyse	?	analyses voor sommige parameters instabiel na elektrolyse, nawerking in monster	niet getest	
Plasma	ja	1 kW/m ³	niet getest	

10.5 Praktijkwater kan vergaand gezuiverd worden

De resultaten uit de testen met praktijkwater uit de bollenteelt gaven aan dat het water vergaand gezuiverd kan worden. De testen met spoelwater gaven met behandeling door ozon een verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen tot onder de detectiegrens bij 20 minuten op 400 mV bij één bedrijf en een verwijdering van gemiddeld 93% bij een tweede bedrijf. Een verwijdering van de meeste stoffen tot onder de

detectiegrens werd gezien bij behandeling van recirculerend spoelwater door ozon+UV. Ook de microbiologie werd verwijderd met een minimale log 5 reductie voor bacteriën en minimaal log 3 reductie voor schimmels bij gebruik van ozon. Bij behandeling van dompelbadwater werd met actief kool 95% verwijderd bij 10 g/l actief kool. De resultaten wijken niet significant af van de resultaten uit de laboratoriumtesten met referentiewater. Hierdoor kan aannemelijk gemaakt worden dat de laboratoriumtesten op het referentiewater representatief zijn voor brede praktische toepassing.

De technologieën die geschikt zijn (zie tabel 2), zijn deels commercieel beschikbaar (ozon, ozon+UV, adsorptie) en worden ook al gebruikt in de glastuinbouw om aan de zuiveringsplicht te voldoen. Zij hebben ruime ervaring in meerdere sectoren, waarbij ook voorzuivering of nazuivering die geschikt is voor hun technologie, wordt toegepast. Dit zal bij bloembollenbedrijven, of bij open teelt in het algemeen, een belangrijkere rol spelen dan in de glastuinbouw, daar het water vaak meer vaste deeltjes bevat die invloed hebben op de zuiveringsrendement. De leveranciers van deze technologieën zijn bekend met de gekozen systematiek en kunnen de instellingen zo kiezen dat ze voldoen aan het gewenste zuiveringsrendement.

Er is nog niet veel ervaring opgedaan met praktijkomstandigheden. Er is nog behoefte aan praktijkonderzoek om ervaring op te doen, zodat ook een uitspraak kan worden gedaan over robuustheid, effectiviteit, praktische toepasbaarheid et cetera. De praktijktesten die gedaan zijn, zijn slechts steekproeven geweest. Dit zou gestructureerder en over langere tijd met meer watertypes gedaan moeten worden.

10.6 Kosten

De technologieleveranciers schatten in dat een installatie geschikt voor de behandeling van verdund erfafspoelwater met een capaciteit van 2 m³/uur tussen de 10 en 20 duizend euro kost. Hier komt bij sommige installaties nog een voorbehandeling bij.

10.7 Nabeschuiving

In de loop van het project is een omslag in denken bij de telers opgemerkt. Waar zij in 2018 nog niet erg met waterkwaliteit bezig waren, is gezien dat er meer bewustheid is ontstaan over de bijdrage van bollentelers aan de oppervlaktewaterkwaliteit, en aan het omgaan met (afval)waterstromen. Dit bleek uit gesprekken met verschillende telers, en vooral de technologieleveranciers bemerkten dit bij hun werkzaamheden. Er zijn steeds meer telers die maatregelen hebben genomen om afspoeling van het erf te beperken. Het lijkt aannemelijk dat telers ook bereid zullen zijn om een investering te doen in waterbehandelingstechnologie. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het geen direct voordeel oplevert voor de bedrijfsvoering. De investeringsbereidheid kan als een aansporing aan de waterschappen gezien worden om investeringen ook te stimuleren middels maatwerk.

11 Beleidsmatige aanbevelingen

Overheden (Rijk, provincie, waterschappen) moeten duidelijkheid geven over wat de langjarige zuiveringseis moet zijn (verwijderingsrendement, te behalen concentratie etc. of gesloten erf).

De situatie is nu dat er teveel onduidelijkheid is waar naartoe gewerkt moet worden. Deze onduidelijke situatie belemmert ook investeringen van bedrijven richting een meer duurzame bedrijfsvoering.

Voorgesteld wordt om een parallel spoor te ontwikkelen, bestaande uit:

- Ontwikkelen van een kader voor het zuiveren van de afvalwaterstromen op bollenteeltbedrijf of breder (open teelt). Dit omvat onder andere een meetprotocol en een zuiveringseis.
- Praktijk ervaring opdoen. Telers en technologieleveranciers stimuleren om meer praktijkervaring op te doen, zodat dat meer inzicht over de praktische toepasbaarheid ontstaat.

Toelichting: Het opstellen van een kader zal de nodige tijd doorlooptijd kosten. Het tegelijkertijd opdoen van meer praktijk ervaring kan een belangrijke bijdrage leveren aan de praktische toepasbaarheid (robuustheid, kosten, handhaafbaarheid etc)

11.1 Opstellen van een kader (protocol)

Het doel van het project was om technologie te ontwikkelen die bijdraagt aan het verminderen van emissies van gewasbeschermingsmiddelen vanuit de bloembollenteelt naar het milieu en om beleidsmakers handvatten te geven om aan te geven waaraan een investering in techniek aan moet voldoen. Op die manier heeft een teler en technologieleverancier zekerheid dat een investering in een technologie een goede investering is.

Het is aan te bevelen om toe te werken naar een **protocol** waaruit duidelijk wordt aan welke voorwaarde een technologie moet voldoen. De vraag staat dan centraal: Wat is een acceptabel zuiveringsrendement (doelvoorschrift) voor afvalwater van de bollenteelt/open teelten.

Voor de bollenteelt zou een vergelijkbare systematiek kunnen worden opgezet als voor de glastuinbouw. Dus: opstellen meetprotocol voor het testen van het zuiveringsrendement van zuiveringsinstallaties; testen uitvoeren met referentiewater en beoordeling door een commissie met een brede vertegenwoordiging van onafhankelijke beoordelaars zoals ook bij de BZG het geval is. Hiervoor moet een beoordelingssystematiek opgesteld worden. Dit beschrijft de wijze van beoordelen door een commissie. Hoe moet een aanvraag worden ingediend, welk onderzoek moet worden uitgevoerd (zie meetprotocol), hoe beoordeelt de commissie. Eenvoudiger is het wellicht om hetgeen voor de zuiveringsplicht glastuinbouw is opgezet te benutten voor de bollenteelt of nog een slag verder voor de open teelten in het algemeen ([Vaststellen zuiveringsrendement zuiveringsinstallatie - Helpdesk water](#)).

In het Pakket van Maatregelen is het onderwerp zuiveren van restwater ook benoemd voor alle open teeltsectoren, met onder andere als punten het definiëren van standaardwater (referentiewater), het ontwikkelen van een meetprotocol en het bepalen van een zuiveringsrendement. Dit onderzoek biedt aanknopingspunten voor de brede aanpak, met de volgende opmerkingen:

- 1 Wanneer een meetprotocol wordt opgesteld voor andere open teelten, moet in kaart gebracht worden wat de lozingsbronnen zijn, en of die aangepakt kunnen worden. Bij sectoren waarbij waterstromen vanaf het erf

geloosd worden, kan de aanpak zoals bij de bloembollen gevolgd worden. Verschillende waterstromen moeten in kaart worden gebracht. Voor de uitvoerbaarheid, bijvoorbeeld meerdere teelten op één bedrijf, en de handhaafbaarheid is de stap naar één meetprotocol voor alle open teelten een logische oplossingsrichting. De resultaten van dit onderzoek zijn de eerste bouwsteen hierbij. Aandachtspunt zijn de bijzondere situaties, waarbij (aanvullend) maatwerk mogelijk moet zijn.

- 2 Voor de bloembollenteelt is nu een referentiewater ontwikkeld, uitgaande van de in deze sector gebruikte gewasbeschermingsmiddelen en concentraties en mate van vervuiling van het restwater. Voor het bepalen van standaardwater voor andere sectoren speelt de vraag of er een standaardwater per sector ontwikkeld moet worden of over alle sectoren. Voor de glastuinbouw is gekozen voor één standaardwater voor alle sectoren in de glastuinbouw. Dit lijkt voor de open teelten ook de meest voor de hand liggende oplossingsrichting. Nader punt van onderzoek hierbij is samenstelling van het standaardwater en het gebruik van de stoffen of groepen in de verschillende sectoren en teelten. Verder is naar voren gekomen dat voorbehandeling van het water een belangrijke rol speelt bij (een aantal) technologieën door de troebelheid/ vaste deeltjes waarbij in de bloembollensector sprake van is. Dit vraagt voor een nadere inventarisatie of hiervan ook sprake is in de andere teelten en sectoren. Als dat niet aan de orde is, zoals bij de naaogstbehandeling van fruit, dan is het meest voor de hand liggend om voor afwijkende situaties specifiek maatwerk in te richten. Het derde punt is de concentratie van gewasbeschermingsmiddelen in het restwater en het zuiveringsrendement. Op welke situatie wordt het rendement gebaseerd? Dit zou op een worst case scenario moeten zijn, zoals ook in de glastuinbouwsector ook is gedaan. Dit vraagt nadere uitwerking en beoordeling. Hierbij speelt een rol dat er onderscheid is gemaakt tussen relatief verdunde en zeer geconcentreerde afvalwaterstromen.

Aanbevolen wordt om een nadere verkenning te doen hoe een en ander opgenomen kan worden in wetgeving.

11.2 Praktijkonderzoek met als doel verdere implementatie op bedrijven

Stimuleren van praktijkonderzoek om ervaring op te doen, zodat ook een uitspraak kan worden gedaan over robuustheid, effectiviteit zuivering, invloed van voorbehandeling, praktische toepasbaarheid, et cetera. Het is aan te bevelen om de technologieën die nu commercieel beschikbaar zijn, te gaan implementeren en nader te testen op bedrijven. Door deze voorbeelden laten bedrijven zien dat het in de praktijk technisch haalbaar is om afvalwater te zuiveren. Dit zal voor andere telers vertrouwen wekken om zelf ook te gaan zuiveren. Het stimuleren van een aantal bedrijven kan door middel van maatwerkafspraken. De waterschappen kunnen hier een rol in spelen. Hierin zou toegewerkt kunnen worden naar een gesloten erf, met een aparte oplossing voor zeer vervuilde waterstromen.

Het maatwerk zal in belangrijke mate ook afhangen van de grootte van het bedrijf en de omvang van de waterstromen. Kleine bedrijven kunnen wellicht worden ondersteund door bedrijven die het vervuilde water ophalen of die het ter plekke zuiveren. Voor grotere bedrijven loont het wellicht om een eigen zuiveringsinstallatie te hebben.

Dit maatwerk zal vooral een belangrijke rol spelen in de periode dat er nog geen regelgeving van kracht is. Het biedt ruimte vanuit de overheid voor innovaties en zal voorlopers stimuleren tot implementatie van technologie. Er moeten stappen worden gezet in de praktijk, waarbij waterschappen de mogelijkheid bieden en samen met ondernemers en techniekleveranciers kunnen leren.

11.3 Onderzoek doen naar de haalbaarheid van een gesloten waterkringloop op een bloembollenbedrijf, zodat lozen niet meer nodig is.

Dit is uiteindelijk een van de oplossingen om het watersysteem te kunnen ontlasten. Wanneer er niet meer geloosd wordt, kan gekozen worden om de toepassing van de zuiveringsplicht los te laten, zoals ook bij de glastuinbouw gebeurt. Deze oplossingsrichting zal zelf opgepakt moeten worden door de sector.

11.4 Aandacht voor de bodem en het grondwatersysteem, betrokkenheid bevoegde gezagen

In dit project zijn vooral de waterschappen actief en die streven naar een reductie van de emissie naar het oppervlaktewatersysteem. De grondwaterkwaliteitsbeheerders (provincies) zijn wel aan het begin van het project benaderd, maar zij hebben niet in het project geparticipeerd. Er is een reëel risico van afwenteling van de lozingen naar de bodem/grondwatersysteem. Aanbevolen wordt dat de overheidspartijen (waterschappen, provincies, gemeenten en omgevingsdiensten) hierin gezamenlijk optrekken en vooraf de ambitie gaan bepalen om in de toekomst mogelijke toekomstige 'lekkages' te vermijden.

11.5 Verdere ontwikkeling van kansrijke technologieën

Het is aan te bevelen om de nog niet commercieel beschikbare technologieën ook te ontwikkelen, zodat telers voor hun bedrijfssituatie een keuze hebben uit meerdere technologieën.

12 Referenties

1. CTGB. *CTGB - Toelatingen*. 2018-12-13]; Available from: <https://toelatingen.ctgb.nl/>.
2. EPA. *Chemistry dashboard*. 2018-12-13]; Available from: https://comptox.epa.gov/dashboard/dsstoxdb/batch_search.
3. CBS, C.b.v.d.s. *Gestage voortgang schaalvergroting bloembollenbedrijven*. 2017 15-5-2019]; Available from: <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2017/30/gestage-voortgang-schaalvergroting-bloembollenbedrijven>
4. CBS, C.b.v.d.s. *Areaal bloembollen blijft groeien*. 2018 9-5-2019]; Available from: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/12/areaal-bloembollen-blijft-groeien#id=undefined>.
5. EFSA, *Conclusion of the peer review of folpet*, in *EFSA Scientific Report*. 2009. p. 1-80.
6. EURL-SRM, *Quantification of Residues of Folpet and Captan in QuEChERS Extracts*, in *EURL-SRM – Analytical Observation Report 2017*.
7. Adeniyi, A., et al., *Water Recovery and Rejection of Organochloride Pesticides During Reverse Osmosis Process*. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 2017. **14**(10): p. 5103-5109.
8. Nikbakht Fini, M., H.T. Madsen, and J. Muff, *The effect of water matrix, feed concentration and recovery on the rejection of pesticides using NF/RO membranes in water treatment*. *Separation and Purification Technology*, 2019. **215**: p. 521-527.
9. Yang, Q., et al., *Pretreatment of imidacloprid pesticide wastewater with nanofiltration membrane technics*. *Shenyang Jianzhu Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Shenyang Jianzhu University (Natural Science)*, 2008. **24**(6): p. 1046-1050.
10. Yu, Y., et al., *Multi-barrier approach for removing organic micropollutants using mobile water treatment systems*. *Science of The Total Environment*, 2018. **639**: p. 331-338.
11. Vries, D., et al., *AquaPriori: a priori het verwijderingsrendement bepalen 2017*, KWR Water.
12. Alexander, J.T., F.I. Hai, and T.M. Al-aboud, *Chemical coagulation-based processes for trace organic contaminant removal: Current state and future potential*. *Journal of Environmental Management*, 2012. **111**: p. 195-207.
13. Singh, R., *Chapter 2 - Water and Membrane Treatment*, in *Membrane Technology and Engineering for Water Purification (Second Edition)*, R. Singh, Editor. 2015, Butterworth-Heinemann: Oxford. p. 81-178.
14. EL MAATAOUI, Y., et al., *Adsorption isotherm modeling of carbendazim and flumetsulam onto homoionic-montmorillonite clays: comparison of linear and nonlinear models* *TURKISH JOURNAL OF CHEMISTRY*, 2017. **41**(4): p. 514-524.
15. Bolton, J.R. and K.G. Linden, *Standardization of methods for fluence (UV Dose) determination in bench-scale UV experiments*. *Journal of Environmental Engineering*, 2003. **129**(3): p. 209-215.
16. Acero, J.L., et al., *Degradation of neonicotinoids by UV irradiation: Kinetics and effect of real water constituents*. *Separation and Purification Technology*, 2019. **211**: p. 218-226.
17. Bolton, J., et al., *Figures-of-Merit for the Technical Development and Application of Advanced Oxidation Technologies for Both Electric- and Solar-Driven Systems – (IUPAC Technical Report)*. Vol. 73. 2001. 627-637.
18. Wols, B., et al., *Predicting pharmaceutical degradation by UV (LP)/H2O2 processes: A kinetic model*. Vol. 255. 2014. 334-343.
19. Lozowicka, B., et al., *Removal of 16 pesticide residues from strawberries by washing with tap and ozone water, ultrasonic cleaning and boiling*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2015. **188**(1): p. 51.
20. Miklos, D.B., et al., *Evaluation of advanced oxidation processes for water and wastewater treatment – A critical review*. *Water Research*, 2018. **139**: p. 118-131.
21. Krasner, S.W., et al., *Formation and control of bromate during ozonation of waters containing bromide*. *Journal / American Water Works Association*, 1993. **85**(1): p. 73-81.
22. Siddiqui, M., et al. *Removal of bromate after ozonation by electron beam irradiation*. in *National Conference on Environmental Engineering*. 1994.
23. Foo, K.Y. and B.H. Hameed, *Detoxification of pesticide waste via activated carbon adsorption process*. *Journal of Hazardous Materials*, 2010. **175**(1-3): p. 1-11.
24. Boehler, M., et al., *Removal of micropollutants in municipal wastewater treatment plants by powder-activated carbon*. *Water Science and Technology*, 2012. **66**(10): p. 2115-2121.

25. Urbain, K.Y., et al., *Removal of imidacloprid using activated carbon produced from ricinodendron Heudelotii shells*. Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia, 2017. **31**(3): p. 397-409.
26. Koeman-Stein, N., L. Palmen, and J.v. Ruijven, *Actief koolfiltratie voor de tuinbouw*. 2018, KWR.
27. Grant, G.A., et al., *Removal of Agrichemicals from Water Using Granular Activated Carbon Filtration*. Water, Air, and Soil Pollution, 2019. **230**(1).
28. Hgeig, A., M. Novaković, and I. Mihajlović, *Sorption of carbendazim and linuron from aqueous solutions with activated carbon produced from spent coffee grounds: Equilibrium, kinetic and thermodynamic approach*. Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 2019. **54**(4): p. 226-236.
29. Oh, S.Y., J.G. Son, and P.C. Chiu, *Biochar-mediated reductive transformation of nitro herbicides and explosives*. Environmental Toxicology and Chemistry, 2013. **32**(3): p. 501-508.
30. Urban, M., et al., *Inactivation of plant infecting fungal and viral pathogens to achieve biological containment in drainage water using UV treatment*. J Appl Microbiol, 2011. **110**(3): p. 675-87.
31. Koeman-Stein, N.E., H. Huiting, and P.W.M.H. Smeets, *Fytosanitaire veiligheid meststoffenwater na AOP behandeling*. 2020, KWR: Nieuwegein. p. 36.
32. Kim, J.G. and A.E. Yousef, *Inactivation kinetics of foodborne spoilage and pathogenic bacteria by ozone*. Journal of Food Science, 2000. **65**(3): p. 521-528.
33. Ding, W., et al., *Ozone disinfection of chlorine-resistant bacteria in drinking water*. Water Research, 2019. **160**: p. 339-349.
34. Hornstra, L.M., *Natuurlijke virussen om de verwijdering van virussen door zuiveringsprocessen te bepalen*. 2020, KWR: Nieuwegein. p. 33.
35. Weert, J.d. and J. Klein, *Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen Land- en Tuinbouw - Evaluatie resultaten 2017 2018*, Deltares. p. 95.

I Persbericht januari 2019

Persbericht: januari 2019 Bloembollensector richting nul erfemissie

In het project Bloembollenteelt Waterproof werken partijen in de bollenteelt samen aan het ontwikkelen en testen van waterzuiveringstechnieken voor het behandelen van met gewasbeschermingsmiddelen vervuild afvalwater afkomstig van het erf. Doel van het project is om technologieën te ontwerpen en te testen die geschikt zijn voor behandeling van de (meest vervuilde) stromen op het erf.

In de bollenteelt wordt voor veel handelingen water gebruikt. Door erfafspoeling kan het oppervlakte- en grondwater belast worden met gewasbeschermingsmiddelen. Dit schaadt de waterkwaliteit. Door waterbehandeling wordt dit water geschikt voor hergebruik of wordt ten minste het afspoelen van beschermingsmiddelen naar het grond- en oppervlaktewater voorkomen.

Het project wordt breed gedragen; bloembollentelers, KAVB, waterschappen, technologieleveranciers en KWR werken samen aan oplossingen. Het onderzoek wordt uitgevoerd door KWR Water en mede gefinancierd door TKI Watertechnologie, welke een onderdeel is van het Nederlandse topsectorenbeleid.

Technologie snel toepasbaar voor sector

Groot voordeel is dat technologiebedrijven en bloembollentelers meedoen aan het project. Hierdoor zijn beschikbare zuiveringstechnieken snel toepasbaar voor de bollensector. Ook de kennis uit andere sectoren komt goed van pas zoals kennis uit de drinkwaterbereiding, of waterbehandeling van de glastuinbouw.

Zoeken naar de juiste zuiveringstechnologieën

Het project is gestart met monsternames op verschillende bloembollenbedrijven om de samenstelling van verschillende waterstromen op het erf vast te stellen. Hierbij wordt gekeken naar de concentratie van gewasbeschermingsmiddelen in de waterstromen, maar ook naar andere parameters die belangrijk zijn bij het ontwerpen van een waterbehandelingstechnologie, zoals de troebelheid, en organisch stof gehalte. Vervolgens start het onderzoek naar de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen met verschillende technologieën in het laboratorium en op praktijkbedrijven. Het project loopt tot en met september 2020.

Uitvoering en financiering

Dit project wordt uitgevoerd door KWR Water. De projectpartners brengen kennis en materiaal in en financieren dit project. Projectpartners zijn Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Waterschap Hollandse Delta, Waterschap Zuiderzeeland, Hoogheemraadschap van Rijnland, fa Schutte en J& T Bloembollen (vertegenwoordigd door Flynth), Lonza, Agrozone, Profyto DSD, VAM Watertechniek, KAVB. Medefinancier is TKI Watertechnologie.

Meer informatie

Meer informatie vindt u op de volgende websites:

<https://www.tkiwatertechnologie.nl/project/bloembollenteelt-waterproof/> of

<https://www.kwrwater.nl/projecten/bloembollenteelt-waterproof/>

Voor meer informatie over dit bericht of het project kunt u terecht bij Peter Knippels: knippels@kavb.nl

Peter Knippels
KAVB
Senior beleidsmedewerker Bodem en Water

A Weeresteinstraat 10a, 2181 GA Hillegom
P Postbus 175, 2180 AD HILLEGOM
T 0252-536961
M 06-23285606
I www.kavb.nl

AGRIËRS NR 1 - VOORJAAR 2019



BLOEMBOLLENSECTOR RICHTING NUL ERFEMISSIE

In het project Bloembollenteelt Waterproof werken partijen in de bollenteelt samen aan het ontwikkelen en testen van waterzuiveringstechnieken voor het behandelen van met gewasbeschermingsmiddelen vervuild afvalwater afkomstig van het erf. Doel van het project is om technologieën te ontwerpen en te testen, die geschikt zijn voor behandeling van de (meest vervuilde) waterstromen op het erf. Het project loopt tot en met september 2020.

In de bollenteelt wordt voor veel handelingen water gebruikt. Door erfafspoeling kan het oppervlaktewater en grondwater belast worden met gewasbeschermingsmiddelen. Dit schaadt de waterkwaliteit. Door waterbehandeling wordt dit water geschikt voor hergebruik of wordt ten minste het afspoelen van gewasbeschermingsmiddelen naar het grond- en oppervlaktewater voorkomen.

Het project wordt breed gedragen; bloembollenteelers, KAVB, waterschappen, technologieleveranciers en KWR Water werken samen aan oplossingen. Het onderzoek wordt uitgevoerd door KWR Water en medefinancierd door TKI Watertechnologie, welke een onderdeel is van het Nederlandse topsectorenbeleid.

Technologie snel toepasbaar voor sector

Groot voordeel is dat technologiebedrijven en bloembollenteelers meedoen aan het project. Hierdoor zijn beschikbare zuiveringstechnieken snel toepasbaar voor de bollensector. Ook de kennis uit andere sectoren komt goed van pas, zoals de kennis over de zuiveringsinstallaties in de glastuinbouw.

Zoeken naar de juiste zuiveringstechnologieën

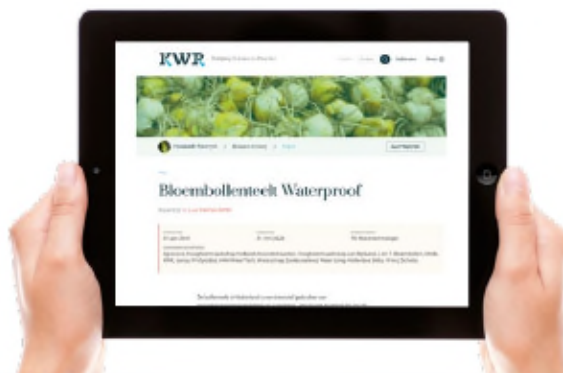
Het project is gestart met monsternames op verschillende bloembollenbedrijven om de samenstelling van verschillende waterstromen op het erf vast te stellen. Hierbij wordt gekeken naar de concentratie van gewasbeschermingsmiddelen in de waterstromen, maar ook naar andere parameters die belangrijk zijn bij het ontwerpen van een waterbehandelings-technologie, zoals de troebelheid,

en organisch stofgehalte. Vervolgens start het onderzoek naar de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen met verschillende technologieën in het laboratorium en op praktijkbedrijven. Het project loopt tot en met september 2020.

Uitvoering en financiering

Dit project wordt uitgevoerd door KWR Water. De projectpartners brengen kennis en materiaal in en financieren dit project. Projectpartners zijn Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Waterschap Hollandse Delta, Waterschap Zuiderzeeland, Hoogheemraadschap van Rijnland, Schutte en J&T Bloembollen (vertegenwoordigd door Flynth), Lonza, Agrozone, Profytodsd, VAM Watertechniek en KAVB. Medefinancier is TKI Watertechnologie. ■

Meer informatie vindt u op de volgende websites: www.tkiwatertechnologie.nl/project/bloembollenteeltwaterproof/ of www.kwrwater.nl/projecten/bloembollenteeltwaterproof/



Figuur 12-1: nieuwsbericht in Agrariërs, nr1 2019. Nieuwsbrief voor agrariërs in de noordoostpolder en zuidelijk en oostelijk flevoland

Greenity Nieuwsbericht 22 januari 2019: <https://www.greenity.nl/nieuws/project-bloembollenteelt-waterproof-begonnen>

The screenshot shows a web browser window displaying the Greenity website. The page features a large header image of a tulip field next to a canal. The main article title is "Project Bloembollenteelt Waterproof begonnen" with a sub-headline "Deze maand is het project Bloembollenteelt Waterproof officieel van start gegaan. Vorige maand zijn op verschillende bloembollenbedrijven monsters genomen om de samenstelling van verschillende waterstromen op het erf vast te stellen." To the right, there is a "Meest gelezen" (Most read) section with several article teasers, including "Tulpenbollen: veel bloemen niet gebloeid" and "Bemestingsmethode Neelissen levert zwaardere tulp op". The browser's address bar shows the URL "https://www.greenity.nl/nieuws/project-bloembollenteelt-waterproof-begonnen". The Windows taskbar is visible at the bottom of the browser window.

II Actieve stoffen toegelaten CTGB

CAS	Engelse naam	Voorspelde octanol water coëfficiënt.
15845-66-6	fosetyl	-2.23
39148-24-8	fosetyl-aluminium	-1.49
23135-22-0	oxamyl	-0.58
16672-87-0	Ethephon	-0.25
153719-23-4	thiamethoxam	-0.14
123312-89-0	pymetrozine	0.05
108-62-3	Metaldehyde	0.32
77-06-05	GIBBERELIC ACID	0.42
137-42-8	metam-sodium	0.51
138261-41-3	imidacloprid	0.62
111988-49-9	thiacloprid	0.82
41394-05-2	metamitron	0.90
85-00-7	diquatdibromide	1.05
951659-40-8	Flupyradifurone	1.11
135410-20-7	acetamiprid	1.20
1698-60-8	chloridazone	1.26
24579-73-5	propamocarb	1.34
25606-41-1	propamocarb hydrochloride	1.34
23564-05-8	Thiophanate-methyl	1.37
145701-23-1	florasulam	1.39
23103-98-2	pirimicarb	1.41
98886-44-3	fosthiazate	1.75
70630-17-0	metalaxyl-M	1.84
25057-89-0	bentazone	1.96
1214-39-7	6-Benzylaminopurine	1.96
163515-14-8	dimethenamide-P	2.12
133-32-4	Indole-3-butyric acid	2.26
133-07-3	folpet	2.59
133-06-2	captan	2.69
65195-55-3	abamectin	2.70
131860-33-8	azoxystrobin	2.72
178928-70-6	prothioconazool	2.75
473798-59-3	Fenpyrazamine	2.95
53112-28-0	pyrimethanil	3.01
74115-24-5	Clofentezine	3.10
1897-45-6	chlorothalonil	3.13
161326-34-7	fenamidone	3.17
101-21-3	chlorpropham	3.23
143390-89-0	kresoxim-methyl	3.23
188425-85-6	boscalid	3.28
87392-12-9	S-metolachlor	3.29
13194-48-4	Ethoprophos	3.32

CAS	Engelse naam	Voorspelde octanol water coëfficiënt.
110235-47-7	mepanipyrim	3.39
203313-25-1	spirotetramat	3.48
131341-86-1	fludioxonil	3.64
13684-63-4	Phenmedipham	3.65
107534-96-3	tebuconazole	3.67
67747-09-5	prochloraz	3.71
121552-61-2	cyprodinil	3.81
66332-96-5	flutolanil	3.90
55512-33-9	pyridate	3.96
82558-50-7	isoxaben	3.99
168316-95-8	spinosad	4.00
175013-18-0	pyraclostrobine	4.00
141517-21-7	trifloxystrobin	4.31
57018-04-9	tolclofos-methyl	4.45
658066-35-4	fluopyram	4.46
99129-21-2	Clethodim	4.51
907204-31-3	fluxapyroxad	4.52
66063-05-6	pencycuron	4.57
881685-58-1	isopyrazam	4.68
51596-10-2	milbemectin	4.90
40487-42-1	pendimethalin	4.96
400882-07-7	cyflumetofen	5.30
66230-04-4	Esfenvalerate	6.17
52918-63-5	deltamethrin	6.25
10045-86-0	Iron(III) phosphate	N/A
20859-73-8	Aluminum phosphide	N/A
8000-78-0	Oil of garlic	N/A

III Bestrijdingsmiddelen atlas

Weergegeven zijn de top 10 probleemstoffen per stofgroep. De top 10 probleemstoffen per stofgroep is als volgt berekend: de stoffen zijn geordend op grond van het gewogen aantal meetpunten waarin de stof de normen JG-MKN/MTR, MAC/MKN en resp. het toelatingscriterium (CTGB) overschrijdt, dat wil zeggen dat rekening is gehouden met de mate van overschrijding per meetpunt en met het aantal meetpunten waarin aan de stof een meting is verricht. Stoffen waaraan in minder dan tien meetpunten metingen zijn verricht zijn buiten beschouwing gelaten

Fungicides:

Nationale top 10 fungiciden die de kwaliteitsnorm het meest overschreden in 2017			
#	JG-MKN/MTR	MAC-MKN	toelatingscriterium (Ctgb)
1	Hexachloorbutadieen	carbendazim	carbendazim
2	Hexachloorbenzeen	Etridiazool	Dimethomorf
3	Pyraclostrobin	captan	Fenamidone
4	Boscalid	cyprodinil	Cyazofamid
5	Carbendazim	Epoxiconazool	Boscalid
6	Etridiazool	Dodemorf	pyraclostrobin
7	Cyazofamid	kresoxim-methyl	Prochloraz
8	Azoxystrobin	azoxystrobin	Propiconazool
9	Fenamidone		Dodemorf
10	Fludioxonil		Tebuconazool

rood toegestaan CTGB voor bloembollen

Herbiciden:

Nationale top 10 herbiciden die de kwaliteitsnorm het meest overschreden in 2017			
#	JG-MKN/MTR	MAC-MKN	toelatingscriterium (Ctgb)
1	Dinoterb	pendimethalin	Bifenox
2	pendimethalin	Linuron	Monolinuron
3	metazachloor	metazachloor	Nicosulfuron
4	Benfluralin	Bifenox	Metazachlor
5	Bifenox	Monolinuron	isoproturon
6	Linuron	Chloortoluron	
7	Prosulfuron	MCPA	
8	Chloortoluron	metsulfuron-methyl	
9	terbutylazin	terbutylazin	
10	MCPA	Isoproturon	

rood toegestaan CTGB voor bloembollen

Insecticiden

Nationale top 10 insecticiden die de kwaliteitsnorm het meest overschreden in 2017			
#	JG-MKN/MTR	MAC-MKN	toelatingscriterium (Ctgb)

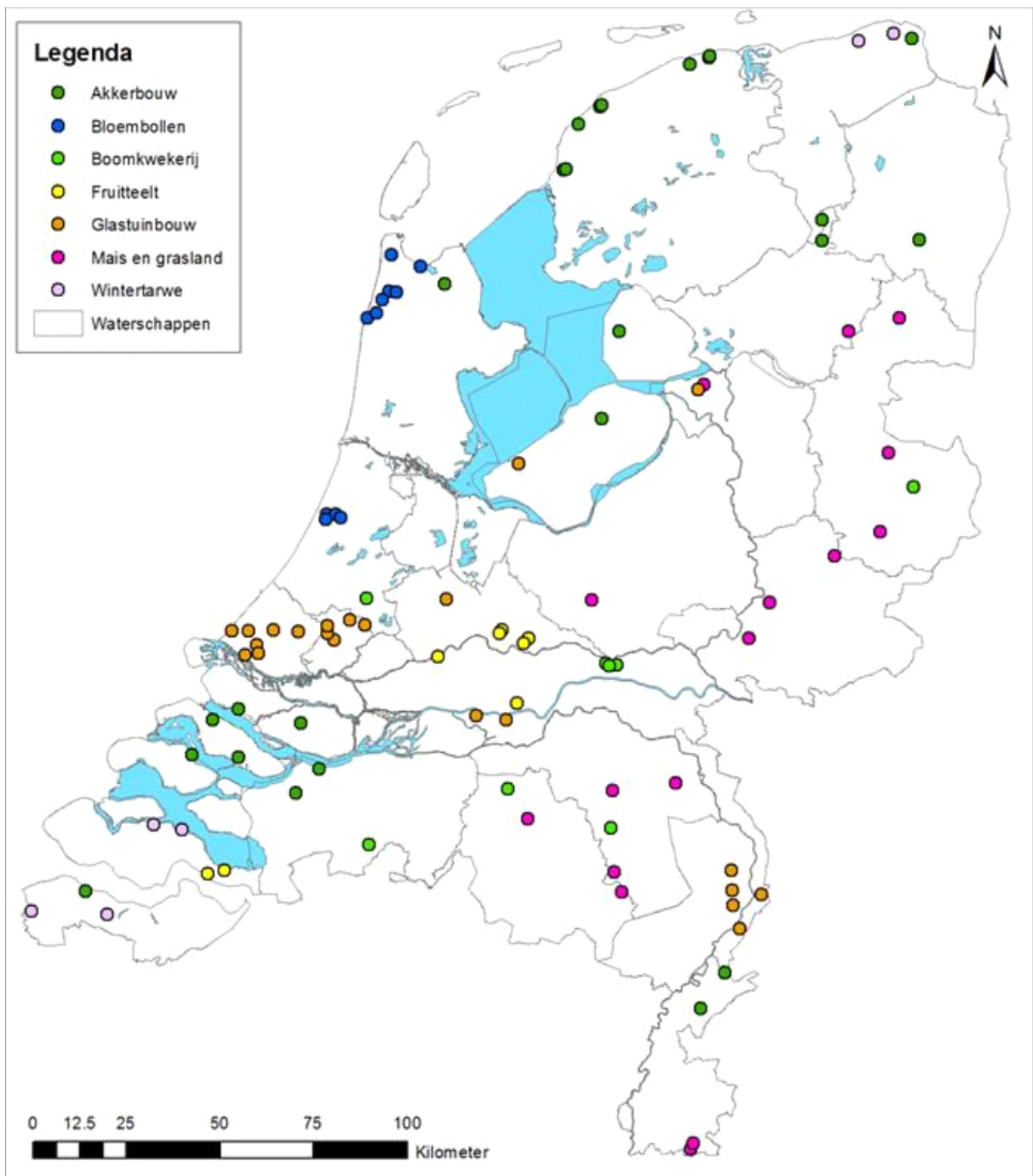
1	heptachloor-epoxide (som isomeren)	deltamethrin	imidacloprid
2	imidacloprid	esfenvaleraat	deltamethrin
3	Allethrin	heptachloor-epoxide (som isomeren)	Cyfluthrin
4	deltamethrin	abamectine	Permethrin
5	esfenvaleraat	Dichloorvos	abamectine
6	cypermethrin-alfa	cyhalothrin, lambda-	esfenvaleraat
7	spinosad	pirimifos-methyl	pirimifos-methyl
8	Fipronil	teflubenzuron	pirimicarb
9	abamectine	Cypermethrin	spinosad
10	permethrin	bromofos-ethyl	teflubenzuron

rood toegestaan CTGB voor bloembollen

Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen Land- en Tuinbouw Evaluatie resultaten 2017. [35]

Tabel 3.6 Ranking van stoffen met normoverschrijdingen in de **bloembollenteelt** getoetst aan de JG-MKN/MTR voor 2015 t/m 2017 op basis van de indexwaarden [-] van de mate van normoverschrijdingen. Voor 2017 is het aantal meetlocaties (loc.) met metingen, met normoverschrijdingen en met normoverschrijdingen >5x norm weergegeven. Deze beide waarden opgeteld geeft het aantal locaties met een normoverschrijding. Het aantal niet-toetsbare locaties, en tussen haakjes het percentage van het totaal aantal locaties met metingen, staat in de laatste kolom. Rood: toename indexwaarde in 2017 t.o.v. 2016; groen: afname indexwaarde in 2017 t.o.v. 2016; wit: indexwaarde in 2016 en 2017 gelijk; vet: in 2015 en 2016 geen normoverschrijdingen en in 2017 wel.

Rank	Stof	Index 2015	Index 2016	2017				
				Index	# loc. met metingen	# loc. 1-5x norm	# loc. >5x norm	# loc. niet toetsbaar
1	imidacloprid	1,20	1,73	1,36	11	5	2	1 (9%)
2	carbendazim	0,50	0,45	0,73	11	3	1	0 (0%)
3	pyraclostrobin	0,33	0,43	0,73	11	3	1	4 (36%)
4	pendimethalin	0,25	0,25	0,50	4	2	0	0 (0%)
5	esfenvaleraat	3,75	0,91	0,45	11	0	1	10 (91%)
6	pirimifos-methyl	1,00	1,36	0,45	11	0	1	10 (91%)



Figuur 12-2: Overzichtskaart van de monitoringslocaties uit het LM-GBM per 2017 met 96 meetlocaties.

IV Afzetcijfers Nefyto

De afzetcijfers van Nefyto in 2016, per subgroep

Afzet per subgroep herbiciden	Kg actieve stof	per subgroep insecticiden/acariciden	Kg actieve stof	Afzet per subgroep fungiciden	Kg actieve stof
Aminofosfonaten	641.666	overige insecticiden/ acariciden	48.563	dithiocarbamaten	1.998.556
Aniliden/Amiden	317.278	Neonicotinoiden	21.429	Captan en verwante verbindingen	513.782
Fenoxycarbonzuren	270.635	carbamoyl-oximen	20.680	Carbamaten	402.477
Triazinen en Triazinonen	249.254	Biologische preparaten	14.833	Overige fungiciden	289.773
Ureumverbindingen	209.654	carbamaten	10.860	triazoolverbindingen	147.956
Overige herbiciden	205.209	Pyrethroiden	9.455	zwavel	140.473
Carbamaten	173.507	keto-enolen	7.596	Ureumverbindingen	137.223
Difenylothers en Dinitroanilinen	156.645	Acylureumverbindingen	1.671	Morfolineverbindingen	130.591
Thiolcarbamaten	150.002	Organische fosforverbindingen	1.442	Strobilurines	101.529
Dipyridilium- verbindingen	118.421	gechloreerde koolwaterstoffen	0	Benzimidazolen en benzimidazoolleverende verbindingen	96.968
Pyridinecarboxyl- verbindingen	52.499	tinverbindingen	0	fosforverbindingen	66.459
Triketonen	18.390			Aniliden/Amiden	60.273
Quaternaire NH4- verbindingen	18.113			Imidazool + verwante verbindingen	59.705
Benzoëzuur en benzonitrillen	10.611			dicarboximiden	22.649
Sulfonylureum- verbindingen	9.820			Anilinopyrimidinen	21.251
Oxime-derivaten	7.795			nitroverbindingen	14.682
Aryloxyfenoxy- verbindingen	5.703			pyrimidineverbindingen	4.289
Uracilverbindingen	3.473			Biologische preparaten	626
Dinitroalkylfenolen	0				
Anorganische verbindingen	0				
Totaal HERBICIDEN:	2.618.675	Totaal INSECTICIDEN/ACARICIDEN:	136.529	Totaal FUNGICIDEN:	4.209.262

V Resultaten bedrijfsbezoeken per bedrijf.

	Bedrijf 1
1. Welke teelten heeft u op uw bedrijf?	Lelies en tulpen
2. En wat is het doel van elke teelt	Lelies voor de export, tulpen voor 50% voor verkoop (export) en 50% voor de eigen broeierij
3. Wisselen de teelten ook af met andere gewassen ?	Teeltwisseling 1 op 5 of 1 op 6 Lelies, tulpen, wintergraan, suikerbiet, ui, aardappel
4. Welke water gerelateerde activiteiten vinden plaats op uw erf?	<p>Spoelierij/ wasserij: ze hebben een groot gesloten spoelbasin. Het water wordt behandeld met een Cleanlite installatie op basis van UV en peroxide tegen virussen en schimmels. Hierbij worden ook eerst floccmiddelen gebruikt (Aluminiumchloride hydroxide sulfaat).</p> <p>Ze hebben een POP3 subsidieaanvraag gedaan voor het maken van een lekdichte spuitplaats met een phytobak (op basis van stro met microbiologische afbraak en adsorptie van GBM). Het water van de spuitplaats gaat dan door een filter en mag dan weglopen. Afspuiten/ schoonmaken aan de buitenkant van de spuitmachines gebeurt nu op een onverhard stuk grond zodat het water niet de sloot maar de grond in loopt. Inwendig schoonmaken en leegspuiten over het perceel.</p> <p>Koken van de leliebollen (december): bollen worden 2,5 uur op 40°C verhit in een waterbad waarin ook chloor aanwezig is (Brightspark installatie, electrolyse van NaCl)). De bollen worden afgeblazen met een ventilator en dan laten uitlekken.</p> <p>Het water van het koken kan niet worden hergebruikt i.v.m. hoge Na-concentratie. Ze hebben een bassin gegraven waarin het water nu wordt gepompt en dat zakt dan de bodem in. Lelies worden niet ontsmet met GBM voor opslag. In maart/ april worden ze ontsmet met GBM voordat ze geplant worden. Dit gebeurt d.m.v. schuimen. Door het schuimen is er maar weinig restvloeistof en vindt er geen cross-contaminatie plaats van 1 partij naar de volgende. Tulpen bewaar je droog, lelies vochtig (90% LV) en daardoor lekken de lelies meer na het schuimen.</p> <p>Spuiten: eerst een bodemherbicide: linuron en roundup Daarna wekelijks: Maneb, Sumicidin, Rudis.</p>
5. Heeft u daarnaast nog water gerelateerde activiteiten die op een andere locatie plaatsvinden?	Creil: spoelen van de bollen, Espel: sorteren, bewaren en ontsmetten, Wervershoof: broeierij.
6. Welke waterbron gebruikt u voor welke activiteit (regenwater, kraanwater, anders?)	Koken van de bollen: leidingwater, spoelen: oppervlaktewater Teelt (beregenged): grondwater uit meerdere bronnen.
7. Vinden deze activiteiten met een bepaalde regelmaat plaats	December – februari: koken Wekelijks spuiten

8. Kunt u aangeven op welk moment de activiteiten plaatsvinden?	
9. Heeft u op uw erf maatregelen getroffen om erfafspoelwater op te vangen? <ol style="list-style-type: none"> Wat voor maatregelen zijn dat? Bijvoorbeeld aparte spuitplaats, goten, etc.? Wat doet u met dit water? Bijvoorbeeld Opvangen in een buffertank, directe afvoer via het riool, verwerking middels systeem X? 	Fust staat binnen Aanhangers hebben lekgoten Schuimen geeft weinig restwater
10. Gebruikt u gewasbeschermingsmiddelen? <ol style="list-style-type: none"> Welke middelen gebruikt u? Wat zijn de handelsnamen van deze middelen of zijn dit de handelsnamen Gebruikt u deze op uw perceel of op uw erf? Wat doet u met uw verdunde oplossing van gewasbeschermingsmiddelen die u over heeft (restwater)? 	Tulpen en lelie: Captan, Securo, Topsin M, Mirage plus, Mirage Elan, Rudis Alleen lilies: Apollo
11. Gebruikt u ontsmettingsmiddelen? Welke middelen en methode? Wat zijn de handelsnamen	Ontsmetten met chloor d.m.v. electrolyse van NaCl.
12. Heeft u een beeld van het totale volume (erfafspoel)water wat vrij komt, evt. per activiteit?	Schuimen: 20-30L per kist Koken: 1x per week gedurende 10 weken wordt het bad vervangen, 20 m ³ /week (december – februari).
13. Zijn er al eens metingen gedaan op uw bedrijf omtrent erfafspoelwater? Heeft u deze gegevens beschikbaar voor dit project?	SESS (schoon erf schone sloot), gemeten in de sloot, 2016
14. Hergebruikt u water op uw bedrijf, of bent u bereid dat te doen (mits de kwaliteit voldoende is)? <ol style="list-style-type: none"> Wat voor kansen en belemmeringen ziet u? (kosten, volumes, opslag, etc.) Wat voor doel voor hergebruik ziet u? (berekening, waswater, etc.) Wat zijn de belangrijkste kwaliteitseisen voor hergebruik? 	Kookwater niet hergebruiken i.v.m. hoge EC en lage pH Hergebruik spoelwater gebeurt al
15. Er zijn in diverse projecten aanbevelingen gedaan rond de bedrijfsvoering mbt activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen. Bent u	Meegedaan met SSES, al veel maatregelen genomen. Aanvraag voor spuitplaats-subsidie.

hiervan op de hoogte en volgt u deze op? Zoja, welke?	
	Bedrijf 2
1. Welke teelten heeft u op uw bedrijf?	90 ha lelies, 30ha tulpen.
2. En wat is het doel van elke teelt	Bollenverkoop
3. Wisselen de teelten ook af met andere gewassen ?	Ze gebruiken voornamelijk grond wat gehuurd wordt van andere bedrijven. Er is teeltwisseling.
4. Welke water gerelateerde activiteiten vinden plaats op uw erf?	Vullen van de spuiten Ontsmettingsdouche 1 m ³ /min in een (nagenoeg) gesloten ruimte, 10 minuten. De kisten lekken 2 uur uit boven het douchegebied in dezelfde ruimte. Er komt dan weinig vocht meer uit. Daarna lekken ze nog 12 uur uit in de schuur. Na het ontsmetten is er nog 500-600L restvloeistof over. Dit wordt nu uitgereden op het land. Spoelen van de bollen. Water met grond komt in een spoelbasin. Dit is een 300m gesloten systeem, wordt alleen aangevuld, geen afvoer. Bakken staan altijd binnen.
5. Heeft u daarnaast nog water gerelateerde activiteiten die op een andere locatie plaatsvinden?	2 locaties: Locatie 1: planten en oogsten van de bollen, Locatie 2: broeierij 80% vd lelies worden op locatie 1 verwerkt, tulpen op beide locaties.
6. Welke waterbron gebruikt u voor welke activiteit (regenwater, kraanwater, anders?)	Vullen van de spuiten en ontsmetten: kraanwater (5% in locatie 2, de rest in locatie 1) Spoelen: grondwater
7. Vinden deze activiteiten met een bepaalde regelmaat plaats	Oktober: Tulpen ontsmetten 1,5 weken. Maart/ april lelies ontsmetten, 3 weken Oktober – december lelies spoelen, januari lelies plantgoed spoelen Herbicides spuiten (onkruid): eind december/ begin januari eenmalig, wekelijks spuiten tegen ziektes maart - september
8. Kunt u aangeven op welk moment de activiteiten plaatsvinden?	
9. Heeft u op uw erf maatregelen getroffen om erfafspoelwater op te vangen? a. Wat voor maatregelen zijn dat? Bijvoorbeeld aparte spuitplaats, goten, etc.? b. Wat doet u met dit water? Bijvoorbeeld Opvangen in een buffertank , directe afvoer via het riool, verwerking middels systeem X?	Boomsingel of grasland om het hele perceel heen. Spuitmachines worden leeggespoten op het perceel. De spuit wordt schoongemaakt op een klinkerpad met gras ernaast. Alles staat binnen Er is geen afvoer via het riool. Er zijn geen aanhangers met lekgoot.

<p>10. Gebruikt u gewasbeschermingsmiddelen?</p> <p>a. Welke middelen gebruikt u?</p> <p>b. Wat zijn de handelsnamen van deze middelen of zijn dit de handelsnamen</p> <p>c. Gebruikt u deze op uw perceel of op uw erf?</p> <p>d. Wat doet u met uw verdunde oplossing van gewasbeschermingsmiddelen die u over heeft (restwater)?</p>	<p>Per 1000L worden 4 middelen met 1% per middel gebruikt. Securo, Topsim M, Captan, Rudis</p>
<p>11. Gebruikt u ontsmettingsmiddelen? Welke middelen en methode? Wat zijn de handelsnamen</p>	<p>Ontsmetten met GBM</p>
<p>12. Heeft u een beeld van het totale volume (erfspoel)water wat vrij komt, evt. per activiteit?</p>	<p>500-600l water na ontsmetten, 300 m³/uur spoelen maar wordt hergebruikt.</p>
<p>13. Zijn er al eens metingen gedaan op uw bedrijf omtrent erfspoelwater? Heeft u deze gegevens beschikbaar voor dit project?</p>	<p>Geen metingen gedaan</p>
<p>14. Hergebruikt u water op uw bedrijf, of bent u bereid dat te doen (mits de kwaliteit voldoende is)?</p> <p>a. Wat voor kansen en belemmeringen ziet u? (kosten, volumes, opslag, etc.)</p> <p>b. Wat voor doel voor hergebruik ziet u? (berekening, waswater, etc.)</p> <p>c. Wat zijn de belangrijkste kwaliteitseisen voor hergebruik?</p>	<p>Ze hebben interesse in een mobiele installatie voor behandeling van de rest van het ontsmettingswater. Dat willen ze opslaan en in 1x laten behandelen. Belemmering is nu nog dat er geen goedgekeurde installaties zijn. Ze willen het dan hergebruiken in hun spoelbassin. De grond in het bassin wordt nu gekeurd voordat het wordt afgevoerd. Er mag geen residu in zitten.</p> <p>Ze hebben ook interesse in een UV installatie voor het spoelbassin. Het bassin is bijna 1 ha groot en ze pompen rond met 300 m³/uur. Dat moet de installatie wel aankunnen. Ze willen geen chemie op het erf.</p> <p>Ze willen een installatie die het PlamV virus kan afdoden. Chloor doet dat wel maar de effectiviteit neemt in de ogen van deze teler af na een tijdje.</p>
<p>15. Er zijn in diverse projecten aanbevelingen gedaan rond de bedrijfsvoering mbt activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen. Bent u hiervan op de hoogte en volgt u deze op? Zoja, welke?</p>	<p>Boomsingel of grasland om het hele perceel heen. Sproeimachines worden leeggespoten op het perceel. De spuit wordt schoongemaakt op een klinkerpad met gras ernaast. Alles staat binnen. Er is geen afvoer via het riool. Er zijn geen aanhangers met lekgoot.</p>

	Bedrijf 3
<p>1. Welke teelten heeft u op uw bedrijf?</p>	<p>Tulpen, gladiolen en lelies Poot en consumptieaardappelen, 1jaars plantuien, graan</p>
<p>2. En wat is het doel van elke teelt</p>	<p>Bollenverkoop</p>
<p>3. Wisselen de teelten ook af met andere gewassen ?</p>	<p>De gewassen worden geroteerd met andere gewassen en met veeteelt, 1 op 6.</p>
<p>4. Welke water gerelateerde activiteiten vinden plaats op uw erf?</p>	<p>Voor het planten worden de bollen ontsmet in de schuur d.m.v. een douche met beschermingsmiddelen. De houten m³ kisten worden ook nat.</p>

	<p>De kisten lekken uit in de schuur gedurende 0.5dag. Het water komt in een verzamelput. Dit water wordt naar het spoelbassin gepompt. Daarna gaan ze op een wagen met lekgoot naar het land.</p> <p>Land wordt wekelijks gespoten. Eerst alleen onkruidbestrijding. Wanneer het blad boven de grond komt ook tegen ziektes. Sputmachines worden op het erf op een vulplek gevuld.</p> <p>Na het oogsten worden de bollen eerst afgeschud. Een deel van de bollen wordt ook gespoeld. Het water gaat naar het spoelbassin, samen met het water uit de spoelputten. In het bassin bezinken de deeltjes. Op dit moment is er nog geen waterbehandeling. Via een POP3 subsidie willen ze begin 2019 een filter met ozon installatie op het bassin zetten.</p> <p>Wassen gebeurt met 2500m³/dag</p> <p>Overall is middel aanwezig.</p> <p>M3 kisten staan buiten, in de regen.</p> <p>Overall is middel aanwezig.</p>
5. Heeft u daarnaast nog water gerelateerde activiteiten die op een andere locatie plaatsvinden?	<p>Nee</p> <p>De activiteiten met aardappelen vinden in een andere schuur op hetzelfde erf plaat. Soms wel dubbel gebruik van de schuren i.v.m. ruimtegebrek. Het spoelbassin wordt alleen voor de bollen gebruikt, de wasplaats ook voor de aardappelen. Kisten worden wel apart gebruikt.</p>
6. Welke waterbron gebruikt u voor welke activiteit (regenwater, kraanwater, anders?)	<p>Belangrijkste bron: grondwaterputten, anders leidingwater. Ze zijn niet op het riool aangesloten.</p>
7. Vinden deze activiteiten met een bepaalde regelmaat plaats	<p>Tulpen: okt-nov planten en ontsmetten, juni/juli oogsten en spoelen</p> <p>Lelies en gladiolen: maart/april planten en ontsmetten, okt-nov oogsten en spoelen.</p> <p>Sputten: jaarrond</p>
8. Kunt u aangeven op welk moment de activiteiten plaatsvinden?	
9. Heeft u op uw erf maatregelen getroffen om erfafspoelwater op te vangen?	<p>Nog niet. Het water loopt nu via een boomsingel naar de sloot.</p>
10. Gebruikt u gewasbeschermingsmiddelen?	<p>Ontsmetten: tuplen en lelies: Topsin M, Securo, Mirage Elan, Rudis, alleen lelies: Appollo, Admire</p> <p>Aardappelen: diabololo</p> <p>Gebruik op erf.</p> <p>Middelen op perceel:?</p> <p>Restvloeistof van spuitmachines: machine nog een keer vullen met schoonwater en dan leegspuiten over het land.</p> <p>Middelen van ontsmettingsdouche: naar spoelbassin</p>
11. Gebruikt u ontsmettingsmiddelen? Welke middelen en methode? Wat zijn de handelsnamen	<p>Ontsmetten met GBM</p>

12. Heeft u een beeld van het totale volume (erfafspoel)water wat vrij komt, evt. per activiteit?	10.000m ³ water opslaan, 2500m ³ per dag voor het spoelen
13. Zijn er al eens metingen gedaan op uw bedrijf omtrent erfafspoelwater? Heeft u deze gegevens beschikbaar voor dit project?	Ja, i.v.m. SESS. Er is toen gemeten via een opvangbak in de put, voor het de sloot in ging.
14. Hergebruikt u water op uw bedrijf, of bent u bereid dat te doen (mits de kwaliteit voldoende is)? a. Wat voor kansen en belemmeringen ziet u? (kosten, volumes, opslag, etc.) b. Wat voor doel voor hergebruik ziet u? (berekening, waswater, etc.) c. Wat zijn de belangrijkste kwaliteitseisen voor hergebruik?	Alles gaat nu naar het spoelbassin en dat wordt hergebruikt. Er wordt daar alleen water aangevuld, niet afgevoerd. Hergebruik en opslag is geen probleem. Kwaliteitseisen voor hergebruik: kiemgetal schimmels en bacteriën, virusgetal. De hoeveelheid middelen is niet van belang.
15. Er zijn in diverse projecten aanbevelingen gedaan rond de bedrijfsvoering mbt activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen. Bent u hiervan op de hoogte en volgt u deze op? Zoja, welke?	N.a.v. SSES aanhangers met lekgoten aangeschaft. Opvanggoten op het erf zijn er nog niet. Er wordt een waterbehandelingsinstallatie voor het spoelbassin aangeschaft: een lamellaseparator met flocculant-coagulant en ozon installatie. Belangrijkste prestatiekenmerken die gemonitord moeten worden/ van belang zijn voor hergebruik: kiemgetal schimmels en bacteriën, virusgetal Voor lozen: concentratie GBM en chemicaliën.

	Bedrijf 4
1. Welke teelten heeft u op uw bedrijf?	Hyacinten en tulpen, en een klein deel calla en amaryllis
2. En wat is het doel van elke teelt	Het grootste gedeelte is bestemd voor de export
3. Wisselen de teelten ook af met andere gewassen ?	Er vindt teeltwisseling plaats, deels met eigen gewassen, en deels met (ver)huur van land van anderen.
4. Welke water gerelateerde activiteiten vinden plaats op uw erf?	Ontsmetten van de bollen (schuimen), en spoelen van de bollen, vullen van spuitmachines
5. Heeft u daarnaast nog water gerelateerde activiteiten die op een andere locatie plaatsvinden?	nee
6. Welke waterbron gebruikt u voor welke activiteit (regenwater, kraanwater, anders?)	Regenwater van het kasdek (7 m3 opslagcapaciteit). Spoelen gebeurt met oppervlaktewater.
7. Vinden deze activiteiten met een bepaalde regelmaat plaats	1x per jaar, 5 dagen spoelen. 7 hr/dag met 5 m3/uur (totaal ~1000 m3)
8. Kunt u aangeven op welk moment de activiteiten plaatsvinden?	Juli spoelen, ontsmetten 1 sept – 1 december.
9. Heeft u op uw erf maatregelen getroffen om erfafspoelwater op te vangen?	De 'kas' waar het spoelen en ontsmetten plaatsvindt is gescheiden in 2 compartimenten. 1 compartiment waar het vuile water wordt afgevoerd (ontsmetten). Dat wordt in een aparte put (14 m ³) opgevangen en afgevoerd via IBC's. En 1 compartiment voor de

<p>a. Wat voor maatregelen zijn dat? Bijvoorbeeld aparte spuitplaats, goten, etc.?</p> <p>b. Wat doet u met dit water? Bijvoorbeeld Opvangen in een buffertank , directe afvoer via het riool, verwerking middels systeem X?</p>	<p>minder vuile werkzaamheden, dat water wordt naar het spoelbassin gevoerd. Het laden van de bollen gebeurt binnen. Het lossen van de bollen vanaf het land gebeurt buiten. Kisten staan een groot deel van het jaar binnen. Buiten is het erf gesplitst in 2 delen. Deel 1 bevat straatkolken, dat water wordt naar de spoelbassins gevoerd, en ruimte tussen de betonplaten waar het water de grond inzakt. Dat is waar de bollen gelost worden. Het overige deel van het erf vinden geen werkzaamheden plaats met bollen en dat water spoelt af naar het oppervlaktewater.</p>
<p>10. Gebruikt u gewasbeschermingsmiddelen?</p> <p>a. Welke middelen gebruikt u?</p> <p>b. Wat zijn de handelsnamen van deze middelen of zijn dit de handelsnamen</p> <p>c. Gebruikt u deze op uw perceel of op uw erf?</p> <p>d. Wat doet u met uw verdunde oplossing van gewasbeschermingsmiddelen die u over heeft (restwater)?</p>	<p>Securo, captan, Mirage, Topsin M, tulipfoam</p> <p>Dit bedrijf is afgestapt van het gebruik van Mancosep. Van dit middel was veel nodig. Nu er geen Mancosep meer wordt gebruikt, is het mogelijk om Doreda toe te passen. Dit is een biologische bestrijder, een bacterie die de Botrytis schimmel verdringt op het blad.</p>
<p>11. Gebruikt u ontsmettingsmiddelen? Welke middelen en methode? Wat zijn de handelsnamen</p>	<p>Er worden geen ontsmettingsmiddelen gebruikt. Er wordt wel een speciaal verhittingstraject gebruikt om trips te bestrijden</p>
<p>12. Heeft u een beeld van het totale volume (erfspoel)water wat vrij komt, evt. per activiteit?</p>	<p>Bij het schuimen blijft nog $\sim 3 \text{ m}^3$/jaar over.</p>
<p>13. Zijn er al eens metingen gedaan op uw bedrijf omtrent erfspoelwater? Heeft u deze gegevens beschikbaar voor dit project?</p>	
<p>14. Hergebruikt u water op uw bedrijf, of bent u bereid dat te doen (mits de kwaliteit voldoende is)?</p> <p>a. Wat voor kansen en belemmeringen ziet u? (kosten, volumes, opslag, etc.)</p> <p>b. Wat voor doel voor hergebruik ziet u? (berekening, waswater, etc.)</p> <p>c. Wat zijn de belangrijkste kwaliteitseisen voor hergebruik?</p>	<p>Hergebruik spoelwater gebeurt al. De teler staat open voor hergebruik van het water van het schuimen onder voorwaarde dat hergebruik veilig is: geen pathogenen, en geen residuen van de waterbehandeling die het gewas aantasten</p>
<p>15. Er zijn in diverse projecten aanbevelingen gedaan rond de bedrijfsvoering mbt activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen. Bent u hiervan op de hoogte en volgt u deze op? Zoja, welke?</p>	

VI CTGB Toelatingen van gewasbeschermingsmiddelen in Referentiewater

		Mirage Elan	Rudis	Securo	Topsin M Ultra	Captosan 500 SC	Admire	WING P
Sierteeltgewassen	Bloembol- en bloemknolgewassen	x	x	x	x	x	x	x
Sierteeltgewassen	Vaste plantenteelt			x				x
Sierteeltgewassen	Bloemisterijgewassen				x	x	x	x
Sierteeltgewassen	Boomkwekerijgewassen				x	x		x
Sierteeltgewassen	Veredelingsteelt							x
Groenteteelt	Wortel- en knolgewassen		x					x
Groenteteelt	Stengelgroenten		x		x			x
Groenteteelt	Koolgewassen		x					
Groenteteelt	Ui-achtigen		x		x			x
Groenteteelt	Vruchtgroenten				x		x	
Groenteteelt	Overige groentegewassen							x
Akkerbouwgewassen	Aardappelen				x			
Akkerbouwgewassen	Granen				x			x
Akkerbouwgewassen	Maïs							x
Akkerbouwgewassen	Peulvruchten							x
Akkerbouwgewassen	Groenbemesters							x
Akkerbouwgewassen	Oliehoudende zaden							x
Akkerbouwgewassen	Overige akkerbouwgewassen							x
Fruitgewassen	Kleinfruit					x		x
Fruitgewassen	Groot fruit					x		x
Cultuurgrasland	Graszodenteelt							x
Kruidenteelt vers of gedroogd	Medicinale wortelgewassen							x

VII Gegevens metingen telers

De waterstromen van twee telers zijn geanalyseerd op verschillende parameters: nutriënten, microbiologische parameters en gewasbeschermingsmiddelen. Van 1 bedrijf zijn alleen de microbiologische parameters en gewasbeschermingsmiddelen gemeten. De watermonsters zijn steekmonsters. Het is niet bekend hoe representatief deze monsters zijn voor andere bedrijven, noch voor andere momenten in het jaar.

Tabel 12-1: nutriënten, pH en geleidbaarheid van steekmonsters van verdunde waterstromen bij twee bedrijven, december 2018

	bedrijfscode	NO-2018-01	NO-2018-01	NO-2018-01	NO-2018-01	NO-2018-02	gemiddeld
	monsterpunt	bezinkbasin	sorteren	spoelbasin	oppervlaktewater naast spoelbasin	spoelbasin	
T	oC	5,4	15,4	4,6		4,7	7,525
pH	gemeten bij 8,9-11,0 oC bij KWR op 21-12-2018	6,33	6,81	6,52	7,05	7,43	6,828
EC	mS/cm	3,6	4,3	2,4	1,3	3,4	3
pH	gemeten door GAC na > 1 dag	6,3	7	6,1	7,1	7,1	6,72
NH4+	mmol/l	<0,1	0,4	<0,1	0,1	<0,1	0,25
K+	mmol/l	1,5	1	0,8	0,2	1,2	0,94
Na+	mmol/l	24,4	27,6	12,1	5,6	20,1	17,96
Ca2+	mmol/l	3	4,5	4,2	3,3	5,6	4,12
Mg2+	mmol/l	1,6	2,5	1	0,5	1,6	1,44
Si	mmol/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
NO3-	mmol/l	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1
Cl-	mmol/l	27,3	31,8	19,9	6,7	24,8	22,1
SO42-	mmol/l	1,7	3,5	0,3	0,5	0,2	1,24
HCO3-	mmol/l	2,2	1,2	0,4	4,9	6,5	3,04
PO43-	mmol/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fe	µmol/l	79	130	13,2	<0,4	24,1	61,575
Mn	µmol/l	6,5	5,9	8,4	7,7	25,2	10,74
Zn	µmol/l	3,9	7,2	0,4	<0,1	0,1	2,9
B	µmol/l	35	15	5	4	5	12,8
Cu	µmol/l	0,2	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,25
Mo	µmol/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gesuspendeerde stoffen	mg/l	44	340	61	13	120	115,6
BZV	mg/l O ₂	340	270	53	1,5	41	141,1
Chloride	mg/l Cl	1000	1200	720	250	930	820
CZV	mg/l O ₂	1020	810	110	17	240	439,4

Transmissie 1 cm weglengte	%	5,2	17	53	67	11	30,64
UV-extinctie 254 nm	1/m	130	78	27	18	95	69,6

Tabel VII-2: nutriënten, pH en geleidbaarheid van steekmonsters van geconcentreerde waterstromen bij twee bedrijven, december 2018

	bedrijfscode	NO-2018-01	NO-2018-01	NO-2018-02	gemiddeld
	monsterpunt	koken	schuimen	dompelbad tulpen	
T	oC	40	10,2	7,1	19,1
pH	gemeten bij 8,9-11,0 oC bij KWR op 21-12-2018	6,67	5,74	8,09	6,8
EC	mS/cm	13	5,9	0,95	6,6
pH	gemeten door GAC na > 1 dag	6,8	5,1	7,7	6,5
NH ₄ ⁺	mmol/l	<0,1	3	13	8,0
K ⁺	mmol/l	8,8	4	20	10,9
Na ⁺	mmol/l	128	39,8	24,7	64,2
Ca ²⁺	mmol/l	2,1	6,6	9,6	6,1
Mg ²⁺	mmol/l	1,9	2,9	4,2	3,0
Si	mmol/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
NO ₃ ⁻	mmol/l	1,2	0,1	<0,1	0,7
Cl ⁻	mmol/l	124	44,8	56,8	75,2
SO ₄ ²⁻	mmol/l	1,5	5	7,8	4,8
HCO ₃ ⁻	mmol/l	3	<0,1	1,1	2,1
PO ₄ ³⁻	mmol/l	0,2	0,15	0,5	0,3
Fe	µmol/l	1110	213	20,2	447,7
Mn	µmol/l	14	16,1	36,2	22,1
Zn	µmol/l	132	644	14,9	263,6
B	µmol/l	32	27	48	35,7
Cu	µmol/l	11,8	3,9	0,3	5,3
Mo	µmol/l	<0,1	<0,1	0,12	0,1
Gesuspendeerde stoffen	mg/l	71	141	16000	5404,0
BZV	mg/l O ₂	1800	5480	1240	2840,0
Chloride	mg/l Cl	4800	1700	2100	2866,7
CZV	mg/l O ₂	3680	12000	30200	15293,3
Transmissie 1 cm weglengte	%	0,05	0,05	0,05	0,1
UV-extinctie 254 nm	1/m	1200	1000	4300	2166,7

VIII Schoon erf schone sloot

Binnen het project schoon erf schone sloot in het gebied van HHNK zijn in 2016 en 2017 bij 9 bedrijven monsternames gedaan van meerdere waterstromen per bedrijf. Deze waterstromen zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen.

In Tabel VIII-I is een overzicht van de hoogst gevonden concentratie van een waterstroom op het bedrijf, en de norm voor oppervlaktewater.

Tabel VIII-I: Hoogst gevonden concentratie van actieve stof in waterstromen bij bedrijven die deelnamen aan 'Schoon Erf, Schone Sloot' in het gebied van HHNK in 2016 en 2017

			Norm oppervlakte water	A	B	c	d	e	f	g	h	i
Middel	Actieve stof											
Mirage Elan	prochloraz	ug/l	1,3	160	42	85	3,5	180	53	14	210	320
Rudis	Prothioconazool	ug/l										
Securo	folpet	ug/l										
Securo	Pyraclostrobine	ug/l	0,023	140	45	46	18	230	46	320	150	390
Topsin M	thiofanaat-methyl	ug/l	0,56	4300	360	130	90	2700	240	11000	2100	2300
Actellic	Pirimiphos-methyl	ug/l	0,0005	4,9	0,27	1,7	10	0,88	2,5	55	5,1	5,9
Admire	imidacloprid	ug/l	0,0083	19	16	6,1	2,3	78	1,2	0,25	26	5,8
Afbraak product van thiofanaat-methyl	carbendazim	ug/l	0,6	480	470	240	30	810	340	540	430	1500
Collis	kresoxim-methyl	ug/l	0,63	0,7	5,8	<0,1	0,015	68	1,6	<1	1,3	13
stomp	pendimethalin	ug/l	0,018	<1	0,4		0,044	0,2	1,1	0,46	0,13	0,8
afbraakproduct captan	Tetrahydroftaalimide	ug/l	161	1400	140	430	8,1	750	470	2200	1800	870
sumicidin	esfenvaleraat	ug/l	0,0001	<0,25	0,007	0,063	0,04	<0,025	0,008	0,26	270	0,055
Collis	boscalid	ug/l	0,55	1,2	38	0,3	0,44	240	8,2	2,3	11	35
afbraakproduct folpet (Securo, Mirage Plus, Phatom, Spirit)	phthalimide	ug/l	16,5	75	0,39	0,16	1,5	1,1	0,61	1,4	1,4	1,7

In 2016 en 2017 zijn ook metingen gedaan in het gebied van waterschap Zuiderzeeland in het kader van het project 'Schoon Erf, Schone Sloot'. Ook hierbij werden de volgende gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen: Pirimifos-methyl, Carbendazim, Imidacloprid, Prochloraz, Pyraclostrobine, Thiofanaat-methyl.

In 2012 is een pilot erfemissies van bloembollen- bedrijven in Noord-Holland (Breezand) gedaan waarbij in het oppervlaktewater is gemeten. Hierbij zijn gemeten: carbendazim, pirimifos methyl, imidacloprid.

IX presentatie pakket van maatregelen emissiereductie open teelt

Bij het overleg open teelt is er op 7 mei 2020 een presentatie gegeven met onderstaande slides.



KWR

Bridging Science to Practice

Beleidsmatige vragen

- Waterschap wil reductie van emissies naar het oppervlaktewatersysteem;
- Wil telers stimuleren om emissies aan te pakken;
- (Koploper)telers willen maatregelen treffen, maar willen ook **zekerheid en duidelijkheid** dat investeringen ook goed genoeg zijn!

Dus:

1. Wanneer is het goed (genoeg)?
2. Hoe de (koploper) telers voldoende zekerheid en duidelijkheid te geven?
3. Hoe stimuleer je de niet-koplopers?

KWR

Beleidsvraag referentiewater

KWR

Status geven aan de samenstelling van het referentiewater

Hoe:

Inbedden in beleid?

Herijking in tijd?

Wat hebben jullie van ons nodig?

17

Conclusie technologie

KWR

Testen op referentiewater

- Meerdere technologieën beschikbaar voor reductie >90% van geselecteerde stoffen;
- Optimalisatie en praktijktoepassing (in prep.)

Beleidsmatige vraag:

Wat is goed genoeg? (90%, normen oppervlaktewater, normen grondwater)

21



Hoe beleidsmatig verder? Vragen

Zekerheid en duidelijkheid aan de sector?

Stimuleren Niet-koplopers?

Duidelijkheid aan waterschappen (praktijk)

Duidelijkheid bieden aan technologiebedrijven

KWR