



# Verkenkend onderzoek naar de afbraak van in de glastuinbouw toegelaten gewasbeschermingsmiddelen in Standaard Water met geavanceerde oxidatie

J.P.M. van Ruijven en B. Eveleens

Rapport WPR-1324



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---

## Referaat

Na herziening van het Standaard Water in 2021 waarbij een aantal werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen in het Standaard Water zijn vervangen, is na een eerste test met een zuiveringstechniek, en ook na herhaling van het onderzoek, gebleken dat één van de nieuwe stoffen uit het Standaard Water minder goed afbreekt. Daarom is een aanvullend verkennend onderzoek uitgevoerd naar de afbreekbaarheid van alle in de glastuinbouw toegelaten werkzame stoffen, door geavanceerde oxidatie ( $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{UV}$ ). Als referentie zijn drie werkzame stoffen uit Standaard Water in de tests meegenomen. Een aantal stoffen blijkt met deze techniek minder goed af te breken, met een zuiveringsrendement <95%.

## Abstract

After a revision of Standardised Water in 2021 when a couple of active components of crop protection agents in Standardised Water were replaced, after a first test with purification equipment and a follow-up test it showed that one of the new components from Standardised Water did not break down as good as the other components. Therefore, an additional test is executed to the degradability of all allowed substances in greenhouse horticulture, by advanced oxidation ( $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{UV}$ ). Three active components from Standardised Water have been used in the test as a reference. A number of active substances shows to be less degradable with this technology, with a purification efficacy of <95%.

## Rapportgegevens

Rapport WPR-1324

Projectnummer: 3742337400

DOI: 10.18174/659782

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

## Disclaimer

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research).

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

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

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

## Adresgegevens

### Wageningen University & Research

#### Business unit Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 - 48 56 06

F +31 (0)10 - 522 51 93

[glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)

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

---

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Materiaal en Methode</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Conclusies</b>	<b>13</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>Samenstelling Standaard Water</b>	<b>14</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Werkzame stoffen glastuinbouw</b>	<b>16</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Samenstelling batches</b>	<b>19</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Concentraties werkzame stoffen</b>	<b>21</b>
	<b>Referenties</b>	<b>24</b>

---

---

# 1 Inleiding

In 2021 heeft een herziening van het Standaard Water plaatsgevonden. Hierbij zijn 5 gewasbeschermingsmiddelen die inmiddels niet meer toegelaten zijn vervangen door 5 andere gewasbeschermingsmiddelen en is Standaard Water Versie 3.0 samengesteld. De samenstelling van het Standaard Water is vastgelegd in het 'Meetprotocol voor het testen van het zuiveringsrendement van zuiveringsinstallaties glastuinbouw', versie 4 maart 2021. In een hierop volgend onderzoek met deze nieuwe samenstelling van het Standaard Water, ten behoeve van een goedkeuring door de BZG voor een installatie gebaseerd op geavanceerde oxidatie ( $\text{H}_2\text{O}_2$  + UV), kwam naar voren dat één van de nieuw toegevoegde werkzame stoffen (flonicamid) veel minder goed wordt afgebroken dan de andere stoffen ( $\pm 40\%$ ). Dit roept de vraag op of er meer stoffen in het middelenpakket van toegelaten werkzame stoffen voor de glastuinbouw zijn, die door een goedgekeurde zuiveringstechniek minder goed worden verwijderd.

Doel van het uitgevoerde verkennende onderzoek was dan ook:

Voor een van de meest gebruikte zuiveringstechniek ( $\text{H}_2\text{O}_2$  + UV) van 1 toeleverancier vaststellen welke van de in de glastuinbouw toegelaten werkzame stoffen minder goed worden verwijderd en in welke mate.

---

## 2 Materiaal en Methode

Als basis voor het onderzoek wordt het recept van Standaard Water (zie Bijlage 1) gebruikt, zonder werkzame stoffen. Aan dit water worden drie werkzame stoffen toegevoegd die ook in Standaard Water versie 2.0 aanwezig waren, als referentie voor een goede werking van de techniek. Hiervoor zijn methoxyfenozide, boscalid en kresoxim-methyl gekozen, omdat deze stoffen stabiel zijn terug te vinden in het water en uit eerder onderzoek is gebleken dat er weinig effect is van natriumsulfiet. Als er meer gewasbeschermingsmiddelen aan hetzelfde water worden toegevoegd, wordt het naar verwachting moeilijker een goed zuiveringsrendement te halen dan in een BZG-beoordelingstoets. Daarom moet een vergelijkbaar aantal middelen als in Standaard Water aan het water worden toegevoegd.

In principe zijn alle werkzame stoffen die zijn toegelaten in de glastuinbouw (Bijlage 2) meegenomen in dit onderzoek, een deel is uitgesloten vanwege:

- Bacteriepreparaat;
- Elicitor/plantversterker/groeiregulator;
- Werkzame stof in Standaard Water en daarmee afdoende getest;
- Zeer korte halfwaardetijd in water (<1 uur);
- Verlies van toelating voor glastuinbouwdoeleinden binnen een jaar.

Hierdoor blijft een selectie van 66 werkzame stoffen over. Twee van deze stoffen (metaldehyde en metamitron) zijn niet analyseerbaar door het onderzoekslab, vier werkzame stoffen zijn niet (op tijd) geleverd door de toelatingshouders (chlorantraniliprole, cyantraniliprole, clofentezin en pyriproxyfen). Hierdoor blijven er uiteindelijk 60 werkzame stoffen<sup>1</sup> over voor deelname aan het onderzoek.

Er is daarom gewerkt met zes batches Standaard Water, waaraan 10-11 te testen stoffen zijn toegevoegd, in een concentratie van in principe 10 µg/L. In Bijlage 3 is de verdeling van de werkzame stoffen over de zes batches weergegeven, met daarbij de gewenste concentraties. In principe is de gewenste concentratie voor alle werkzame stoffen 10 µg/L, maar een aantal stoffen heeft bij het onderzoekslaboratorium een hogere detectiegrens. Voor deze werkzame stoffen is de gewenste concentratie hoger gemaakt.

De gewasbeschermingsmiddelen zijn afgemeten voor een hoeveelheid Standaard Water van 10 m<sup>3</sup>, om de nauwkeurigheid te verbeteren en toegevoegd aan 1 L water (stock). Per batch is 2 m<sup>3</sup> Standaard Water klaargezet. Nadat de pH op de juiste waarde is gebracht (5.5), is voor iedere werkzame stof 200 mL uit de stock gehaald en toegevoegd. Na een uur mengtijd (zie ook meetprotocol) is gestart met het uitvoeren van de zuiveringstest. De zuiveringsinstallatie is opgestart en na 15 min opwarmen en doorspoelen van de installatie is gestart met de monsternamemoment (t=0), volgens het schema in Tabel 1. Voor ieder monsternamemoment is 2 L water verzameld (influent uit voorraadtank, effluent uit kraantje na UV-lampen) en verdeeld over 2 flessen voor aparte analyse in het laboratorium (A en B). In totaal zijn op deze manier 4 samples van het influent en 6 samples van het effluent verzameld. Direct na bemonstering zal aan zowel de monsters van het onbehandelde als de monsters van het behandelde water natriumsulfiet worden toegevoegd, conform het meetprotocol.

Voor het uitvoeren van de test is gebruik gemaakt van een installatie op basis van H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + UV. De leverancier heeft de installatie geplaatst en gecontroleerd op de locatie van Wageningen University & Research (WUR) in Bleiswijk en heeft onderzoekers van WUR getraind in het gebruik van de installatie.

---

<sup>1</sup> flonicamid, cyprodinil en fludioxonil zijn per abuis niet meegenomen in het onderzoek

---

**Tabel 1.** *Overzicht van monsternamemomenten en benamingen van de monsters (X = batchnummer)*

<b>Tijdstip</b>	<b>Water</b>	
t = 0	Influent	X.1A + X.1B
t = 0	Effluent	X.2A + X.2B
t = 15 min	Effluent	X.3A + X.3B
t = 30 min	Influent	X.4A + X.4B
t = 30 min	Effluent	X.5A + X.5B



### 3 Resultaten

In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de gemeten samenstelling van het Standaard Water in de verschillende batches. Er is te zien dat natrium en chloride afwijken buiten de marges van het Standaard Water. Natriumchloride is gebruikt om de EC van het Standaard Water op de juiste waarde te krijgen, de EC is in iedere batch goed binnen de marges. Deze stoffen hebben op het zuiveringsrendement van de installatie geen enkele invloed. IJzer wordt ook in iets te lage concentratie teruggevonden, maar de concentratie zit tegen de ondergrens aan. Het is niet de verwachting dat dit van invloed is geweest op het zuiveringsrendement.

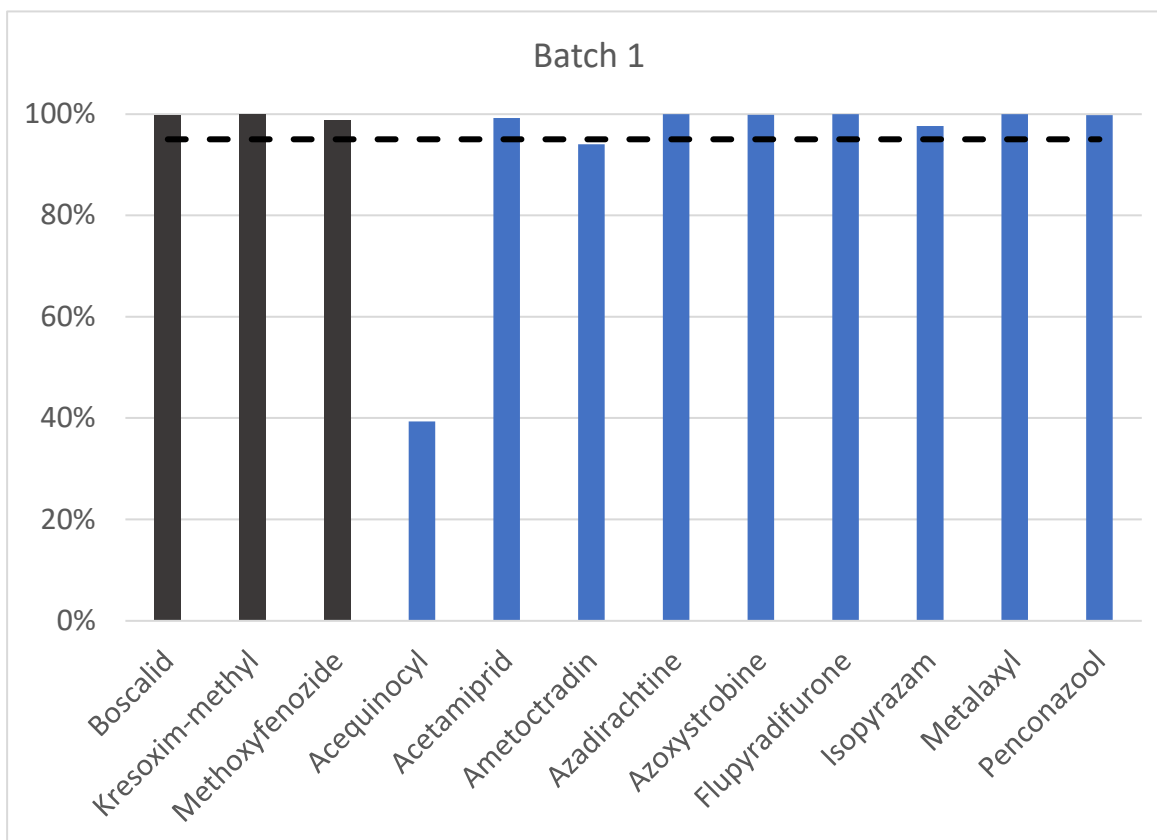
**Tabel 2.** Overzicht van de gewenste (minimum en maximum) en gerealiseerde samenstelling van het Standaard Water in de verschillende batches. Cijfers in rood wijken af van de gewenste waarden.

	Minimum	Maximum	Batch 1	Batch 2	Batch 3	Batch 4	Batch 5	Batch 6
EC (mS/cm)	2.5	3.5	3	3	2.9	2.8	2.9	2.9
pH	5	6	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.7
NH <sub>4</sub> (mmol/l)	0.1	0.5	0.4	0.1	0.2	<0.1	0.1	0.1
K (mmol)	5	8	5.2	5.1	5.2	5.2	5.3	5.2
Na (mmol)	4	8	2.5	3.9	2.9	2.6	2.5	3.6
Ca (mmol)	5	8	6.5	6.7	7	6.7	6.8	6.7
Mg (mmol)	2.5	4.5	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2
NO <sub>3</sub> (mmol)	13	21	13.9	13.7	14.1	13.9	14.3	13.8
Cl (mmol)	4	8	2.4	3.9	2.8	2.5	2.5	3.6
SO <sub>4</sub> (mmol)	3.5	6.5	5.3	5.2	5.4	5.3	5.4	5.3
HCO <sub>3</sub> (mmol)	0.1	1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.1
P (mmol)	0.5	1.5	0.61	0.61	0.63	0.61	0.63	0.63
Fe (μmol)	30	45	29	28	29	28	29	29
Mn (μmol)	15	25	18	18	19	18	19	18
Zn (μmol)	3	10	6	5.9	5.8	5.6	5.7	5.4
B (μmol)	35	65	50	48	50	47	48	50
Cu (μmol)	0.5	3.5	1.8	1.8	1.9	1.8	1.7	1.9
Mo (μmol)	0.5	1.5	1	0.8	1	0.6	0.7	0.7
UV-T (%)	20	30	26	31	26	26	25	26
TOC (mg C/L)	7.5	15	11	9.1	9.7	15	11	10

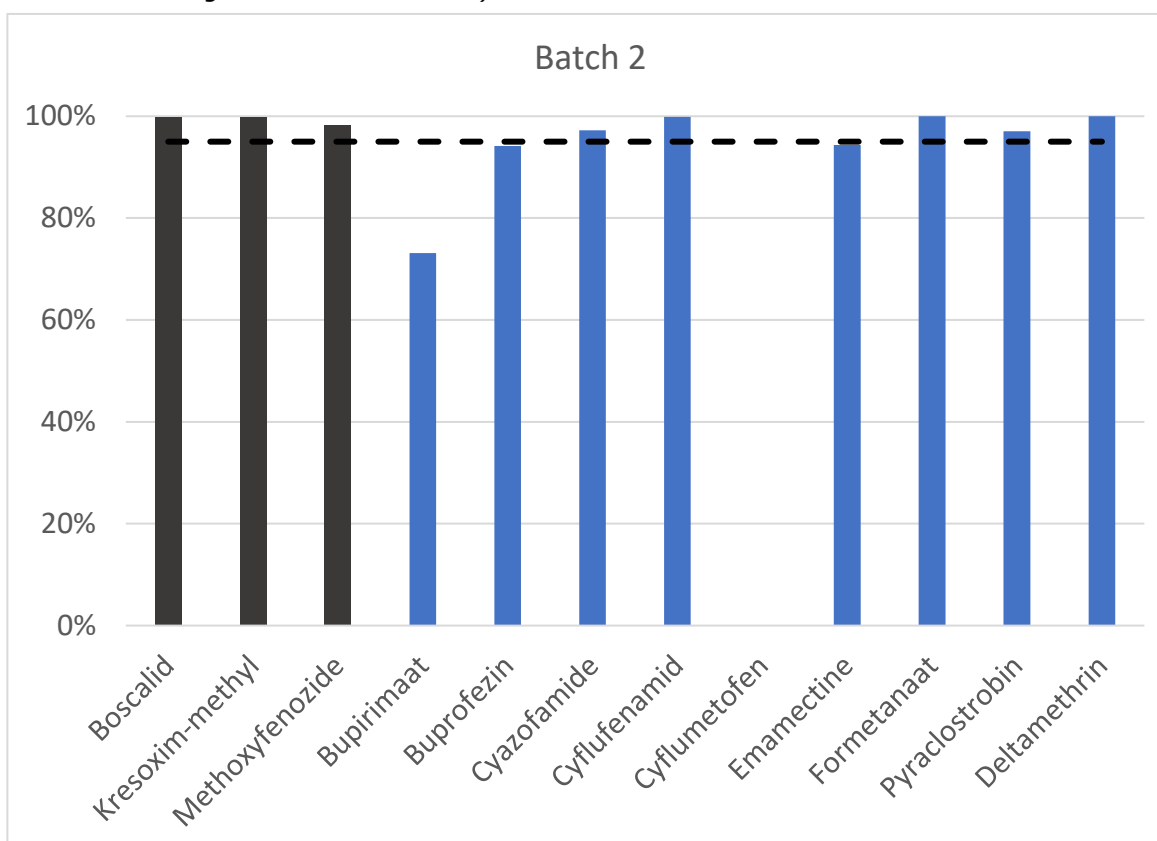
In Figuur 1 zijn de zuiveringsrendementen te zien van Batch 1. De drie referentiestoffen (boscalid, kresoxim-methyl en methoxyfenozide) worden in vergelijkbare mate afgebroken als tijdens de BZG-test met deze installatie (>95%). Van de stoffen in batch 1 blijft alleen acequinocyl achter bij het gewenste zuiveringsrendement (39%). De analyseresultaten voor deze stof zien er niet stabiel uit (zie Bijlage 4; resultaten zijn dubbel gecheckt door het laboratorium), mogelijk doordat de stof niet goed oplosbaar is in water. De resultaten lijken wel aan te geven dat de stof relatief moeilijk afbreekbaar is door deze techniek. Ametoctradin blijft met 94% net iets onder het 95% zuiveringsrendement.

De zuiveringsrendementen van Batch 2 zijn weergegeven in Figuur 2. De drie referentiestoffen worden in vergelijkbare mate afgebroken als tijdens de BZG-test met deze installatie (>95%). Bupirimaat haalt niet het zuiveringsrendement van 95%, maar blijft rond de 73% hangen. Hierbij moet worden aangetekend dat concentraties van de monsters 2.5A en 2.5B van het effluent hoger zijn dan de overige effluentmonsters (zie Bijlage 4; resultaten zijn dubbel gecheckt door het laboratorium). Maar ook zonder die uitschieters wordt het 95% zuiveringsrendement niet gehaald. Voor cyflumetofen is geen zuiveringsrendement te berekenen, omdat zowel in het influent als in het effluent niets wordt teruggevonden. De ervaring van het laboratorium leert dat deze werkzame stof zeer snel afbreekt, ook in de analytische standaard. Over deze stof kan dus geen conclusie worden getrokken. De stoffen buprofezin en emamectin liggen met 94% een fractie onder de gewenste 95%.

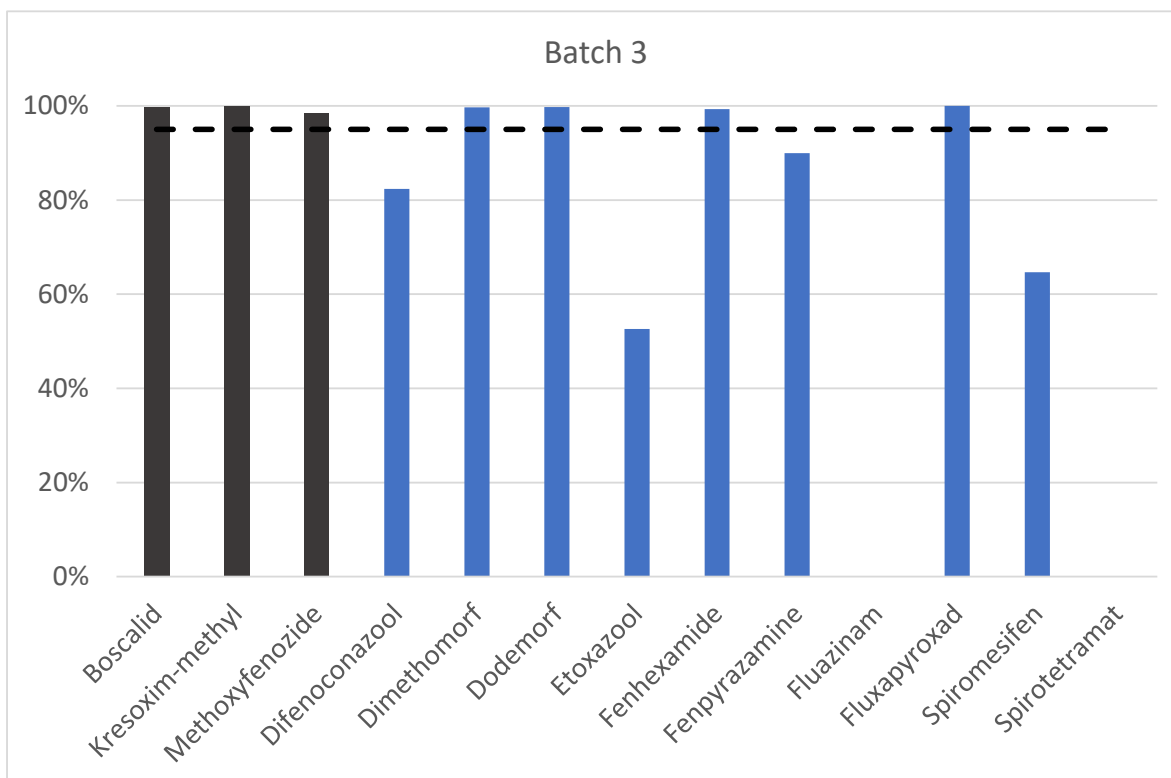




**Figuur 1.** Zuiveringsrendement van de werkzame stoffen in Batch 1 (de stippellijn is het vereiste zuiveringsrendement van 95%)



**Figuur 2.** Zuiveringsrendement van de werkzame stoffen in Batch 2 (de stippellijn is het vereiste zuiveringsrendement van 95%)

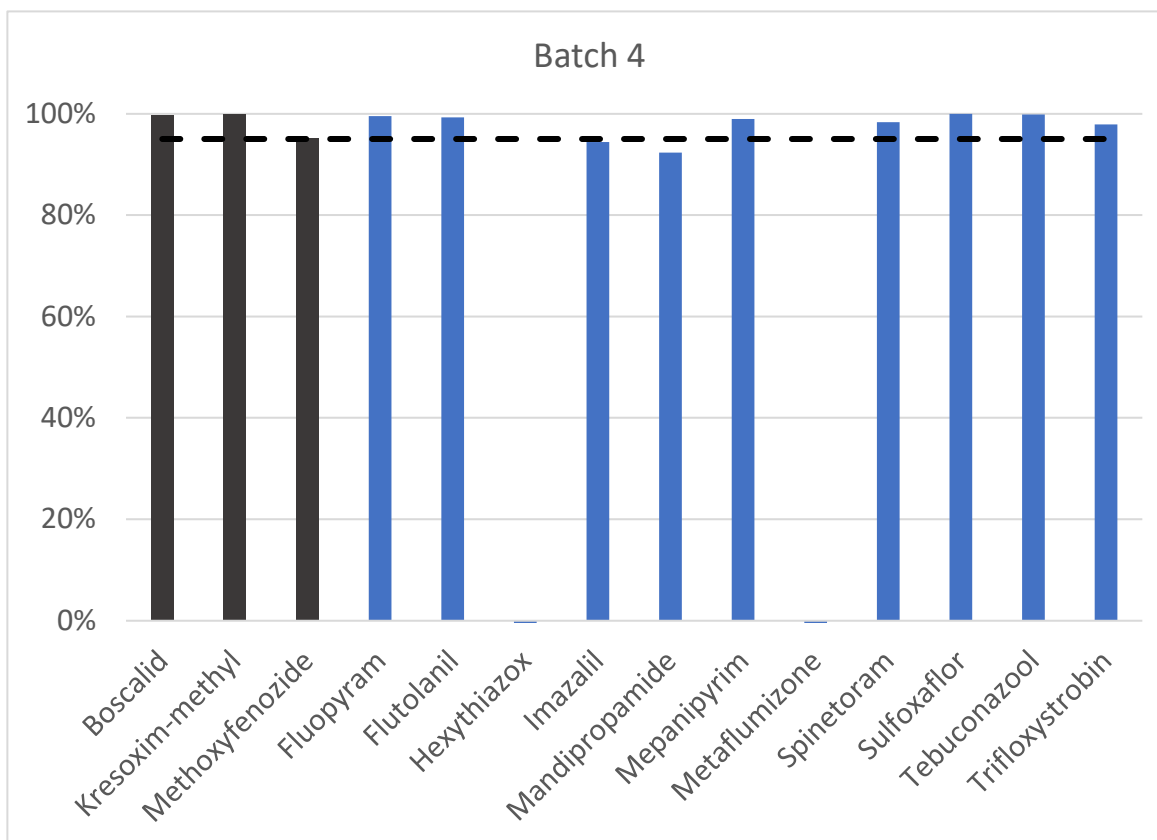


**Figuur 3.** Zuiveringsrendement van de werkzame stoffen in Batch 3 (de stippellijn is het vereiste zuiveringsrendement van 95%)

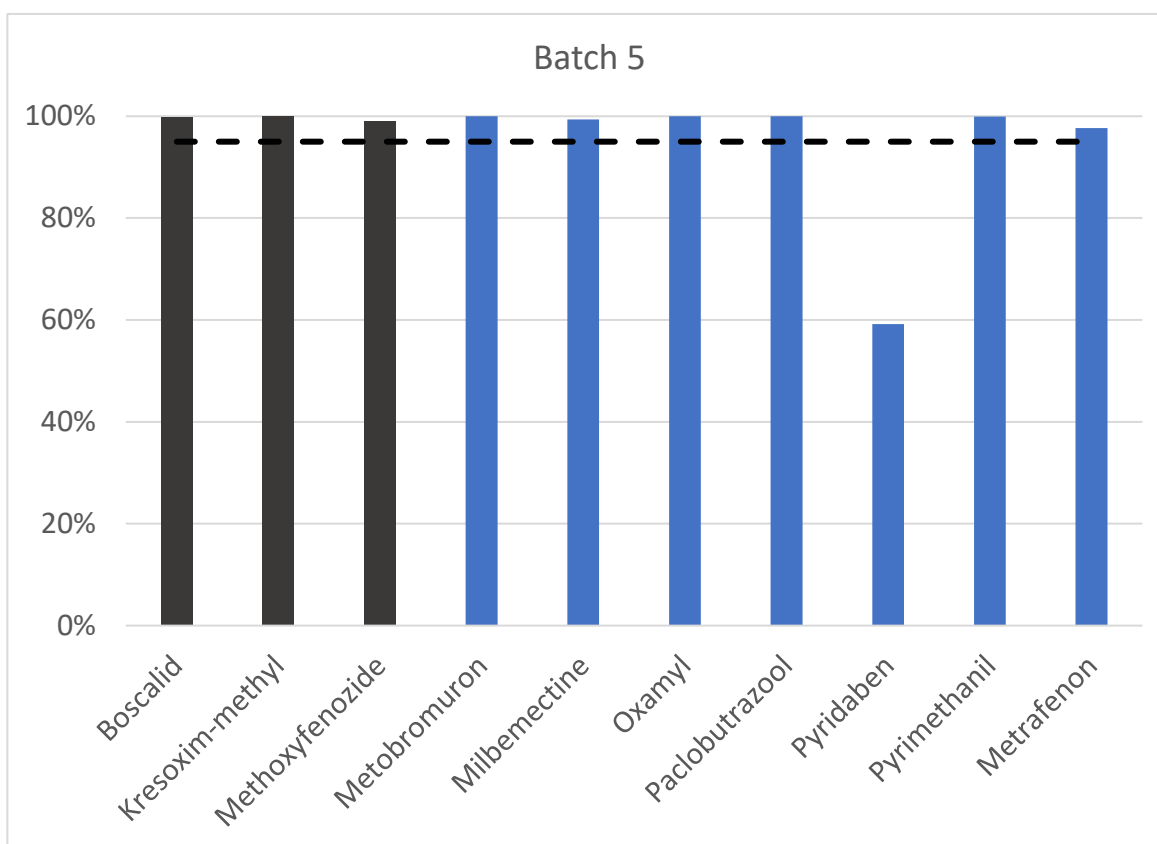
Het zuiveringsrendement van de werkzame stoffen in Batch 3 is weergegeven in Figuur 4. De drie referentiestoffen worden in vergelijkbare mate afgebroken als tijdens de BZG-test met deze installatie (>95%).

Fenpyrazamine (90%), Difenconazole (80%), etoxazole (50%) en spiromesifen (60%) worden niet voldoende afgebroken door de installatie. Deze stoffen worden echter ook in het influent in een te lage concentratie of nauwelijks teruggevonden (zie Bijlage 4 voor de ruwe analyse). Fluazinam en spirotetramat worden in het influent helemaal niet teruggevonden. Mogelijk speelt de toevoeging van natriumsulfiet voor al deze stoffen een rol, maar dit is niet onderzocht. Fluazinam is ook niet goed oplosbaar in water. Spirotetramat-enol (afbraakproduct) wordt wel in lage concentraties teruggevonden in het effluent (0.02 – 0.03 µg/L). De overige stoffen worden goed teruggevonden in het influent en worden goed verwijderd door de zuiveringsinstallatie.

In Figuur 4 worden de zuiveringsrendementen weergegeven van de werkzame stoffen in Batch 4. De referentiestoffen worden wederom voldoende afgebroken (>95%). Hexythiazox lijkt niet te worden afgebroken door de zuiveringsinstallatie, de concentraties in het influent en effluent zijn (stabiel) nagenoeg gelijk (maar wel lager dan gewenst). Voor metaflumizone zijn de concentraties in het influent niet stabiel, maar door het lab wordt hier geen oorzaak voor gevonden. In het effluent zijn de concentraties wel stabiel. Het lijkt erop dat de stof moeilijk afbreekbaar is. Imazalil en mandipropamid blijven net onder het gewenste zuiveringsrendement van 95%. Bij imazalil ligt de influentconcentratie ver onder de gewenste concentratie (natriumsulfiet?). De overige stoffen worden voldoende teruggevonden in het influent en geven een zuiveringsrendement rond de 95%. Spinetoram heeft een zuiveringsrendement van >95%, maar influent concentratie is lager dan gewenst (natriumsulfiet?).



**Figuur 4.** Zuiveringsrendement van de werkzame stoffen in Batch 4 (de stippellijn is het vereiste zuiveringsrendement van 95%)

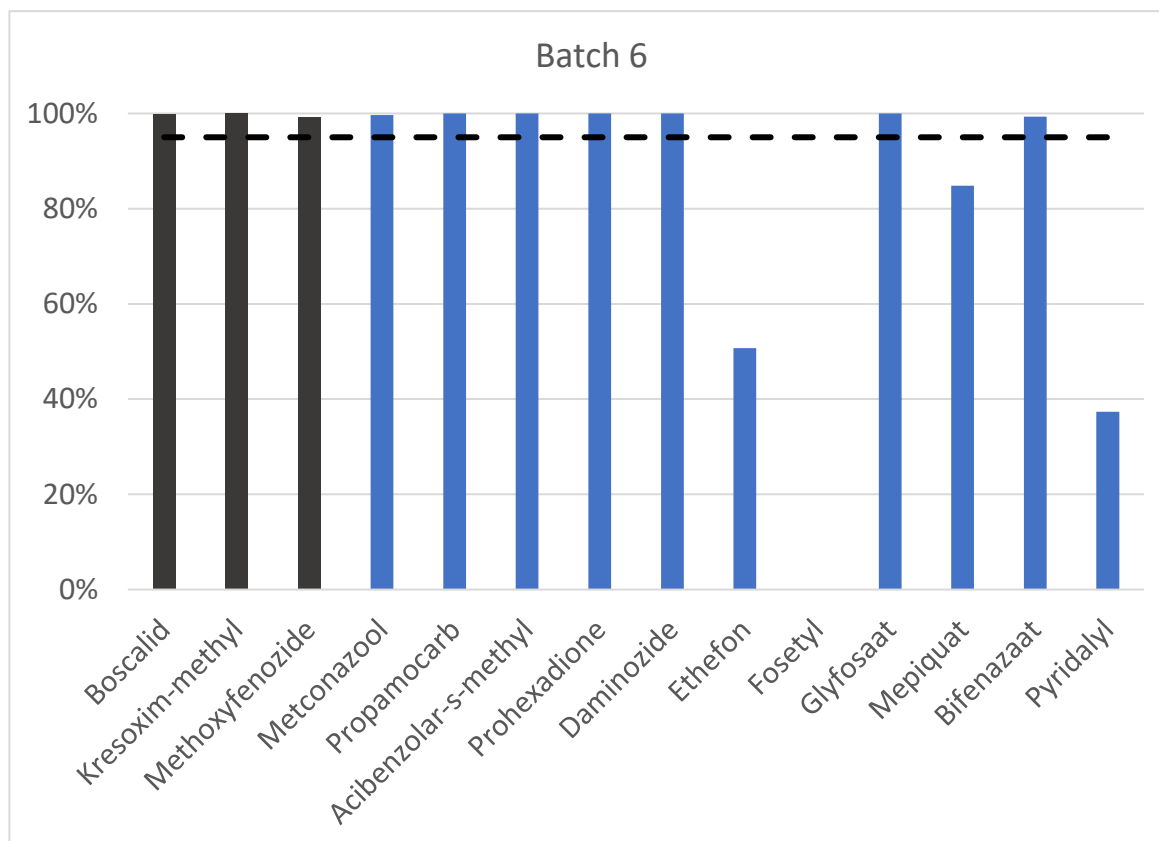


**Figuur 5.** Zuiveringsrendement van de werkzame stoffen in Batch 5 (de stippellijn is het vereiste zuiveringsrendement van 95%)

De zuiveringsrendementen van de werkzame stoffen uit Batch 5 worden weergegeven in Figuur 5. De referentiestoffen worden voldoende afgebroken (>95%), de zuiveringsinstallatie heeft dus naar

behoren gewerkt. Pyridaben heeft een zuiveringsrendement van 60% en blijft daarmee dus duidelijk achter bij het gewenste zuiveringsrendement.

In de zesde batch zijn de moeilijker te analyseren stoffen bij elkaar genomen. De zuiveringsrendementen zijn weergegeven in Figuur 6. De referentiestoffen worden op een goede manier verwijderd uit het Standaard Water (>95%). Ethefon wordt voldoende teruggevonden in het influent, maar wordt slechts met 50% rendement uit het water verwijderd. Fosetyl zit zowel in het influent als het effluent onder de detectiegrens van het lab (50 µg/L), hier kan dus geen zuiveringsrendement over berekend worden. Het zuiveringsrendement van mepiquat blijft achter bij het gewenste zuiveringsrendement (85%). Van glyfosaat wordt een afbraakproduct (AMPA) teruggevonden in een concentratie van ongeveer 1.5 µg/L. Pyridalyl wordt in het influent in een concentratie van ongeveer 0.05 µg/L teruggevonden, waardoor het berekende zuiveringsrendement 40%) niet heel nauwkeurig is.



**Figuur 6.** Zuiveringsrendement van de werkzame stoffen in Batch 6 (de stippellijn is het vereiste zuiveringsrendement van 95%)

## 4 Conclusies

Met een goedgekeurde installatie van de BZG-lijst is onderzocht in welke mate toegelaten werkzame stoffen in de glastuinbouw afgebroken worden bij behandeling van deze stoffen in Standaard Water met BZG-instellingen. De 57 werkzame stoffen zijn verdeeld over zes batches Standaard Water, met daarbij drie referentiestoffen (methoxyfenozide, boscalid en kresoxim-methyl). De referentiestoffen werden in alle batches met een zuiveringsrendement van >95% afgebroken. Dit geeft aan dat de installatie goed heeft gewerkt. In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de stoffen die niet goed verwijderd zijn door zuiveringsinstallatie, het gaat om 10 van de 57 onderzochte stoffen.

Van een aantal stoffen is de concentratie in het influent lager dan de gewenste concentratie. De oorzaak hiervan is niet duidelijk en dit is ook niet verder uitgezocht. Mogelijk speelt het toevoegen van natriumsulfiet aan de watermonsters daarbij een rol. Omdat natriumsulfiet zowel aan de influent als effluent monsters is toegevoegd, is het niet direct de verwachting dat dit van invloed is geweest op de afbraak van de stoffen (Van Ruijven et al., 2021). Het verdient aanbeveling bij mogelijk volgend onderzoek het effect van natriumsulfiet op de stoffen nader te bekijken.

**Tabel 3.** *Overzicht van stoffen die niet goed zijn afgebroken door de zuiveringsinstallatie*

Werkzame stof	Zuiveringsrendement	Opmerking
acequinocyl	39%	Instabiele metingen, slecht oplosbare stof
bupirimaat	73%	
difenoconazool	82%	
ethefon	51%	
etoxazool	53%	
hexythiazox	0%	
mepiquatchloride	85%	
metaflumizone	0%	Conc. in influent niet stabiel, wel in effluent
pyridaben	60%	
spiromesifen	65%	

In Tabel 4 is een overzicht te zien van de stoffen waarbij om verschillende redenen geen zuiveringsrendement te berekenen was.

**Tabel 4.** *Overzicht van stoffen die niet goed terug te meten waren in water*

Werkzame stof	Opmerking
cyflumetofen	Niets in influent en effluent teruggevonden
fenpyrazamine	Nauwelijks in influent teruggevonden (0.03 µg/L)
fluazinam	Niets in influent en effluent teruggevonden
fosethyl	Influent en effluent onder detectiegrens
pyridalyl	Nauwelijks in influent teruggevonden (0.05 µg/L)
spirotramat	Niets in influent en effluent teruggevonden

## Standaard Water voor toetsing zuiveringstechnologie voor de glastuinbouw

Versie 2: geldend vanaf 1 Januari 2016

Het is noodzakelijk zuiveringstechnieken op een objectieve manier te toetsen op effectiviteit in de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen uit glastuinbouw lozingswater met water dat representatief is voor de glastuinbouw. Hiervoor is het in dit document beschreven Standaard Water ontwikkeld. Dit water wordt gebruikt om op een gestandaardiseerde en reproduceerbare manier technologieën te beoordelen en heeft daarom een vastgestelde samenstelling. Het water dient als standaard voor lozingswater uit zowel substraat- als grondgebonden teelten en bevat nutriënten en sporenelementen, organische en minerale vervuiling en gewasbeschermingsmiddelen. Dit zorgt voor een realistische worst-case samenstelling van het water, waarmee het effect van variaties in het drainwater uit de verschillende teelten op de werking van de technieken zoveel mogelijk wordt meegenomen. In praktijksituaties kunnen lagere concentraties vervuilingen voorkomen. Onderstaand is de samenstelling van dit Standaard Water beschreven. Het Standaard Water is ontwikkeld in overleg met Unie van Waterschappen, Nefyto, Ministerie van Infrastructuur & Milieu en LTO Glaskracht Nederland.

### Kwaliteit basiswater

Het water dat gebruikt wordt om het Standaard Water te maken mag geen hogere EC hebben dan 0.2 mS/cm. Door de wisselende samenstelling vallen leidingwater en oppervlaktewater af als mogelijke bron voor het maken van Standaard Water. Regenwater, water behandeld met omgekeerde osmose ( $EC < 0.2$  mS/cm) en demiwater kunnen gebruikt worden. De EC-waarde dient gemeten te worden en samen met de bron van het water vermeld te worden in de rapportage.

### Nutriënten en sporenelementen

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de nutriënten en sporenelementen met bijbehorende concentraties in het Standaard Water. Het streefcijfer is de waarde waarop gedoseerd moet worden, de grenswaarden geven aan binnen welke kaders de concentraties moeten vallen om van het water Standaard Water te maken. Houd hierbij rekening met de elementen die in het bronwater voorkomen.

**Tabel 1.** Samenstelling Standaard Water wat betreft nutriënten en sporenelementen.

Bepaling	Eenheid	Streefcijfer	Grenswaarden
EC	mS/cm	3.0	2.5 – 3.5
pH		5.5	5 – 6
NH <sub>4</sub>	mmol/L	0.5	0.1 – 0.5
K	mmol/L	7.0	5 – 8
Na	mmol/L	6.0	4 – 8
Ca	mmol/L	8.0	5 – 8
Mg	mmol/L	3.5	2.5 – 4.5
NO <sub>3</sub>	mmol/L	17.0	13 – 21
Cl	mmol/L	6.0	4 – 8
SO <sub>4</sub>	mmol/L	6.0	3.5 – 6.5
HCO <sub>3</sub>	mmol/L	1.0	0.1 – 1.0
P (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	mmol/L	0.7	0.5 – 1.5
Fe (DTPA)	μmol/L	37.5	30 – 45
Mn	μmol/L	20.0	15 – 25
Zn	μmol/L	5.0	3 – 10
B	μmol/L	50.0	35 – 65
Cu	μmol/L	2.0	0.5 – 3.5
Mo	μmol/L	1.0	0.5 – 1.5

Er zit vrij veel natrium in de oplossing omdat dit in veel gevallen een reden voor lozen is. Ook sulfaat en fosfaat zijn betrekkelijk hoog (realistic worst case), omdat met zuiveren mogelijk

neerslag van calcium met sulfaat of fosfaat kan ontstaan. Het ijzergehalte is op het niveau van de bloementeel, ongeveer 2x hoger dan in de groenteteelt. De pH van het Standaard Water is tussen de 5 en 6, omdat dit de meest gangbare pH is en er continu op deze waarde wordt gestuurd.

### Vervuilingen

Het is bekend dat zuiveringsinstallaties verschillend gevoelig zijn voor vervuilingen. Problemen hierbij zijn dat levende organische vervuilingen als algen, bacteriën en schimmels niet in standaard hoeveelheden in de tijd voorkomen of te bewaren zijn. Groei en activiteit van deze organische koolstofbron hangt af van teveel slecht beheersbare factoren als temperatuur, minerale voeding, aard van de aangeboden organische voeding en een in de tijd veranderende samenstelling van de micropopulaties. Het is daarom niet zinvol algen, bacteriën en schimmels aan het Standaard Water toe te voegen als organische vervuiling. Biologische afbraakproducten (oa. van deze organismen, maar ook van wortels e.d.) zijn beter controleerbaar en te standaardiseren, daarom worden fulvo- en humuszuren toegevoegd. Een maat voor organische vervuiling in het water is de TOC (total organic carbon, de hoeveelheid organisch gebonden koolstof). Een typische waarde voor tuinbouwwater is een TOC van 15 mg/L, maar de waarden fluctueren en kunnen oplopen tot 100 mg/L (Berckmoes, 2011). Voor het Standaard Water wordt uitgegaan van een TOC van 10 mg/L; deze organische vervuiling bestaat uit fulvo- en humuszuren. Daarnaast wordt een minerale verontreiniging in de vorm van witte illiet klei toegevoegd.

**Tabel 2.** Samenstelling Standaard Water wat betreft verontreinigingen; TOC 10 mg/L.

Vervuiling	Gekozen product	Concentratie	Vorm
Mineraal	illiet	6 mg/L	gedroogd poeder
Organisch	Fulvo- en humuszuren (leonardiet)	10 mg/L	gedroogd granulaat



## Bijlage 2 Werkzame stoffen glastuinbouw

In onderstaande tabel een overzicht van de in de glastuinbouw toegelaten werkzame stoffen. Werkzame stoffen in groen zaten in Standaard Water Versie 2.0 en zijn derhalve afdoende getest en hoeven niet meer te worden meegenomen in het huidige onderzoek. De werkzame stoffen in rood zijn geen chemisch gewasbeschermingsmiddel. De stoffen in roze zijn elicitors of plantversterkers. De stoffen in paars hebben een te korte halfwaardetijd (<1 uur), of hebben een bijna verlopen toelating zonder uitzicht op een nieuwe aanvraag en zullen dus binnenkort verlopen.

Werkzame stof	Opmerking		
abamectine		Ampelomyces quisqualis stam AQ 10	
esfenvaleraat		Aureobasidium pullulans DSM 14940	
pirimicarb		Bacillus amyloliquefaciens	
spinosad		Bacillus amyloliquefaciens (voorheen subtilis) str. QST 713	
tolclofos-methyl		Bacillus amyloliquefaciens stam FZb 24	
azoxystrobin		Bacillus amyloliquefaciens subsp. plantarum D747	
boscalid	referentie	Bacillus pumilus QST 2808	
kresoxim-methyl	referentie	Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki SA-11	
methoxyfenozide	referentie	Bacillus thuringiensis subsp. aizawai	
acetamiprid		Bacillus thuringiensis subsp. israelensis	
flupyradifuron		Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	
metalaxyl-M		Beauveria bassiana ATCC74040	
penconazool		maltodextrine	
acequinocyl		Beauveria bassiana PPRI 5339	
acibenzolar-S-methyl		Beauveria bassiana stam GHA	
ametoctradin		Coniothyrium minitans stam CON/M/91-8	
azadirachtin		gliocladium catenulatum stam J1446	
bifenazaat		ijzer(III)fosfaat	
bupirimaat		Isaria fumosorosea Apopka stam 97 (voorheen Paecilomyces fumosoroseus)	
buprofezin		kalium waterstofcarbonaat	
chloormequatchloride		Knoflook extract	
chlorantraniliprole	niet geleverd	koolzaadolie	
clofentezin	niet geleverd	Lecanicillium muscarium stam Ve6	
Cyantraniliprole	niet geleverd	Metarhizium anisopliae stam F52	
cyazofamide		Mild Pepino Mosaic Virus isolate VC1	

cyflufenamid		natriumzilverthiosulfaat	
cyflumetofen		Paecilomyces fumosoroseus stam FE9901	
cyprodinil		Pepino mosaic virus, stam CH2, isolaat 1906	
daminozide		Pythium oligandrum stam M1	
deltamethrin		Sinaasappelolie	
difenoconazool		S-metolachloor	
dimethomorf		Streptomyces K61 (voorheen S. griseoviridis)	
dodemorfacetaat		T. asperellum stam T34	
emamectin benzoaat		Trichoderma asperellum ICC012	
ethefon		Trichoderma atroviride strain I-1237	
etoxazool		Trichoderma atroviride strain SC1	
fenhexamide		Trichoderma harzianum Rifai stam T-22	
Fenpyrazamine		vetzuren, kaliumzouten	
flonicamid		zwavel	
fluazinam		Aureobasidium pullulans DSM 14941	
fludioxonil		strain MBI 600	
fluopyram		thymol	
flutolanil		Mild Pepino Mosaic Virus isolate VX1	
fluxapyroxad		Cerevisane	
formetanaat		Trichoderma gamsii ICC080	
fosethyl		(E,Z)-3,8-Tetradecadien-1-yl acetate	
glyfosaat		6-benzyladenine	
hexythiazox		benzoezuur	
imazalil		COS-OGA	
isopyrazam		ethyleen	
mandipropamid		geraniol	
mepaniprim		gibberellinezuur	
mepiquatchloride		indolylboterzuur	
metaflumizone		pyrethrinen	
metaldehyde		Terpenoid blend QRD 460	
metamitron		laminarin	
metconazool		(E,Z,Z)-3,8,11-Tetradecatrien-1-yl acetate	
metobromuron		fenpropidin	Geen toelating onder glas
metrafenon		lambda-cyhalothrin	Geen toelating onder glas
milbemectin		etridiazool	Geen toelating meer
oxamyl		captan	Breekt snel af
paclobutrazol		folpet	Breekt snel af
prohexadion-calcium		indoxacarb	Geen toelating meer
propamocarb		pencycuron	Geen toelating meer
pyraclostrobine		prochloraz	Geen toelating meer
pyridaben			

---

pyridalyl			
pyrimethanil			
pyriproxyfen	niet geleverd		
Spinetoram			
spiromesifen			
spirotetramat			
Sulfoxaflor			
tebuconazool			
trifloxystrobin			

## Bijlage 3 Samenstelling batches

### Batch 1

Werkzame stof	Gewenste concentratie (µg/L)
methoxyfenozone	10
boscalid/kresoxim-methyl	10/5
azoxystrobin + isopyrazam	10
acetamiprid	10
flupyradifuron	10
penconazool	10
metalaxyl-M	10
acequinocyl	10
ametoctradin	10
azadirachtin	10
clofentezin	10

### Batch 2

Werkzame stof	Gewenste concentratie (µg/L)
methoxyfenozone	10
boscalid/kresoxim-methyl	10/5
bupirimaat	10
buprofezin	10
formetanaat	10
cyazofamide	10
cyflufenamid	10
cyflumetofen	10
emamectin benzoaat	10
deltamethrin	10
pyraclostrobine	10

### Batch 3

Werkzame stof	Gewenste concentratie (µg/L)
methoxyfenozone	10
boscalid/kresoxim-methyl	10/5
fluxapyroxad	10
difenoconazool	10
dimethomorf	10
dodemorfacetaat	10
spiromesifen	10
spirotetramat	10
etoxazool	10
fenhexamide	10
fenpyrazamine	10
fluazinam	10

### Batch 4

Werkzame stof	Gewenste concentratie (µg/L)
methoxyfenozone	10
boscalid/kresoxim-methyl	10/5
fluopyram/trifloxystrobin	10/10
flutolanil	10

sulfoxaflor	10
tebuconazool	10
hexythiazox	10
imazalil	10
mandipropamid	10
mepanipirim	10
metaflumizone	10
spinetoram	10

#### Batch 5

Werkzame stof	Gewenste concentratie (µg/L)
methoxyfenozide	10
boscalid/kresoxim-methyl	10/5
metobromuron	10
metrafenon	10
milbemectin	10
oxamyl	10
paclobutrazol	10
pyridaben	10
pyrimethanil	10

#### Batch 6

Werkzame stof	Gewenste concentratie (µg/L)
methoxyfenozide	10
boscalid/kresoxim-methyl	10/5
metamitron	10
acibenzolar-S-methyl	10
pyridalyl	10
propamocarb/fosethyl	100/50
metconazool/mepiquatchloride	10/100
ethefon	100
glyfosaat	10
daminozide	10
prohexadion-calcium	50
bifenazaat	10

## Bijlage 4 Concentraties werkzame stoffen

De concentraties werkzame stoffen zijn per batch weergegeven in onderstaande tabellen (µg/L). Een concentratie van 0.0001 µg/L betekent dat de werkzame stof niet boven de rapportagegrens (0.01 µg/L) van de stof is waargenomen. A en B zijn steeds duplo's, gemaakt door twee liter sample te verdelen over twee monsterflessen. In = Influent; Eff = Effluent.

### Batch 1

Werkzame stof	Streef waarde	1.1A	1.1B	1.4A	1.4B	1.2A	1.2B	1.3A	1.3B	1.5A	1.5B	Rendement (%)
		In	In	In	In	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	
boscalid	10	9.4	9.4	9.8	10	0.026	0.026	0.022	0.018	0.02	0.034	99.7
kresoxim-methyl	5	2.8	3	2.4	3.4	0.012	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	99.9
methoxyfenozide	10	11	10.4	10.2	10.4	0.16	0.17	0.1	0.11	0.092	0.15	98.8
acequinocyl	10	1.6	1.9	0.8	2	1.5	0.79	0.34	0.65	0.75	1.7	39.4
acetamiprid	10	10.8	10.2	10.4	10.8	0.08	0.082	0.074	0.07	0.086	0.084	99.2
ametocradin	10	8.6	9	8.6	9.2	0.59	0.65	0.5	0.45	0.45	0.54	94.0
azadirachtin	10	2	1.2	1.4	2.6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
azoxystrobin	10	10.8	10.8	9.8	11.2	0.014	0.02	0.0001	0.012	0.0001	0.05	99.8
flupyradifuron	10	9.6	9.2	9.4	9.4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
isopyrazam	10	8.4	8.6	8.4	8.8	0.22	0.25	0.19	0.16	0.15	0.24	97.6
metalaxyl-M	10	8.8	8.4	8.6	8.2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
penconazool	10	9.8	10.6	9.4	9.6	0.02	0.02	0.018	0.022	0.022	0.03	99.8

### Batch 2

Werkzame stof	Streef waarde	2.1 A	2.1 B	2.4 A	2.4 B	2.2A	2.2B	2.3A	2.3B	2.5A	2.5B	Rendement (%)
		In	In	In	In	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	
boscalid	10	10.6	9.8	9.6	9.2	0.022	0.024	0.024	0.022	0.022	0.018	99.8
kresoxim-methyl	5	3.8	3.8	3.8	3.8	0.016	0.012	0.016	0.0001	0.014	0.0001	99.7
methoxyfenozide	10	10.4	10.8	10.4	10.4	0.22	0.22	0.18	0.17	0.14	0.14	98.3
bupirimaat	10	2	2.2	2.8	3.6	0.28	0.25	0.69	0.25	1.8	1	73.1
buprofezin	10	8.2	8	8.6	8.4	0.49	0.56	0.51	0.42	0.48	0.45	94.2
cyazofamide	10	11	11.6	11.4	11.2	0.38	0.39	0.33	0.32	0.23	0.23	97.2
cyflufenamid	10	10.8	11.4	10.8	11	0.014	0.014	0.014	0.012	0.016	0.016	99.9
cyflumetofen	10	0.0001	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0
emamectin	10	3.5	3.3	3.9	3.6	0.22	0.20	0.21	0.17	0.22	0.19	94.4
formetanaat	10	0.48	0.4	0.35	0.47	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
pyraclostrobine	10	9.8	9.8	10.6	9.6	0.46	0.4	0.28	0.27	0.19	0.17	97.0
deltamethrin	10	0.26	0.28	0.33	0.31	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0

### Batch 3

Werkzame stof	Streef waarde	3.1A	3.1B	3.4A	3.4B	3.2A	3.2B	3.3A	3.3B	3.5A	3.5B	Rendement (%)
		In	In	In	In	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	
boscalid	10	9.8	10.2	9.8	10	0.026	0.028	0.03	0.036	0.022	0.026	99.7
kresoxim-methyl	5	4	4	4.2	4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0

methoxyfenozide	10	10	10.4	10.8	10.8	0.2	0.18	0.15	0.13	0.14	0.16	98.5
difenoconazool	10	1.8	1.8	1.8	2	0.32	0.26	0.41	0.26	0.36	0.35	82.3
dimethomorf	10	9	9.7	9.5	9.3	0.032	0.036	0.03	0.026	0.02	0.016	99.7
dodemorf	10	10.1	10.6	10.2	10.2	0.025	0.022	0.027	0.026	0.028	0.029	99.7
etoxazool	10	2.6	2.6	2.6	2.6	1.4	1.2	1.2	1.4	0.99	1.2	52.6
fenhexamide	10	110	115	109	101	1	1	0.66	0.57	0.73	0.68	99.3
fenpyrazamine	10	0.04	0.04	0.0001	0.016	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.014	89.9
fluazinam	10	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0
fluxapyroxad	10	9.6	10	9.2	9.2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
spiromesifen	10	1.2	1	1	1.1	0.38	0.38	0.38	0.35	0.41	0.38	64.7
spirotetramat	10	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0

#### Batch 4

Werkzame stof	Streef waarde	4.1A	4.1B	4.4A	4.4B	4.2A	4.2B	4.3A	4.3B	4.5A	4.5B	Rendement (%)
		In	In	In	In	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	
boscalid	10	8.6	8.8	9	9	0.036	0.034	0.026	0.034	0.032	0.026	99.6
kresoxim-methyl	5	3.6	3.8	3.4	3.6	0.0001	0.012	0.012	0.0001	0.0001	0.0001	99.9
methoxyfenozide	10	10.4	10.4	9.8	10	0.57	0.53	0.52	0.45	0.43	0.39	95.3
fluopyram	10	8.2	10.8	9.6	9	0.04	0.036	0.042	0.034	0.048	0.05	99.6
flutolanil	10	12.2	12	11.4	11.2	0.12	0.11	0.084	0.08	0.07	0.058	99.3
hexythiazox	10	3.2	3.8	4.6	3.4	3.4	3.6	3.8	4.4	4.2	3.8	0.0
imazalil	10	0.58	0.76	0.41	0.51	0.026	0.024	0.034	0.03	0.04	0.036	94.4
mandipropamid	10	6.8	7	6.2	6.8	0.49	0.48	0.56	0.46	0.59	0.49	92.4
mepanipyrim	10	6.6	6	5.4	5.6	0.076	0.068	0.07	0.052	0.056	0.046	099.0
metaflumizone	10	1.2	0.36	3.4	0.18	1.2	1.4	2.2	2.8	2.8	2.8	0.0
spinetoram	10	1.9	1.77	2.235	2.035	0.034	0.032	0.034	0.026	0.033	0.036	98.4
sulfoxaflor	10	9.6	10	9.8	9.4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
tebuconazool	10	84	92.2	84.2	90.2	0.12	0.14	0.15	0.11	0.17	0.17	99.8
trifloxystrobin	10	6.8	6.4	6.8	6.6	0.14	0.16	0.16	0.11	0.15	0.12	97.9

#### Batch 5

Werkzame stof	Streef waarde	5.1A	5.1B	5.4A	5.4B	5.2A	5.2B	5.3A	5.3B	5.5A	5.5B	Rendement (%)
		In	In	In	In	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	
boscalid	10	9.8	9.4	9	10.2	0.026	0.02	0.016	0.016	0.018	0.02	99.8
kresoxim-methyl	5	4	4	3.8	4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
methoxyfenozide	10	10.6	10.4	10.8	10.8	0.14	0.098	0.09	0.088	0.078	0.098	99.1
metobromuron	10	10.8	10.4	10.4	10	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
milbemectin	10	2.05	1.61	1.72	1.9	0.012	0.012	0.0001	0.016	0.014	0.014	99.4
oxamyl	10	6.4	5.4	6	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
paclobutrazol	10	8	8	9.4	8.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
pyridaben	10	3.2	3	3	3	1.4	1.5	0.87	1.1	1.2	1.4	59.2
pyrimethanil	10	11.2	10.6	10.6	9.8	0.014	0.012	0.0001	0.012	0.012	0.012	99.9
metrafenon	10	8.5	7.2	8.1	8.6	0.25	0.2	0.15	0.16	0.21	0.16	97.7



**Batch 6**

Werkzame stof	Streef waarde	6.1A	6.1B	6.4A	6.4B	6.2A	6.2B	6.3A	6.3B	6.5A	6.5B	Rendement (%)
		In	In	In	In	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	Eff	
boscalid	10	9.4	9.2	9.2	9.4	0.014	0.022	0.02	0.014	0.014	0.014	99.8
kresoxim-methyl	5	3.6	3.8	3.8	4.2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
methoxyfenozide	10	10	10.2	10.2	9.2	0.06	0.082	0.076	0.072	0.038	0.046	99.4
metconazool	10	12	13.2	14.2	11.4	0.036	0.04	0.036	0.04	0.04	0.04	99.7
propamocarb	100	99	101	99	93.2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
acibenzolar-S-methyl	10	3.3	4	4.2	3.2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
prohexadion-calcium	50	39	34	43	42	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
daminozide	10	6	4.2	5.8	5.1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
ethefon	100	277	264	264	287	139	140	137	136	139	116	50.7
fosethyl	50	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	n.v.t.
glyfosaat	10	5.4	5.1	6.9	7.4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	100.0
mepiquatchloride	100	57.1	60.1	60.7	62.4	8.7	8.8	9.3	9.4	9.8	8.6	84.9
bifenazaat	10	1.4	1.5	1.8	1.4	0.011	0.011	0.009	0.011	0.011	0.009	99.3
pyridalyl	10	0.061	0.054	0.044	0.058	0.054	0.021	0.044	0.026	0.028	0.031	37.3
metamitron	10	Niet analyseerbaar door lab										n.v.t.

---

# Referenties

Van Ruijven, J.P.M., Van der Salm, C., Eveleens, B., 2021. Effect dosering natriumsulfiet op analyse gewasbeschermingsmiddelen in Standaard Water. Rapport WPR-833.



---

Correspondentieadres voor dit rapport:

Postbus 20

2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1

2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

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

Rapport WPR-1324

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

---