



Veilig en effectief AR glas reinigen

Silke Hemming, Bram van Breugel, Bas Briaire, Vida Mohammadkhani,
Khanh Pham en Marta Stremenska

Rapport WPR-1171

Referaat

Moderne energiezuinige kassen worden op grote schaal gebouwd met glas met anti-reflectie coatings of oppervlaktebehandelingen om zo meer zonlicht in de kas te krijgen en daarmee meer zonne-energie. Dit draagt bij aan de besparing van fossiele brandstoffen en meer licht voor een hogere productie. Onzekerheid in hoe een nieuwe kas de opvolgende 10 jaar na de bouw zal presteren zal leiden tot terughoudendheid bij het investeren in onder andere energiebesparende maatregelen en vernieuwing in het algemeen. Door deze onzekerheid weg te nemen zal de sector met meer vertrouwen kunnen investeren in moderne energiezuinige kassen. Immers als het glas verkeerd wordt schoongemaakt en een deel van de lichttransmissie verloren gaat heeft dit direct gevolgen voor de productie. Het project laat zien welke reinigingsmiddelen veilig zijn voor AR glazen en welke effectief zijn tegen vervuiling door typisch op kassen voorkomend chemisch vuil of microbiologisch vuil.

Abstract

Modern energy-efficient greenhouses are built on a large scale with glass with anti-reflection treatments to get more sunlight into the greenhouse and thus more solar energy to save fossil fuels and more sunlight for more production. Uncertainty in how a new greenhouse will perform in the next 10 years after construction will lead to reluctance to invest in energy-saving measures and innovation in general. By removing this uncertainty, the sector will be able to invest more confidently in modern energy-efficient greenhouses. After all, if the glass is cleaned incorrectly and part of the light transmission is lost, this has direct consequences for production. The project shows which cleaning agents are safe for AR glasses and which are effective against contamination by chemical or microbiological dirt typically found on greenhouses.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1171

Projectnummer: 3742314300

DOI: <https://doi.org/10.18174/579968>

Thema: Kasklimaat en energie

Dit project/onderzoek is mede tot stand gekomen in het kader van programma Kas als Energiebron, het innovatie- en actieprogramma van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Glastuinbouw Nederland en mede gefinancierd door Stichting Kennis in je Kas.

Wij bedanken Kees van Veen (Agrocare), Richard Schenkeveld (Schenkeveld Tomaten) en Luc Beirincx (Den Berk Délice) voor hun intensieve begeleiding van het project.

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.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

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

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

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	9
1.1	Achtergrond	9
1.2	Doelstellingen	9
1.2.1	Technische doelstellingen	9
1.2.2	Energie doelstellingen	10
1.2.3	Neven doelstellingen	10
1.3	Inpassing onderzoek	10
2	Materialen en methodes	11
2.1	Glas	11
2.2	Reinigingsmiddelen	13
2.3	Reinigingsmethodes	14
2.3.1	Testopstellingen reiniging buitenkant (borstelen)	14
2.3.2	Testopstellingen reiniging binnenkant (hagedruk)	15
2.4	Standaardvuil	18
2.4.1	Chemisch vuil	18
2.4.2	Microbiologisch vuil	20
2.5	Testprotocollen	20
2.5.1	Veilig reinigen	20
2.5.2	Effectief reinigen chemisch vuil	23
2.5.3	Effectief reinigen microbiologisch vuil	24
3	Resultaten	27
3.1	Veilig reinigen	27
3.2	Effectief reinigen chemisch vuil	29
3.3	Effectief reinigen van microbiologisch vuil	34
3.4	Synthese resultaten	38
4	Conclusies en aanbevelingen	45
4.1	Veilig reinigen	45
4.2	Effectief reinigen chemisch vuil	45
4.3	Effectief reinigen microbiologisch vuil	46
5	Literatuur	47
	Bijlage A Vooronderzoek	49
	Bijlage B Milieueffecten	59

Samenvatting

Moderne energiezuinige kassen worden op grote schaal gebouwd met glas met anti-reflectie coatings of oppervlaktebehandelingen om zo meer zonlicht in de kas te krijgen en daarmee meer zonne-energie. Dit draagt bij aan de besparing van fossiele brandstoffen en meer licht voor een hogere productie. Onzekerheid in hoe een nieuwe kas de opvolgende 10 jaar na de bouw zal presteren zal leiden tot terughoudendheid bij het investeren in onder andere energiebesparende maatregelen en vernieuwing in het algemeen. Door deze onzekerheid weg te nemen zal de sector met meer vertrouwen kunnen investeren in moderne energiezuinige kassen. Immers als het glas verkeerd wordt schoongemaakt en een deel van de lichttransmissie verloren gaat heeft dit direct gevolgen voor de productie. Dit project laat zien welke reinigingsmiddelen veilig zijn voor AR glazen en welke effectief zijn tegen vervuiling door typisch op kassen voorkomend chemisch vuil of microbiologisch vuil.

In de eerste fase **“veilig reinigen”** (§3.1) is gekeken met welke reinigingsmiddelen AR glas veilig kan worden schoongemaakt zonder aantasting van de AR werking. Daarvoor is een gestandaardiseerde test ontwikkeld om met een borstel machine aan de buitenkant of een hogedrukreiniger aan de binnenkant de jaarlijkse reiniging van het kasdek te simuleren. In samenwerking met machinebouwers zijn er gestandaardiseerde proefopstellingen gemaakt van een zowel een borstel machine (§2.3.1) als een hogedrukreiniger (§2.3.2), zoals deze ook in commerciële kassen zouden worden gebruikt. Er is een gestandaardiseerd proefprotocol uitgewerkt (§2.5.1) en er zijn testen uitgevoerd en 10 keer herhaald zodat de resultaten een levensduur van ca. 10 jaar van de kas weergeven. In deze fase zijn 10 verschillende reinigingsmiddelen getest plus demiwater als referentie en verschillende AR glazen van 4 glasleveranciers plus een referentieglas zonder AR (§2.1). Om vast te stellen of een middel en methode veilig zijn wordt het verschil in hemisferische lichttransmissie vóór en na de reiniging als lichtverlies gemeten. Als de lichtverlies waardes voor alle glazen binnen de meettolerantie van +/-0,5% vallen, kan het middel in combinatie met de reinigingsmethode als veilig worden beschouwd.

In de tweede fase **“effectief reinigen”** is gekeken met welke reinigingsmiddelen AR glas effectief kan worden schoongemaakt na vervuiling met standard chemisch vuil (§3.2) en na vervuiling met standard microbiologisch vuil (§4.3, §3.3). Beide soorten vuilen komen voor op kasdekken in de praktijk (Bijlage A). Hiervoor is dezelfde gestandaardiseerde testopstelling gebruikt als in de eerste fase om met een borstel machine aan de buitenkant of een hogedrukreiniger aan de binnenkant de jaarlijkse reiniging van het kasdek te simuleren. Er is standaard chemisch vuil (§2.4.1) en standaard microbiologisch vuil (§2.4.2) gedefinieerd, er zijn bijhorende gestandaardiseerde proefprotocollen uitgewerkt (§2.5.2, §2.5.3) en zijn testen uitgevoerd. In deze fase zijn 6 verschillende reinigingsmiddelen (§2.2) getest plus demiwater als referentie en verschillende types AR glazen (LH, HH) van 4 glasleveranciers (1 t/m 4) (§2.1). Om vast te stellen of het chemisch vuil effectief is verwijderd werden metingen van de hemisferische lichttransmissie vóór en ná het reinigen uitgevoerd. Als de lichtverlies waardes voor glazen binnen de meettolerantie van +/-0,5% vallen, kan het middel in combinatie met de reinigingsmethode als effectief worden beschouwd. Om vast te stellen of het microbiologische vuil effectief is verwijderd werden metingen van de ATP waardes vóór en ná het reinigen uitgevoerd. Als de resterende ATP waarde minder dan 1% van de oorspronkelijke waardes is, kan het middel in combinatie met de reinigingsmethode als effectief worden beschouwd.

De in beide fases gebruikte reinigingsmiddelen waren middelen die zowel specifiek voor AR Glas werden ontwikkeld als ook traditionele reinigingsmiddelen voor glas of chemische of biologische vervuiling in de tuinbouw in het algemeen. Dit waren in volgorde van oplopende pH: Virkon-S, Jet 5, HygeniQ, GS4, Menno ter Forte, XPG-CT1, demiwater, AR Clean, Hyperclean X, AG-Glass Cleaner, en ReduClean. De in beide fases onderzochte AR glazen waren afkomstig van 4 verschillende leveranciers, het ging om verschillende glastypes met zowel coatings- als ook etsingstechniek.

De **resultaten** van kunnen als volgt samenvattend worden omschreven (§3.4):

- Alle onderzochte reinigingsmiddelen kunnen veilig op glas zonder AR behandeling worden gebruikt. Dit geldt zowel voor de reiniging met hogedruk aan de binnenkant als ook voor de reiniging met borstelen aan de buitenkant.
- Alle glastypes van alle leveranciers kunnen veilig met water worden gereinigd, zowel met hogedruk aan de binnenkant als ook met borstelen aan de buitenkant, m.a.w. alleen borstelen of alleen hogedruk tast niet de AR behandeling van de onderzochte glazen aan in onze tests.
- De meest veilige middelen zijn: demiwater, Menno ter Forte, Hyperclean X en ReduClean.
- Van de overige middelen is een middel (Virkon-S) veilig in combinatie met hogedruk maar niet altijd in combinatie met borstelen. De resterende vijf middelen (Jet 5, HygeniQ, XPG-CT1, AR Clean en AG-Glass Cleaner) laten op minimaal een soms meerdere glazen een lichtverlies buiten de grenzen van de meettolerantie zien in combinatie met borstelen en in mindere mate in combinatie met hogedruk. Middelen die een lichtverlies laten zien na reiniging zijn dus niet geheel veilig op alle glazen. Het is aan te bevelen de veiligheid voor een bepaald type AR glas vooraf aan het gebruik te onderzoeken.
- Een middel is geheel onveilig (GS-4) en mag absoluut niet gebruikt worden op AR glas omdat hierdoor het glasoppervlak wordt aangetast en daarmee de AR behandeling wordt verwijderd.

Op een kasdek in de praktijk komt zowel chemisch als ook microbiologisch vuil voor.

Geen van de onderzochte middelen lijkt al het chemische vuil (bijv. zout, zand, roest etc.) op alle glazen te kunnen verwijderen: Virkon S en Menno ter Forte deden het redelijk op chemische vervuiling, XPG-CT1 was het meest effectief op chemische vervuiling, maar dan weinig effectief op microbiologische vervuiling.

- Een aantal middelen zijn wel effectief om microbiologisch vuil (bijv. schimmels, bacteriën etc.) op alle glazen te kunnen verwijderen: Virkon-S, Jet 5, Menno ter Forte; Hyperclean X was redelijk effectief op microbiologische vervuiling, maar dan weinig effectief op chemische vervuiling.
- Demiwater is veilig maar het minst effectief voor het verwijderen van chemisch of microbiologisch vuil.
- Van de geheel veilige middelen presteert Menno ter Forte het meest effectief voor het verwijderen van zowel chemisch als ook microbiologisch vuil aan de binnenkant, en is ook effectief tegen microbiologisch vuil aan de buitenkant maar het is niet effectief tegen chemisch vuil als dit met een borstel wordt verwijderd aan de buitenkant.
- Het andere geheel veilige middel Hyperclean X is matig effectief tegen microbiologisch vuil maar niet effectief tegen chemisch vuil. Virkon-S is effectief tegen het verwijderen van microbiologisch vuil maar matig effectief tegen het verwijderen van chemisch vuil.
- Andere onderzochte maar minder veilige middelen zijn wisselend effectief, Jet5 is in effectiviteit vergelijkbaar met Virkon-S, XPG-CT1 is matig effectief, AR Clean is weinig effectief.

In het onderzoek bleek dat hogedruk microbiologisch vuil minder goed verwijderd dan borstelen. Wellicht kunnen aanpassingen aan de reinigingsmethode in de toekomst de effectiviteit verbeteren.

Aangezien telers vooral last ervaren van het reinigen van vervuiling aan de binnenkant van het kasdek, zijn de resultaten van de middelen samen met hogedruk het meest relevant. Hier kunnen beter middelen worden gekozen die effectief zijn (Virkon-S en Jet5) en nog beter die ook nog het meest veilig zijn (bijv. Menno ter Forte).

- In dit onderzoek worden zowel de samenvattende resultaten als ook alle onderliggende resultaten beschreven zodat gebruikers een weloverwogen keuze kunnen maken.
- Veiligheidstests zijn tijdens dit onderzoek gedaan met gemiddelde praktijkconforme condities en de hoogste op de verpakking van de middelen aangegeven concentraties en de op de verpakking minimaal nodige inwerktijd zonder het middel op te laten drogen. Het wordt aanbevolen om opdrogen te voorkomen. Afwijkende testcondities (andere concentraties, andere inwerktijden, andere frequenties van gebruik, andere druk en snelheid bij hogedrukreiniging, andere rotatiesnelheden van een borstel en andere borsteltypes) kunnen mogelijk tot andere resultaten leiden. Wij gaan er wel van uit dat de hier doorgevoerde tests de veilige van de in mindere mate veilige middelen kunnen scheiden.

Ook tests voor het verwijderen van chemisch en microbiologisch vuil zijn gedaan met praktijkconforme methodes en condities. Tijdens tests voor het verwijderen van chemisch vuil bleek dat vaker reinigen dan nu standaard in de praktijk (vaker borstelen en/of vaker spoelen) tijdens een schoonmaakbeurt het vuil soms beter kan verwijderen (vooral bij hogedruk). Wellicht kunnen door aanpassingen van de reinigingsmethodes in de praktijk (andere druk en snelheid bij hogedrukreiniging, andere rotatiesnelheden van een borstel en andere borsteltypes) inclusief andere concentraties, inwerktijden van middelen tijdens de reiniging, in de toekomst betere reinigingsresultaten worden bereikt.

Middelen die effectief zijn om microbiologisch vuil te verwijderen zijn niet altijd effectief tegen chemisch vuil. Wellicht kunnen door een combinatie van middelen in de praktijk betere reinigingsresultaten worden bereikt. In bijlage B zijn milieueffecten van middelen nader omschreven.

De onderzoeksresultaten geven voor telers, glas- en middelenproducenten en voor machinebouwers inzichten om in de toekomst AR glas veiliger en effectiever te kunnen reinigen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Kas als Energiebron is hét innovatie- en actieprogramma dat energiebesparing en het gebruik van restwarmte en duurzame energie in de glastuinbouw stimuleert. Kas als Energiebron ontwikkelt hiervoor samen met ondernemers kennis en (teelt)techniek. In 2020 moet de emissie van deze sector maximaal 4.6 Mt CO₂ zijn, nieuwe kassen zijn klimaatneutraal en er kan rendabel geteeld worden, en bestaande kassen gebruiken de helft van de fossiele energie (t.o.v. 2011). In 2050 is de sector klimaatneutraal en economisch rendabel.

Moderne energiezuinige kassen worden op grote schaal gebouwd met glas met antireflectie coatings of oppervlaktebehandelingen (AR glas) om zo meer zonlicht in de kas te krijgen en daarmee meer zonne-energie om fossiele brandstoffen te besparen en meer zonlicht voor meer productie. Het is nog onduidelijk welk middel/methode gebruikt kan worden om het kasdek te reinigen zodat het daadwerkelijk schoon wordt en zonder het AR glas aan te tasten. In het project 'Veilig en effectief AR glas schoonmaken' is vooronderzoek gedaan om deze vraag te beantwoorden (Bijlage A. Vooronderzoek). Hieruit bleek dat deze vraag voor tuinders, glasleveranciers, middelenleverancier en loonwerkbedrijven al lang speelt en er behoefte is naar een gestandaardiseerde test die voor alle verschillende middelen, methodes en glassoorten uitgevoerd kan worden. Het probleem is complex omdat vuil heterogeen is, bestaand uit anorganisch en organisch chemische verontreinigingen en microbiële groei, en zich voornamelijk ophoopt langs de randen van het kasdek. Tuinders ervaren vooral last van de vervuiling aan de binnenkant van het kasdek omdat deze enkel tijdens de teeltwissel gereinigd kan worden. In het vooronderzoek is daarom in kaart gebracht met welk vuil wij te maken hebben en hoe de samenstelling ervan gestandaardiseerd kan worden (microbiologisch vuil en chemisch vuil) en hoe deze dan gestandaardiseerd gebruikt kan worden voor reinigingstests. Ook is in kaart gebracht hoe een kleinschalige maar praktijkconforme reinigingssopstelling (borstelen, hoge druk reinigen) gemaakt kan worden en welke reinigingsmiddelen, types glazen en types AR behandelingen in de praktijk voorkomen en meegenomen zouden moeten worden in een gestandaardiseerde test. Er is een concept proefmethode opgesteld. In dit vervolgproject wordt deze onderzoeksmethode gebruikt om een antwoord op de vraag: "Hoe kan ik mijn kasdek veilig en effectief reinigen?" te geven.

1.2 Doelstellingen

1.2.1 Technische doelstellingen

Doel van dit onderzoek is om een duidelijke uitkomst te krijgen voor de telers, welke combinaties middelen + glastype zij veilig kunnen gebruiken om het vuil effectief te verwijderen in gebouwde testopstelling. Dit wordt gedaan door middelen, methodes en verschillende soorten AR glas te testen volgens de proefmethode die tot stand is gekomen in 'Veilig en effectief AR glas reinigen 1'. Deze uitkomst kan direct gebruikt worden door tuinders en loonwerkbedrijven omdat zij hierdoor een betere keuze kunnen maken welke middelen ze kunnen gebruiken in combinatie met een bepaald AR glas type.

Een tweede doel is om extra informatie te verzamelen voor glas-, machine- en middelenproducenten voor de verdere ontwikkeling van hun producten. Daarnaast moet informatie beschikbaar komen voor telers hoe zij vervuiling het beste tegen kunnen gaan.

1.2.2 Energie doelstellingen

Dit project beoogt faciliterend te zijn voor het behalen van de energiedoelstellingen door de sector. Moderne energiezuinige kassen worden op grote schaal gebouwd met AR glas om zo meer zonlicht in de kas te krijgen en daarmee meer zonne-energie om fossiele brandstoffen te besparen en meer zonlicht voor meer productie. Onzekerheid in hoe een nieuwe kas de opvolgende 15 jaar na de bouw zal presteren zal leiden tot terughoudendheid bij het investeren in onder andere energiebesparende maatregelen en vernieuwing in het algemeen. Door deze onzekerheid weg te nemen zal de sector met meer vertrouwen kunnen investeren in moderne energiezuinige kassen.

1.2.3 Neven doelstellingen

Milieueffecten van middelen zullen kwalitatief worden bekeken op basis van informatie van producenten, bestaande regels (Bijlage B. Milieueffecten).

1.3 Inpassing onderzoek

Tijdens het vooronderzoek 'Veilig en effectief AR glas schoonmaken 1' is een eerste proefmethode opgesteld. Deze methode zal gefinetuned en afgestemd worden met het consortium. Tijdens het vooronderzoek zijn ook bestaande kennis en resultaten van testen uit de praktijk verzameld. Deze eerdere onderzoeksresultaten aangeleverd door diverse partijen waren telkens gefocust op 1 middel of 1 type glas waardoor het de vraag welk middel/methode veilig op welk type glas gebruikt kan worden en vuil effectief verwijderd is niet beantwoordt. In het project "Levensduur van kasdekmaterialen – van veroudering tot duurzaamheid" is reeds onderzocht hoe bij natuurlijke veroudering diverse factoren zoals UV straling, vocht en temperatuurschommelingen invloed hebben op diverse types anti reflectieve coatings.

2 Materialen en methodes

2.1 Glas

Wij hebben van diverse leveranciers de benodigde glazen voor zowel de eerste fase (veiligheidstests) als ook al voor de tweede fase (effectiviteitstests) ontvangen. Twee leveranciers werken met een coating techniek, twee leveranciers werken met een etsingstechniek. Van alle leveranciers hebben wij helder of zeer laag diffuus glas met AR ontvangen voor de eerste fase van het project (veilig reinigen) en twee types diffuus glas, namelijk met lage en met hoge Hortiscatter met AR (LH, HH), voor additionele tests in de tweede fase van het project (effectief reinigen). Een overzicht van alle glazen wordt weergegeven in Tabel 1. Bij het verwerken van de resultaten zijn glazen en leveranciers geanonimiseerd weergegeven (leverancier 1 t/m 4, glastype Helder, LH, HH).

Tabel 1

Overzicht over de in het onderzoek gebruikte type glazen.

Leverancier	Merk glas		Type glas	Veilig Reinigen	Effectief Reinigen
				Fase 1	Fase 2
Referentie			Helder	x	
AGC	Fountain	geëts	Helder +AR	x	
			LH +AR		x
			HH +AR		x
Interfloat	Vetrasol	gecoat	Helder +AR	x	
			LH +AR		x
			HH +AR		x
Van Looveren	Terrasol	gecoat	Helder +AR	x	
			LH +AR		x
			HH +AR		x
Yuhua		geëts	Helder +AR	x	
			LH +AR		x
			HH +AR		x

Alle glazen zijn voorbereid voor het onderzoek (Figuur 1).



a. Levering set glazen van één van de leveranciers



b. Glazen in verpakkingen en inhoudsopgave



c. Lasercodering van alle glasplaten, elke plaat krijgt een unieke code die ook na het reinigen nog leesbaar is om de behandelingen en resultaten de traceren



d. Diverse LightLab transportkisten om glazen veilig van het LightLab naar de testopstellingen en terug te brengen zonder dat deze breken

Figuur 1 Voorbereiding glazen voor het onderzoek a. levering met truck, b. check verpakking, c. unieke materiaal code aanbrengen met laser, d. interne transportverpakking.

2.2 Reinigingsmiddelen

De volgende reinigingsmiddelen zijn in de eerste fase van het project (veilig reinigen) meegenomen in het onderzoek: Demi water, Virkon-S, Jet5, HygeniQ, GS-4, Menno ter Forte, XPG-CT1, AR Clean, Hyperclean X, AG-Glass Cleaner (Agrona), ReduClean. Het gaat hierbij om zowel specifiek voor AR Glas ontwikkelde middelen als ook traditionele reinigingsmiddelen voor glas of chemische of biologische vervuiling in het algemeen (Tabel 2). De volgende reinigingsmiddelen zijn in overleg met de begeleidingscommissie meegenomen in het onderzoek in de tweede fase van het project (effectief reinigen): Demi water, Virkon-S, Jet5, Menno ter Forte, XPG-CT1, AR-Clean, Hyperclean X, omdat er óf een werking op schimmels/microbiologische vervuiling werd verwacht óf omdat het een veelvoorkomend middel in de praktijk is (Tabel 2).

Het gaat bij de reinigingsmiddelen om zowel specifiek voor AR Glas ontwikkelde middelen als ook traditionele reinigingsmiddelen voor glas of chemische of biologische vervuiling in het algemeen.

Tabel 2

Overzicht over de in het onderzoek gebruikte reinigingsmiddelen, naam samenstelling, pH en concentratie.

Middel	Samenstelling	pH	Concen- tratie ¹	Minimale inwerktijd ²	Opmerking	Veilig reinen	Effectief reinen
						Fase 1	Fase 2
Referentie	demiwater	6.98				x	x
Virkon-S	pentakalium-bis(peroxymonosulfaat) bis(sulfaat), benzeensulfonzuur, C10-13-alkylderivaten, natriumzouten, appelzuur, sulfamidezuur, natriumtolueensulfonaat, dikaliumperoxodisulfaat, dipenteen	2.5	1%	10 min.		x	x
Jet 5	waterstofperoxide, peroxidacetic acid	3.1	4%	5 min.		x	x
Greenhouse Glassclean (HygeniQ)	alkyl ether carboxylic acid, sodium salt, ethanol	3.1	10%	15 min.		x	
GS-4	ammoniumbifluoride	4.3	10%		het wordt verwacht dat deze de AR coating aantast	x	
Menno ter Forte	didecyldimethylammoniumchloride, Isotridecanoethoxylate, propaan-2-ol, isopropylalcohol, isopropanol	5.5	1%	5 min. nat		x	x
XPG-CT1	oxaalcohol ethoxylaate, 5-chloor-2-methyl-2H-isothiazool-3-on en 2-methyl-2H-iso-thiazool-3-on	6.7	4%		speciaal voor AR coatings ontwikkeld	x	x
AR Clean	alcohol ethoxylate C9-11, 5-chloor-2-methyl-2H-isothiazool-3-onen 2-methyl-2H-iso-thiazool-3-on	7.1	4%		speciaal voor AR coatings ontwikkeld	x	x
Hyperclean X	natriumhypochloriet	9.5	1%	5 min.		x	x
AG-GLASS CLEANER + (Agrona)	water, plantaardige olie, alcohol, citraat, azijn	11.8	10%	10 min.	speciaal voor AR coatings ontwikkeld	x	
ReduClean	natrium dodecylbenzeensulfonaat, Natriumhydroxide, Sodium p-cumenesulphonate	12.0	20%	15 min.	verwijderen van temporaire coatings, alleen in veiligheids-test	x	

1 Maximale concentratie aangegeven op verpakking.

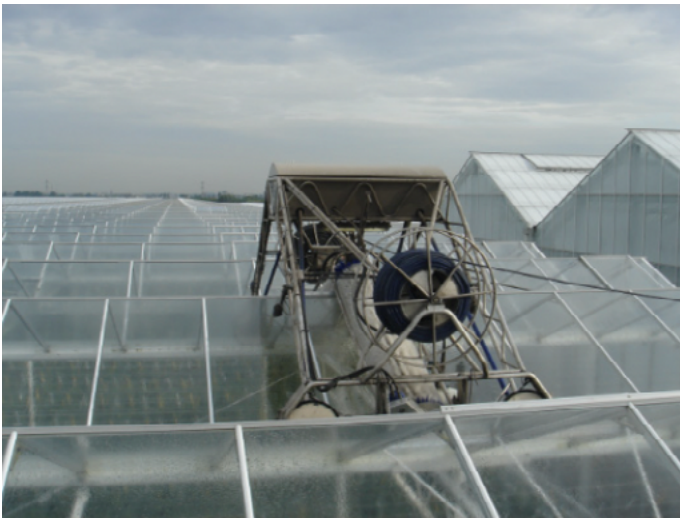
2 Minimale inwerktijd aangegeven op verpakking; indien er geen instructie stond op de verpakking, werd 5-10 min. aangehouden.

2.3 Reinigingsmethodes

In de praktijk worden diverse reinigingstechnieken gebruikt voor de binnen- en buitenkant van het kasdek. Voor de binnenkant wordt typisch een hogedrukreiniger gebruikt, voor de buitenkant een borstelmaschine. Om deze reiniging praktijkconform in het lab na te botsen zijn er twee testopstellingen door machinebouwers gebouwd, namelijk door Besseling Techniek en Van der Waay.

2.3.1 Testopstellingen reiniging buitenkant (borstelen)

De in dit onderzoek gebruikte testopstelling voor borstel reiniging van de buitenkant van een glasplaat is gebouwd door Besseling Techniek en is vergelijkbaar met hun komborstel in een machine voor praktijkkassen (Figuur 2). Een borstelmaschine bestaat uit een walsborstel en een komborstel. Een walsborstel is eerder getest op ongecoate en gecoate glasmonsters in het project 'Levensduur van kasdekmaterialen' (Swinkels, 2021), er zijn geen verouderingsverschijnselen gevonden door de borstel zelf, er zijn minimale verouderingsverschijnselen gevonden in combinatie met vuil. In dit project is specifiek een komborstel gekozen voor additionele informatie. Een komborstel is gemonteerd in een gesloten doorzichtige box, boven een houder voor de proefglazen van 50 * 50 cm, in een bak eronder wordt het water met middel opgevangen. De borstel beweegt praktijkconform automatisch met een draaiende beweging over het glas heen en weer met een toerental van 200 rpm en een rijsnelheid van 250 mm/s (Figuur 3). Voor de veiligheidstests werd de borstel 9 keer heen en weer bewogen per reiniging, voor de hele test werd 10 keer gereinigd vergelijkbaar met 10 reinigingscycli om ca. 10 jaar levensduur van de kas na te botsen, voor de effectiviteitstests werd de borstel 1 keer heen en weer bewogen voor een eenmalig reinigingscyclus.



Figuur 2 Borstelmaschine in praktijk.



a. Komborstel in. transparante box met glashouder, water aansluiting en opvang bak voor water en reinigingsmiddel.



b. De borstel beweegt automatisch met een draaiende beweging over het glas heen en weer met een toerental van 200 rpm en een rijsnelheid van 250 mm/s.



c. Toevoer demi-water voor de reinigingsofstellingen (borstelmachine en hogedrukspuit).

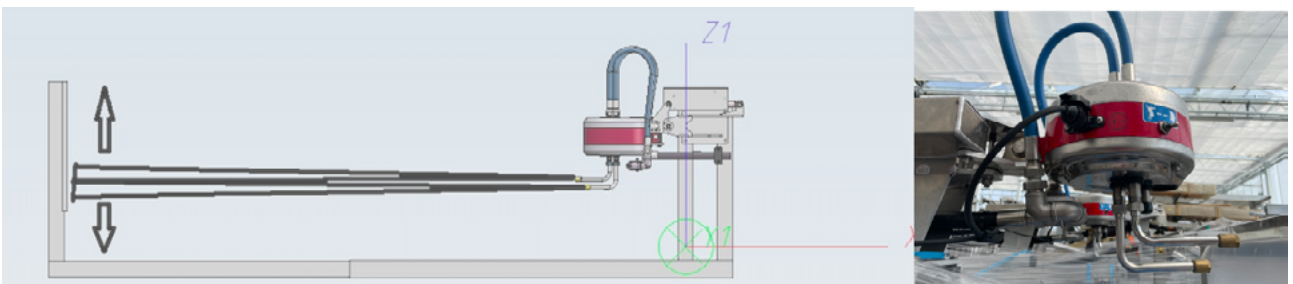
Figuur 3 Borstel reinigingsofstelling voor dit onderzoek

2.3.2 Testopstellingen reiniging binnenkant (hogedruk)

De in dit onderzoek gebruikte testopstelling voor hogedruk reiniging van de binnenkant van een glasplaat is gebouwd door Van der Waay en is vergelijkbaar met hun machine voor praktijkkassen. In een praktijkkas (Figuur 4) spuit de hogedrukreiniger met een bewegende spuitkop verticaal naar boven, in onze opstelling spuit deze horizontaal naar voren omdat dit voor tests praktischer is (Figuur 5). De gebruikte spuitkop is echter dezelfde als bij een praktijk reiniger en opereert evenwel op 42 bar. De testopstelling heeft een houder voor de proefglazen van 50 cm * 50 cm met een afstand van 3.5 m van de spuitkop. De spuitkop beweegt heen en weer van rechts naar links en van boven naar beneden over het proefglas, dezelfde beweging als in de praktijk met een vergelijkbare duur (Figuur 6).



Figuur 4 Hogedrukreiniger in praktijk.



Figuur 5 Hogedrukreiniger ontwerp voor dit onderzoek, de reiniger spuit nu horizontaal i.p.v. verticaal, hierdoor is wisselen van de glasplaat in de houder tijdens het onderzoek makkelijk mogelijk, de spuitkop is dezelfde als in de praktijk, de afstand tussen spuitkop en glasplaat is dezelfde als tussen spuitkop en kasdek in de praktijk.



a. Spuitkop van de hogedrukreiniger beweegt waterstraal met een druk van 42 bar automatisch van rechts naar links.



b. en van boven naar beneden.



c. Toevoer demi-water voor de reinigingsopstellingen (borstelmachine en hogedrukspuit)



d. Aandrijving hogedrukspuit opstelling, voorraad demiwater met pompsysteem

Figuur 6 Hogedruk reinigingsopstelling voor dit onderzoek.

2.4 Standaardvuil

2.4.1 Chemisch vuil

In eerder vooronderzoek is meest voorkomend vuil op kasdekken in de praktijk onderzocht (A2. Chemisch vuil). Op basis daarvan is besloten dat het standaard chemisch vuil zoals gedefinieerd in EN1096-5 zal worden gebruikt voor dit onderzoek. Het mengprotocol van dit 'standaard chemisch vuil' is weergegeven in Tabel 3. Het 'standaard chemisch vuil' wordt volgens dit protocol in het lab bereid en daarna volgens het in §2.5.2 beschreven protocol opgebracht op de glazen om te onderzoeken welke reinigingsmiddelen het chemische vuil weer effectief verwijderen (§3.2).

Tabel 3

Standard chemisch vuil, bereiding en samenstelling volgens beschrijving EN1096-5, hoofdstuk 9 (preparation of dirt mixture).

9.1 General

The tolerance on the masses of all organic and inorganic compounds shall be 1 %.

9.2 Stearic acid solution

In a wide-necked bottle with a plastic cork equipped with a magnetic stirrer, 2,5 g of stearic acid (CAS N° 57-11-4, purity > 90 %) shall be dissolved in 500 ml of absolute ethanol.

The solution shall be stirred until complete dissolution of the acid is achieved.

NOTE This may take 10 min to 45 min at standard laboratory temperature (i.e. temperature between 20°C and 23°C).

9.3 Adipic acid solution

The following products shall be put in a wide-necked bottle with a plastic cork equipped with a magnetic stirrer, respecting the order given:

- 1) 10 g of 99,6 % pure adipic acid;
- 2) 200 ml of propan-2-ol;
- 3) 200 ml of deionized water.

The solution shall be stirred until complete dissolution of the adipic acid is achieved.

NOTE This may take 15 min to 20 min and may require heating via a water bath.

9.4 Solid compound suspension

The products listed in Tables 1 and 2 shall be put into a 3 l wide-necked bottle with a plastic cork

Table 1 — Soluble components

Weight (g)	Component	CAS number	Purity
0,15	copper nitrate trihydrate	10031-43-3	99 %
0,15	zinc nitrate hexahydrate	10196-18-6	99 %
0,80	calcium nitrate tetrahydrate	13477-34-4	98 %
0,30	sodium chloride	7647-14-5	99 %
0,40	potassium sulphate	7778-80-5	99 %
0,30	sodium sulphate	7757-82-6	99,5 %

Table 2 — Non soluble components

Weight (g)	Component	CAS number	Purity	Granulometry (µm)
0,50	kaolin	1332-58-7	98 %	d50 = 2,5 µm
0,30	calcium sulphate dihydrate	10101-41-4	99 %	Not specified

50 ml of deionized water shall be added to the solid compounds and the solution shall be stirred. Then, 50 ml of propan-2-ol shall be added, and the mixture shall be stirred vigorously. In case that the solid compound visibly tends to aggregate, a light grounding (to break aggregates) is recommended.

9.5 Final dirt mixture

Prepare the final mixture by adding the component in the following order:

- the adipic acid solution prepared in 9.2 shall be mixed with the solid compound suspension prepared in 9.3;
- the stearic acid solution prepared in 9.1 shall be added;
- the mixture shall be diluted by adding 2 l of a (2:1:1) ethanol / propan-2-ol/deionized water mixture.

The resulting mixture shall be stirred for a further two hours to get a good homogeneity.

This suspension shall be kept for the full length of the test (2 cycles). The dirt mixture shall be stored in a closed vessel with continuous agitation to avoid evaporation and segregation of particles. The solution shall be maintained in standard laboratory conditions during all the procedure (20 °C to 23 °C).

The maximal dirt mixture conservation time shall be 120 h.

A new dirt mixture shall be prepared for a new test run.

2.4.2 Microbiologisch vuil

In eerder vooronderzoek zijn meest voorkomende microbiologische vervuilingen op kasdekken in de praktijk onderzocht (A3. Microbiologisch vuil). Op basis van de resultaten is de samenstelling van 'standaard microbiologisch vuil' vastgesteld en weergegeven in Tabel 4. Het 'standaard microbiologisch vuil' wordt volgens het in §2.5.3 beschreven protocol bereid en opgebracht op de glazen om te onderzoeken welke reinigingsmiddelen het microbiologisch vuil weer effectief verwijderen (§3.3).

Tabel 4

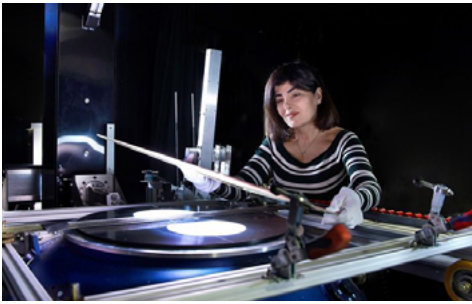
Standard microbiologisch vuil, mengsel uit verschillende types gekleurde schimmels, suspensie (1:1:1 van 107 van elke soort).

Code	Schimmel	Kleur kolonies/sporen
Alt11	<i>Alternaria tenuissima/ alternata</i>	grijs
Aur9	<i>Aureobasidium melanogenum</i>	zwart
Pen12	<i>Penicillium thomii/ glabrum</i>	groen

2.5 Testprotocollen

2.5.1 Veilig reinigen

Er is een gedetailleerd proefprotocol opgesteld voor de test van het gebruik van reinigingsmiddelen op AR en of dit gebruik effect heeft op de hemisferische lichttransmissie (Figuur 7). De hemisferische lichttransmissie van de onderzochte glazen (§2.1) werd volgens NEN2675 door WUR LightLab vóór en na de reinigingstests gemeten. Afwijkend van NEN2675 is ervoor gekozen om de monsters extra te drogen met hete lucht om mogelijke variaties als gevolg van capillaire condensatie van atmosferisch vocht in de AR coating uit te sluiten. Reinigingsmiddelen werden gebruikt zoals in §2.2 beschreven. Een reinigingsmiddel werd door middel van een mobiele schuimapplicator (Birchmeier Foam-Matic 5 P) regelmatig op twee glazen van hetzelfde type opgebracht, daarna kon het middel zoals voorgeschreven in de bij het middel horende handleiding op beide glazen 5, 10 of 15 minuten inwerken. Een van de glazen werd daarna met de hogedrukopstelling gereinigd, (§2.3.20) het andere glas met de borstelmaschine (§2.3.1). De reiniging met hogedruk gebeurde op het ene glas aan de binnenkant, de reiniging met borstelen op het andere glas aan de buitenkant. De procedure van opbrengen reinigingsmiddel met een schuimapplicator, laten inwerken en reinigen met borstel of hogedruk werd 10 keer voor elk glas herhaald om de levensduur van een kas van ca. 10 jaar, uitgaande van minimaal 1 keer per jaar reinigen, na te botsen.



a. Metingen hemisferische lichttransmissie van alle glasplaten vóór en na de reinigingstests.



b. Eerste Tests met één van de reinigingsmiddelen op proefglazen.



c. Reinigingsmiddel wordt door middel van schuimapplicator regelmatig op glas opgebracht.



d. Glazen worden na opbrengen reinigingsmiddel in houder geplaatst om het middel volgens handleiding in te laten werken.



e. Twee glazen behandeld met hetzelfde reinigingsmiddel, middel laten inwerken, daarna glas 1 naar hogedrukspuit, glas 2 naar borstelmachine.



f. Glas 1 reinigen met hogedrukspuit met bewegende waterstraal (vergelijkbaar met praktijk, alleen dan horizontaal ipv verticale waterstraal), opstelling geleverd door Van der Waay.



g. Deze procedure van opbrengen reinigingsmiddel, laten inwerken, hogedruk reinigen wordt tevens 10 keer herhaald om de levensduur van een kas van ca. 10 jaar, uitgaande van minimaal 1 keer per jaar reinigen, na te botten.



h. Glas 2 reinigen met borstelmachine (hier: komborstel), opstelling geleverd door Besseling.



i. Deze procedure van opbrengen reinigingsmiddel, laten inwerken, borstel reinigen wordt tevens 10 keer herhaald om de levensduur van een kas van ca. 10 jaar, uitgaande van minimaal 1 keer per jaar reinigen, na te botten.

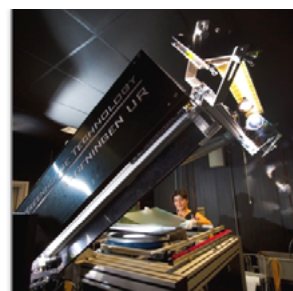
Figuur 7 Testprocedure veilig reinigen AR glazen

Na het borstelen en met name na het hogedruk reinigen werd vooral bij schuimende middelen waargenomen dat er nog resten met het middel van het glas af droppen, daarom is de procedure verder uitgebreid met het naspoelen met demiwater na de 10^{de} reinigingscycli.

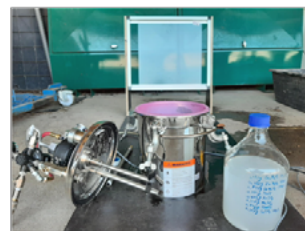
2.5.2 Effectief reinigen chemisch vuil

Er is een gedetailleerd proefprotocol opgesteld voor de tests met chemisch vuil. Glazen worden gemeten op hemisferische lichttransmissie voorafgaande aan de test. Vervolgens is er standaard chemisch vuil (EN1096-5) gemaakt (§2.4.1) en opgebracht op de glazen. Het vuil verlaagd de hemisferische lichttransmissie met ca. 3-4% (Tabel 5). Het standaard vuil moet op de glasplaten in een klimaatkast indrogen bij 50°C voor 4 uur. Vervolgens werd het reinigingsmiddel met een schuimapplicator opgebracht. Na de voorgeschreven inwerktijd werden de glazen met de borstelmaschine of met de hogedrukreiniger gewassen. De hemisferische lichttransmissie werd opnieuw gemeten om het reinigingseffect vast te stellen (Figuur 8).

a. Metingen van de hemisferische lichttransmissie op de schone glazen.



b. Standaard chemisch vuil opbrengen.



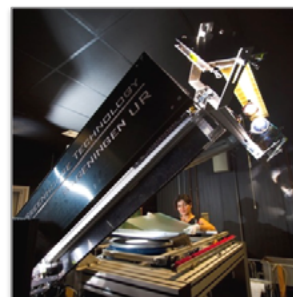
c. In klimaatkast in laten drogen bij 50°C voor 4 uur.



d. Reinigingsmiddel opbrengen met schuimapplicator en laten inwerken.

e. Schoonmaken met borstelmaschine of hogedrukreiniger.

f. Metingen van de hemisferische lichttransmissie op de schone glazen.



Figuur 8 Testprocedure test effectief reinigen chemisch vuil AR glazen

Tabel 5

Voortests: Effect van het opbrengen standaard chemisch vuil op de hemisferische lichttransmissie voorafgaand aan de reinigingstests.

Code	Voor reinigen	Met chemisch vuil
HY21Z14	87.0	84.4
IF21Z39	90.6	87.2
MV21Z45	89.8	85.6

2.5.3 Effectief reinigen microbiologisch vuil

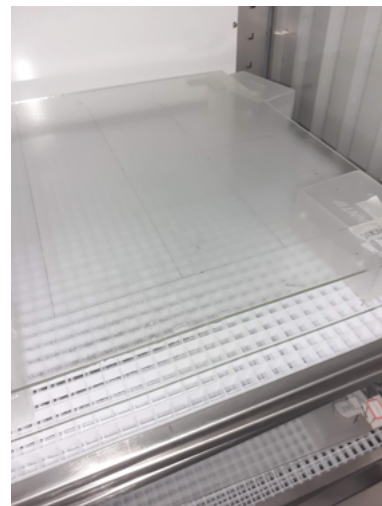
Er is een gedetailleerd proefprotocol opgesteld voor de tests met microbiologisch vuil. Er wordt standaard microbiologisch vuil gemaakt, zoals in §2.4.2 en opgebracht op de glazen. Schimmels moeten vervolgens in geconditioneerde klimaatkasten groeien op het glas voor ca. 6 dagen bij 80% RH en 25°C. Middels ATP test op vuile glazen wordt vastgesteld hoeveel levende micro-organismen er zijn. Er wordt gestreefd naar ATP waarde van ca. 10000 RLU (relative light units)/100 cm² glas op vuile glazen, dat is vergelijkbaar dan tijdens ATP tests in de praktijk werd vastgesteld (A3.1 Monsters direct op het kasdek in de praktijk), dus voldoende voor de effectiviteitstests. Daarna werd het reinigingsmiddel opgebracht met schuimapplicator, 5 minuten laten inwerken en werden de glazen met de borstelmachine of met de hogedrukreiniger gereinigd. Opnieuw wordt de ATP waarde op de schone glazen gemeten. Het blijkt dat na het reinigen afhankelijk de ATP waarde aanzienlijk wordt verlaagd, echter sterk afhankelijk is van glazen, methode en middelen.

Overigens is in voortests gebleken dat het microbiologische vuil de hemisferische lichttransmissie met ca. 4% verlaagd (Tabel 5). De hemisferische lichttransmissie gaat weer omhoog naar de oorspronkelijke waarde na reiniging onafhankelijk van het middel (Tabel 6). Het is dus in deze voortests gebleken dat de hemisferische transmissie verschillen in middelen minder gevoelig aangeeft, terwijl de verschillen ATP waardes wel aanwezig zijn. Daarom is besloten de microbiologische effectiviteitstests alleen middels metingen van de ATP waardes vooraf en achteraf uit te voeren. Om de streefwaardes van ATP van ca. 10000 RLU/100 cm² op vuile glazen te bereiken wordt de schimmelsuspensie vaker achter elkaar aangebracht.

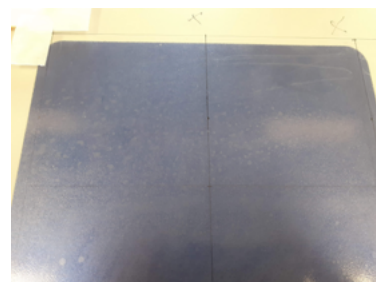
- a. Schimmel suspensies maken uit een 3-tal schimmels met gekleurde sporen - *Alternaria*, *Aureobasidium* en *Penicillium* (§2.4.2).
- b. Schimmel suspensie (1:1:1 van 10^7 sporen van elke soort) aanbrengen (ca. 10 ml op een oppervlakte van 30cm * 30 cm). Schimmels zin in totaal drie keer op de glas aangebracht gedurende de week van incubatie.



- c. Schimmels in geconditioneerde klimaatkasten laten groeien op het glas voor ca. 6 dagen bij 80% RH en 25 graden.



- d. Groei schimmels op het glasoppervlak.



- e. Middels ATP test op vuile glazen vaststellen hoeveel sporen er zijn. Er wordt gestreefd naar ATP waardes van ca. 10000 RLU (relative light units)/100 cm² glas, dat is vergelijkbaar dan tijdens ATP tests in de praktijk werd vastgesteld.



- i. Reinigingsmiddel opbrengen met schuimapplicator en 5 minuten laten inwerken

- j. Schoonmaken met borstelmachine of hogedrukreiniger

- k. Middels ATP test op schone glazen vaststellen hoeveel sporen er zijn. Het blijkt dat na het reinigen afhankelijk van glazen, methode en middelen de ATP waarde aanzienlijk wordt verlaagd



Figuur 9 Testprocedure test effectief reinigen microbiologisch vuil AR glazen.

Tabel 6

Voortests: Effect van het opbrengen standaard microbiologisch vuil (in verschillende concentraties, 2* of 3*) op de hemisferische lichttransmissie en ATP waarde voorafgaand aan de reinigingstests en na de reinigingstests, a. ATP waarde voor en na het wassen met demiwater (hogedruk), b. ATP waarde voor en na het wassen met het middel Jet5 (hogedruk).

a. demiwater.

	Plaat-Hokje	ATP meting (RLU)		Hemisferische transmissie (%)		
		Vuil	Na wassen (hogedruk)	Voor wassen	Vuil	Na wassen (hogedruk)
2* schimmel	82-11	2550	444			
	82-17	3621	1043			
	82-23	3120	226			
	gem	3097	571	90.8	86.7	90.6
3* schimmel	83-11	4300	559			
	83-17	7713	865			
	83-23	3794	486			
	gem	5269	636	90.7	86.6	90.5

b. middel Jet5.

	Plaat-Hokje	ATP meting (RLU)		Hemisferische transmissie (%)		
		Vuil	Na wassen (hogedruk)	Voor wassen	Vuil	Na wassen (hogedruk)
2* schimmel	86-11	3719	54			
	86-17	2594	16			
	86-23	3778	50			
	gem	3363	40	90.8	86.5	90.6
3* schimmel	87-11	3651	44			
	87-17	8291	47			
	87-23	5406	21			
	gem	5782	37	91.0	86.2	90.7

3 Resultaten

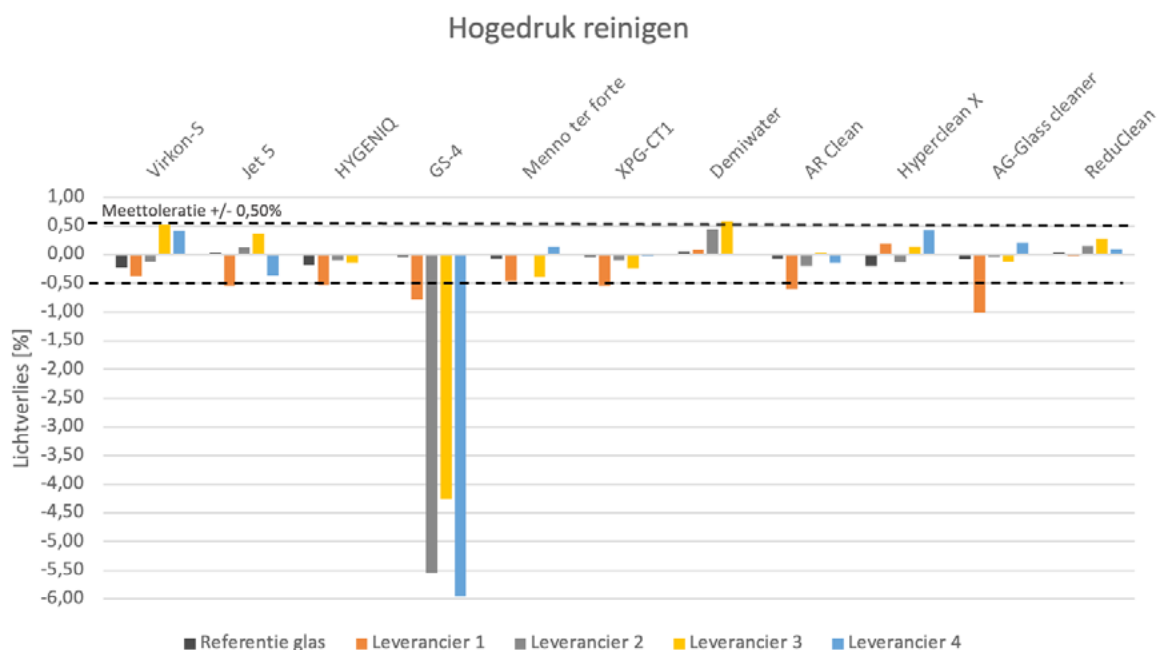
3.1 Veilig reinigen

In het project “Veilig en effectief schoonmaken van AR glas” is in de fase “veilig reinigen” gekeken met welke reinigingsmiddelen AR glas veilig kan worden schoongemaakt zonder aantasting van de AR werking. Daarvoor is een gestandaardiseerde test ontwikkeld om met een borstel machine aan de buitenkant of een hogedrukreiniger aan de binnenkant de jaarlijkse reiniging van het kasdek te simuleren. In samenwerking met machinebouwers zijn er gestandaardiseerde proefopstellingen gemaakt van een zowel een borstel machine (§2.3.1) als een hogedrukreiniger (§2.3.2), zoals deze ook in commerciële kassen zouden worden gebruikt. Er is een gestandaardiseerd proefprotocol uitgewerkt (§2.5.1) en er zijn testen uitgevoerd en 10 keer herhaald zodat de resultaten een levensduur van ca. 10 jaar van de kas weergeven.

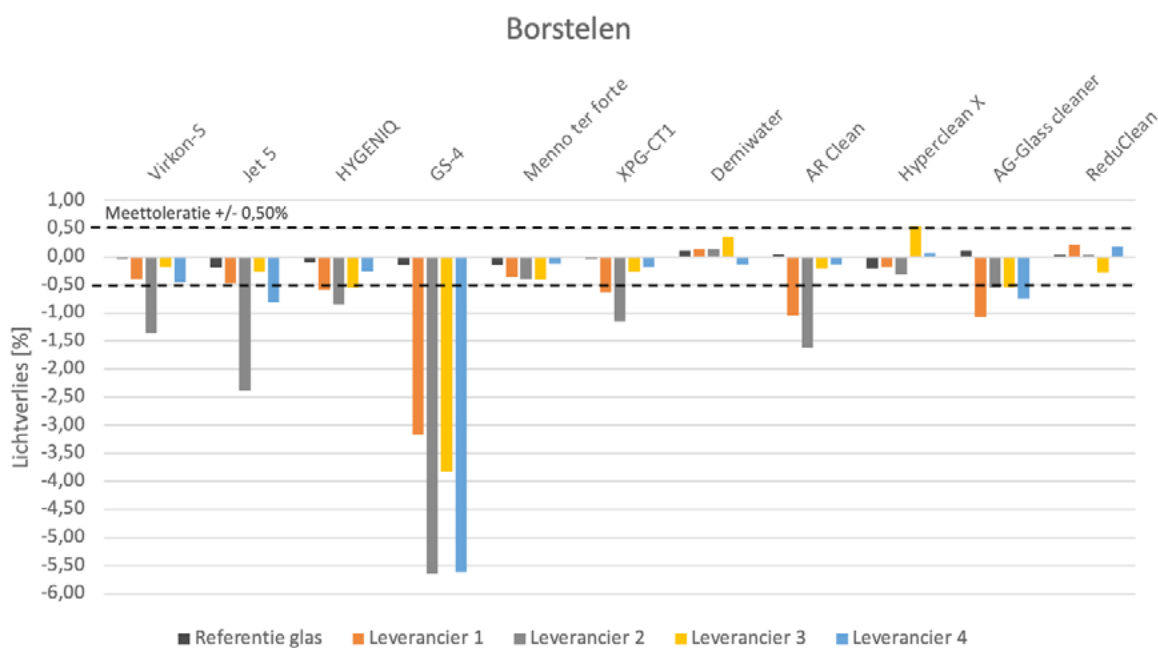
Er zijn 10 verschillende reinigingsmiddelen getest plus demiwater als referentie en verschillende AR glazen van 4 glasleveranciers plus een referentieglass zonder AR (§2.2). Bij de reinigingsmiddelen gaat het zowel om specifiek voor AR Glas ontwikkelde middelen als ook traditionele reinigingsmiddelen voor glas of chemische of biologische vervuiling in het algemeen. Bij de AR glazen gaat het om verschillende glazen met zowel coating- als ook etsingstechniek (§2.1). In Figuur 10 en Figuur 11 wordt het verschil in gemeten hemisferische lichttransmissie vóór en na de reiniging als lichtverlies weergegeven. Als de waardes buiten de meettolerantie van +/-0,5% vallen wordt het glas door de combinatie van reinigingsmiddel en reinigingsmethode aangetast. Als de lichtverlies waardes voor alle glazen binnen de meettolerantie van +/-0,5% vallen, kan het middel in combinatie met de reinigingsmethode als veilig worden beschouwd.

De resultaten in de eerste fase van het project laten het volgende zien:

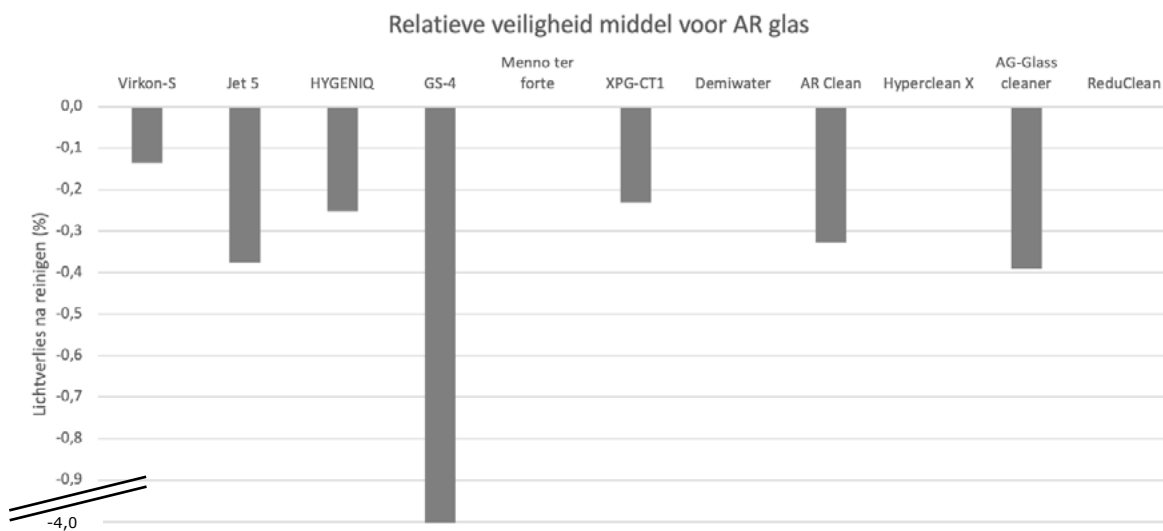
- Alle reinigingsmiddelen kunnen veilig op glas zonder AR behandeling worden gebruikt. Dit geldt zowel voor de reiniging met hogedruk aan de binnenkant (Figuur 10, zwarte balken=referentie glas) als ook voor de reiniging met borstelen aan de buitenkant (Figuur 11, zwarte balken=referentie glas).
- Alle glastypes van alle leveranciers kunnen veilig met water worden gereinigd, zowel met hogedruk aan de binnenkant (Figuur 10, demi water) als ook met borstelen aan de buitenkant (Figuur 11, demi water), m.a.w. alleen borstelen of alleen hogedruk tast niet de AR behandeling aan in onze tests.
- Eén reinigingsmiddel (GS-4, fluorhoudend) mag nooit worden gebruikt op AR glazen, het lichtverlies na borstelen en hogedrukreinigen is zeer hoog, de AR behandeling is verdwenen.
- Drie reinigingsmiddelen (ReduClean, Hyperclean X, Menno ter Forte) en water zijn op alle type glazen van alle leveranciers geheel veilig in combinatie zowel met een hogedruk (Figuur 10) als ook borstel machine (Figuur 11). Geen van de glazen laat een lichtverlies zien buiten de meettolerantie bij beide behandelingsmethodes.
- Van de overige middelen is een middel (Virkon-S) veilig in combinatie met hogedruk maar niet altijd in combinatie met borstelen.
- Van de overige vijf middelen zijn Jet 5, HygeniQ, XPG-CT1 matig veilig op alle geteste glazen in combinatie met hogedruk (Figuur 10), AR Clean en AG-Glass Cleaner laten een lichtverlies buiten de grenzen van de meettolerantie zien. Bij de meeste middelen is in tendens een groter effect op glazen van leverancier 1 (Figuur 10 oranje balken) waar te nemen.
- Dezelfde vijf middelen (Virkon-S, Jet 5, HygeniQ, XPG-CT1, AR Clean en AG-Glass Cleaner) laten op minimaal 1, soms 2 types AR glas een lichtverlies buiten de meettolerantie zien na een borstelreiniging (Figuur 11). Er is in tendentie een grotere invloed op glazen van leverancier 2 (Figuur 10 grijze balken) waar te nemen.
- Deze vijf middelen kunnen niet als geheel veilig worden beschouwd, omdat zij afhankelijk van het type AR glas en de reinigingsmethode (borstelen of hogedruk) en de frequentie van toepassing (hier 10 keer, vergelijkbaar met 10 jaar) een hogere aantasting aan het AR glas kunnen veroorzaken. Het is aan te raden de veiligheid specifiek voor het op een kas aanwezige AR glas vooraf te testen.
- De speciaal voor AR glas ontwikkelde middelen (AR Clean, AG-Glass Cleaner, XPG-CT1) zijn niet veiliger voor de hier onderzochte AR glazen dan andere middelen.
- Deze veiligheidstests zijn gedaan met gemiddelde praktijkconforme condities en de hoogste op de verpakking van de middelen aangegeven concentraties. Afwijkende testcondities (andere concentraties, andere inwerktijden, andere frequenties van gebruik, andere druk, andere rotatiesnelheden van een borstel en andere borsteltypes) kunnen tot andere resultaten leiden.



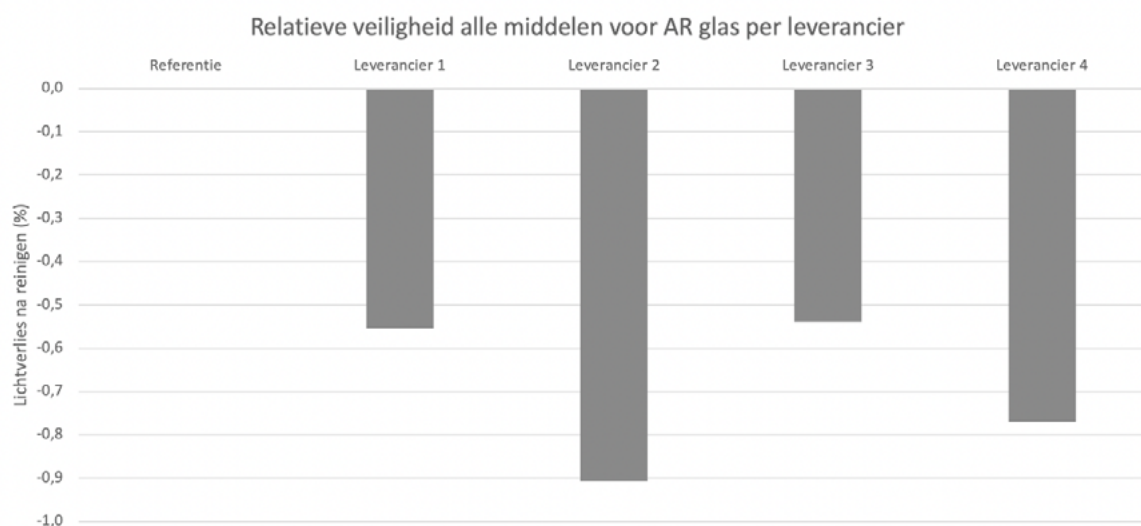
Figuur 10 Effect van diverse reinigingsmiddelen op het lichtverlies van 4 types AR glas en referentie glas zonder AR na 10 cycli van opbrengen middel en reinigen met hogedruk.



Figuur 11 Effect van diverse reinigingsmiddelen op het lichtverlies van 4 types AR glas en referentie glas zonder AR na 10 cycli van opbrengen middel en reinigen met borstelen.



Figuur 12 Relatieve veiligheid van diverse reinigingsmiddelen voor AR glazen uitgedrukt in gemiddeld lichtverlies na alle uitgevoerde reinigingstests.



Figuur 13 Relatieve veiligheid van alle reinigingsmiddelen voor AR glazen uitgedrukt in gemiddeld lichtverlies na alle uitgevoerde reinigingstests per leverancier.

3.2 Effectief reinigen chemisch vuil

In het project "Veilig en effectief schoonmaken van AR glas" is in de fase "effectief reinigen" gekeken met welke reinigingsmiddelen AR glas effectief kan worden schoongemaakt na vervuiling met standard chemisch vuil. Daarvoor is een gestandaardiseerde test ontwikkeld om met een borstel machine aan de buitenkant of een hogedrukreiniger aan de binnenkant de jaarlijkse reiniging van het kasdek te simuleren. In samenwerking met machinebouwers zijn er gestandaardiseerde proefopstellingen gemaakt van een zowel een borstel machine (§2.3.1) als een hogedrukreiniger (§2.3.2), zoals deze ook in commerciële kassen worden gebruikt. Er is standaard chemisch vuil gedefinieerd (§2.4.1) een gestandaardiseerd proefprotocol uitgewerkt (§2.5.2) en er zijn testen voor het verwijderen van standaard chemisch vuil uitgevoerd.

Er zijn 6 verschillende reinigingsmiddelen (§2.2) getest plus demiwater als referentie en verschillende types AR glazen (LH, HH) van 4 glasleveranciers (1 t/m 4). Bij de reinigingsmiddelen gaat het zowel om specifiek voor AR glas ontwikkelde middelen als ook traditionele reinigingsmiddelen voor glas of chemische of biologische vervuiling in het algemeen. Bij de AR glazen gaat het om verschillende glazen met zowel coating- als ook etsingstechniek.

De resultaten kunnen worden omschreven als volgt:

Geen van de geteste middelen lijkt al het chemische vuil op alle onderzochte glazen te kunnen verwijderen. In combinatie met hogedruk (Figuur 14) en in combinatie met borstelen (Figuur 15) is het lichtverlies al na 1 reinigingsbehandeling van minimaal een type glas met alle middelen groter dan de meettolerantie.

Twee middelen die geheel veilig zijn, namelijk demiwater en Hyperclean X (§3.1), zijn niet de middelen die het meest effectief zijn tegen chemisch vuil (Figuur 16), een ander middel dat geheel veilig is, namelijk XPG-CT1 lijkt wel redelijk effectief te zijn tegen chemisch vuil (Figuur 16), het vierde geheel veilige middel, namelijk Menno ter Forte, neemt een gemiddelde plaats in (Figuur 16) qua effectiviteit tegen chemisch vuil.

Vaker reinigen dan nu standaard in de praktijk (vaker borstelen en/of vaker spoelen) tijdens een schoonmaakbeurt lijkt het vuil soms beter te verwijderen (vooral bij hogedruk), zoals in additionele tests is vastgesteld (Tabel 8).

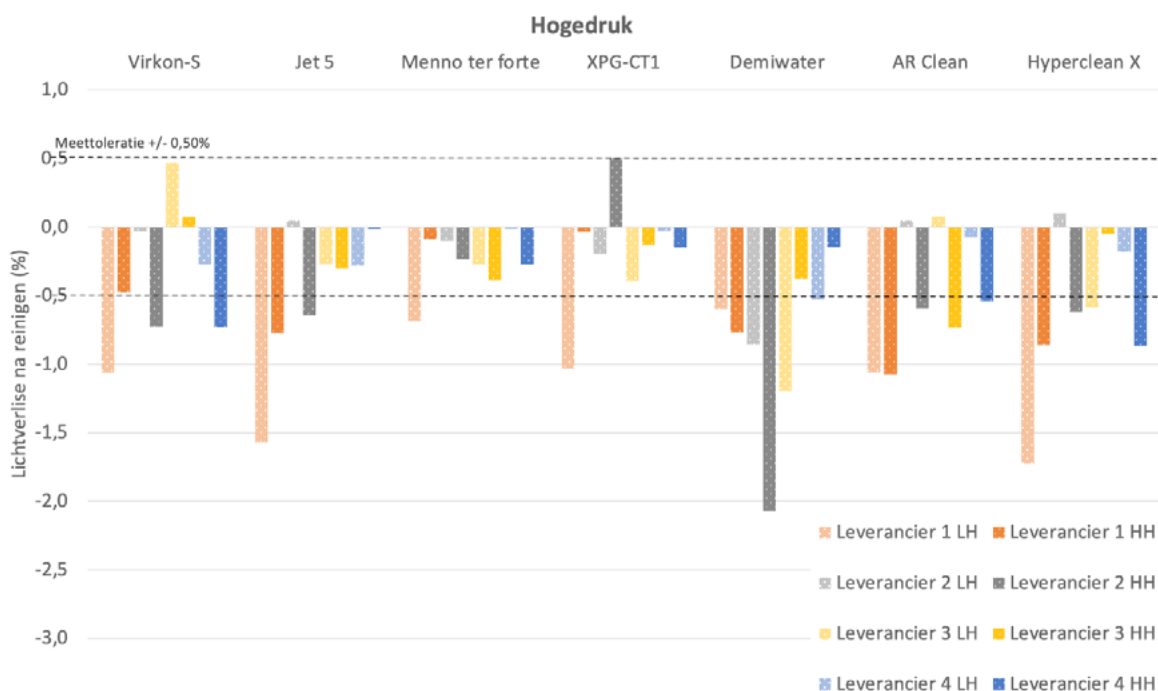
Er lijkt een interactie van het chemische vuil met bepaalde middelen te zijn voor AR glazen van leverancier 1 (Tabel 7 en Figuur 17), het lichtverlies is gemiddeld hoger dan op AR glazen van andere leveranciers.

Er is geen verschil in de effectiviteit van het reinigen per glastype (Figuur 18), m.a.w. LH en HH glas kunnen even goed worden schoongemaakt.

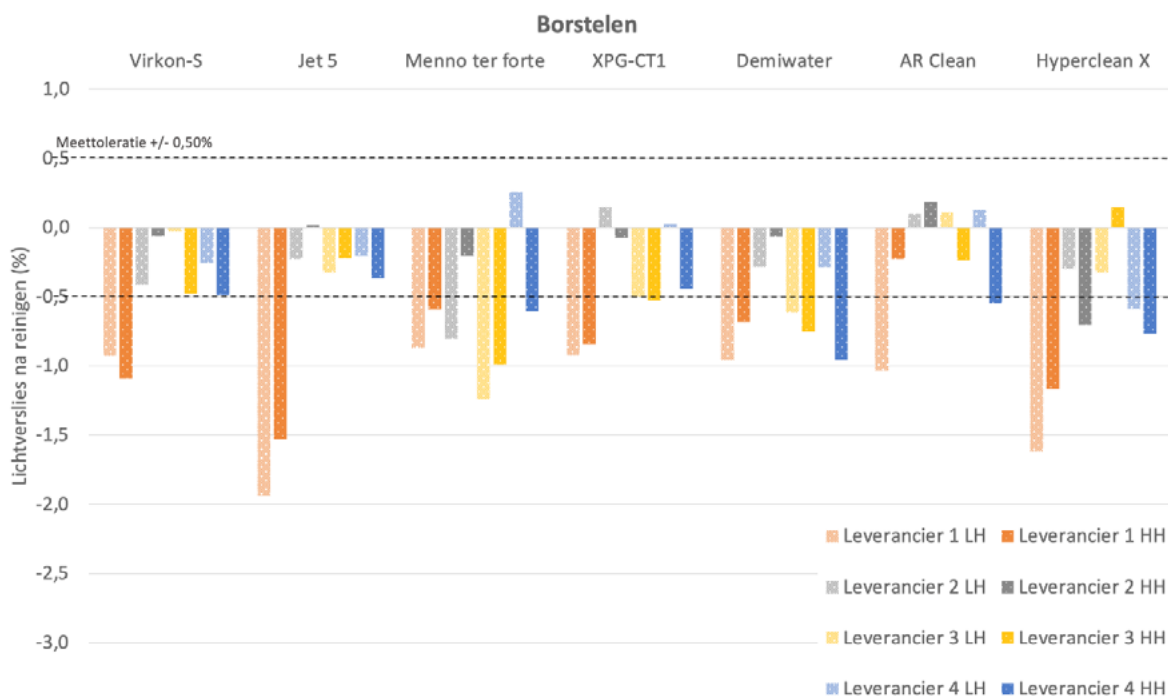
Er is geen verschil in de effectiviteit per reinigingsmethode (Figuur 19), m.a.w. chemisch vuil kan zowel met borstelen als ook met hogedruk even goed of slecht worden verwijderd.

De hier uitgevoerde reinigingstests zijn vergelijkbaar met een keer verwijderen van vuil op het kasdek. Indien er na de test lichtverlies optreedt, door vuil dat achter blijft of door interactie van vuil met de reinigingsmethode, is het aannemelijk dat dit lichtverlies in de loop van de tijd verder toeneemt, door verder ophogend vuil of aantasting door vuil met reinigingsmethode.

- Deze effectiviteitstests zijn gedaan met gemiddelde praktijkconforme condities en de hoogste op de verpakking van de middelen aangegeven concentraties. Afwijkende testcondities (andere concentraties, andere inwerktijden, andere frequenties van gebruik, andere druk, andere rotatiesnelheden van een borstel en andere borsteltypes) kunnen tot andere resultaten leiden.



Figuur 14 Effect van diverse reinigingsmiddelen op het lichtverlies van 8 types AR glas na het verwijderen van chemisch vuil met hogedruk.



Figuur 15 Effect van diverse reinigingsmiddelen op het lichtverlies van 8 types AR glas na het verwijderen van chemisch vuil met borstelen.

Tabel 7

Additionele tests: Effect van extra reinigen met diverse middelen op glazen van leverancier 1 en analyse of de lichttransmissie lager blijft door de reinigingsmethode, het middel of het glas vuil blijft door chemisch vuil

Leverancier	Glastype	Hemisferische lichttransmissie (%)					Opmerking
		Middel	Methode	Voor reinigen	Na reinigen (1x)	Na reinigen (extra spoelen)	
1 LH	Jet5	borstelen	85,3	83,3	83,6		blijft "vuil" door chemisch vuil
1 HH	Jet5	borstelen	83,2	81,6	81,7		blijft "vuil" door chemisch vuil
1 LH	Hyperclean X	borstelen	85,4	83,7	83,8		blijft "vuil" door chemisch vuil
1 LH	DemiWater	borstelen	85,2	84,3	84,1	83,9	blijft "vuil" door chemisch vuil
1 LH	DemiWater	hogedruk	85,0	84,4	84,1	83,8	blijft "vuil" door chemisch vuil

Opmerkingen:

Glazen van leverancier 1 niet aangetast door reinigingsmethode (hogedruk, borstelen) zonder middel samen met borstelen/hogedruk (zie Figuur 10 en Figuur 11, oranje balken onder demiwater, geen lichtverlies buiten meettolerantie).

Glazen van leverancier 1 niet aangetast door middel (Jet 5, Hyperclean X) samen met borstelen/hogedruk zonder chemisch vuil (zie Figuur 10 en Figuur 11, oranje balken onder Jet 5, Hyperclean X, geen lichtverlies buiten meettolerantie).

Aantasting lichtverlies hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door combinatie met chemisch vuil, afhankelijk van middel (Figuur 14 en Figuur 15, diverse oranje balken).

Tabel 8

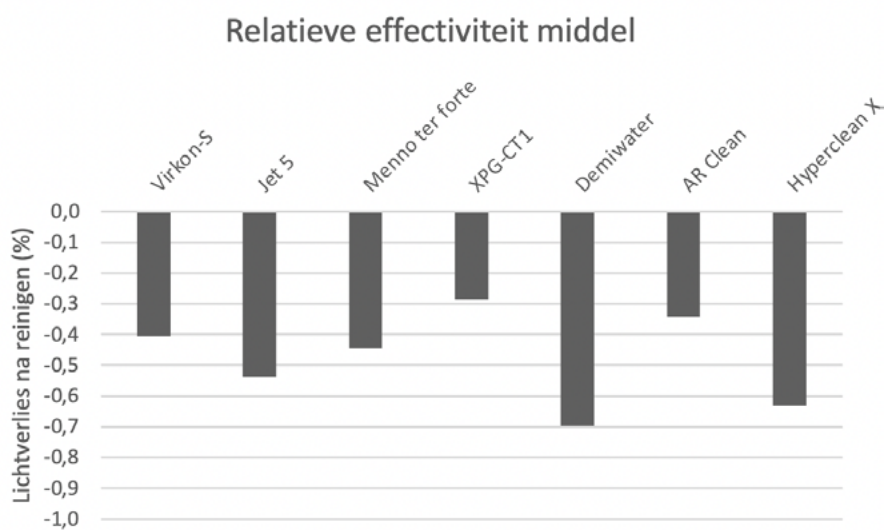
Additionele tests: Effect van extra reinigen met demiwater op glazen van alle leveranciers (1 t/m⁴) en analyse of de lichttransmissie lager blijft door de reinigingsmethode, het middel of het glas vuil blijft door chemisch vuil.

Leverancier	Glastype	Hemisferische lichttransmissie (%)						
		Middel	Methode	Voor reinigen	Na reinigen (1x)	Na reinigen (extra spoelen)	Na extra reinigen (2x)	Opmerking
1	LH	DemiWater	borstelen	85,2	84,3	84,1	83,9	blijft "vuil" door chemisch vuil
1	LH	DemiWater	hogedruk	85,0	84,4	84,1	83,8	blijft "vuil" door chemisch vuil
2	HH	DemiWater	borestelen	87.0	86.8		87.0	goed
2	HH	DemiWater	hogedruk	88,4	86,4		87,3	verbeterde lichttransmissie
3	LH	DemiWater	borstelen	89.8	88.8		89.0	blijft "vuil" door chemisch vuil
3	LH	DemiWater	hogedruk	89,6	88,4		89,2	verbeterde lichttransmissie
4	LH	DemiWater	borstelen	90.6	90.1		90.2	goed
4	LH	DemiWater	hogedruk	90,5	90,0		89,8	blijft "vuil" door chemisch vuil

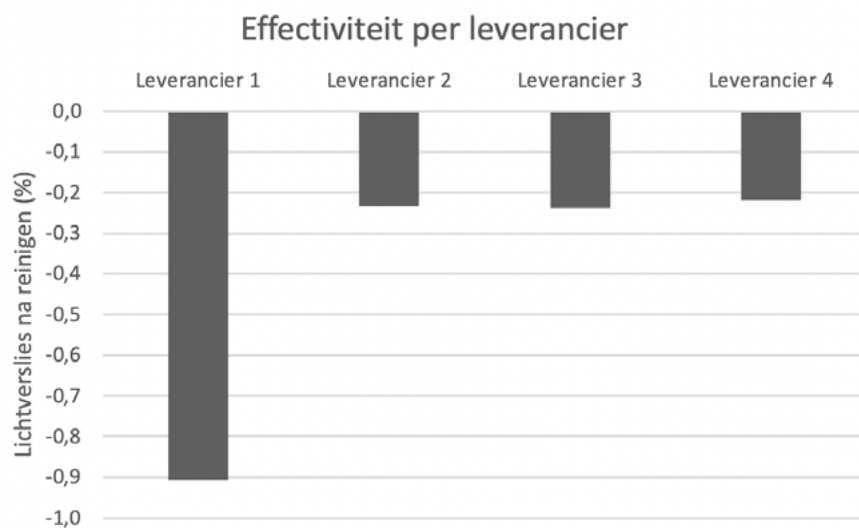
Opmerkingen:

Glazen van leverancier 1 t/m 4 niet aangetast door reinigingsmethode (hogedruk, borstelen) zonder middel samen met borstelen/hogedruk (zie Figuur 10 en Figuur 11, alle balken onder demiwater, geen lichtverlies buiten meettolerantie).

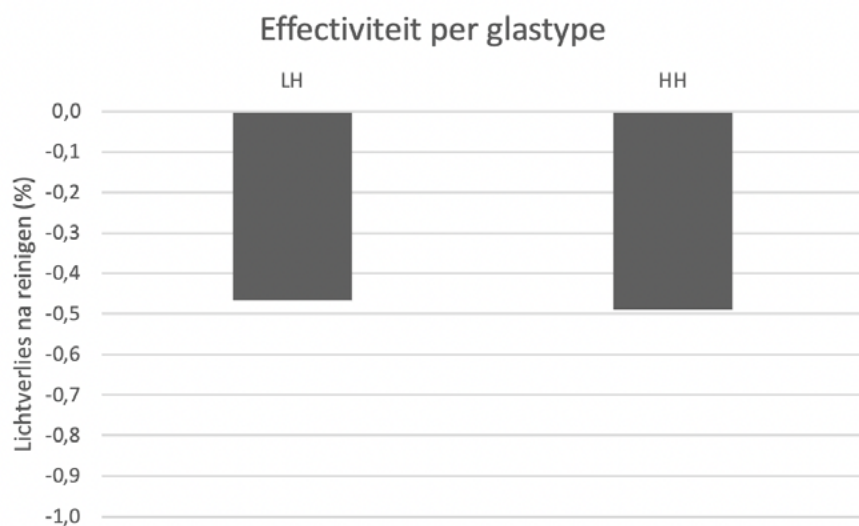
Er blijft min of meer vuil achter na eerste reiniging, kan door vaker reinigen soms worden verwijderd afhankelijk van het glas.



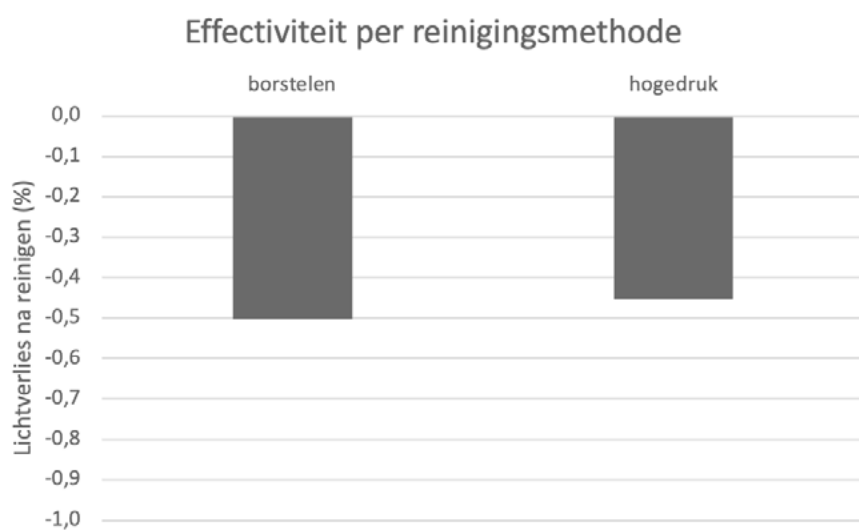
Figuur 16 Relatieve effectiviteit per reinigingsmiddel op het verwijderen van standaard chemisch vuil.



Figuur 17 Relatieve effectiviteit per leverancier op het verwijderen van standaard chemisch vuil.



Figuur 18 Relatieve effectiviteit per glastype op het verwijderen van standaard chemisch vuil.



Figuur 19 Relatieve effectiviteit per reinigingsmethode op het verwijderen van standaard chemisch vuil.

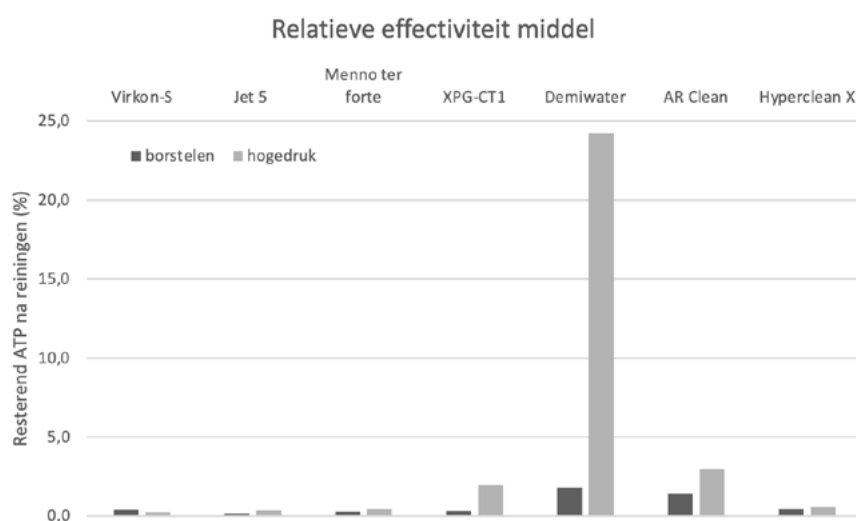
3.3 Effectief reinigen van microbiologisch vuil

In het project "Veilig en effectief schoonmaken van AR glas" is in de fase "effectief reinigen" gekeken met welke reinigingsmiddelen AR glas effectief kan worden schoongemaakt na vervuiling met standard microbiologisch vuil. Daarvoor is een gestandaardiseerde test ontwikkeld om met een borstel machine aan de buitenkant of een hogedrukreiniger aan de binnenkant de jaarlijkse reiniging van het kasdek te simuleren. In samenwerking met machinebouwers zijn er gestandaardiseerde proefopstellingen gemaakt van een zowel een borstel machine (§2.3.1) als een hogedrukreiniger (§2.3.2), zoals deze ook in commerciële kassen zouden worden gebruikt. Er is standaard microbiologisch vuil gedefinieerd (§2.4.1) een gestandaardiseerd proefprotocol uitgewerkt (§2.5.2) en er zijn testen voor het verwijderen van standaard chemisch vuil uitgevoerd.

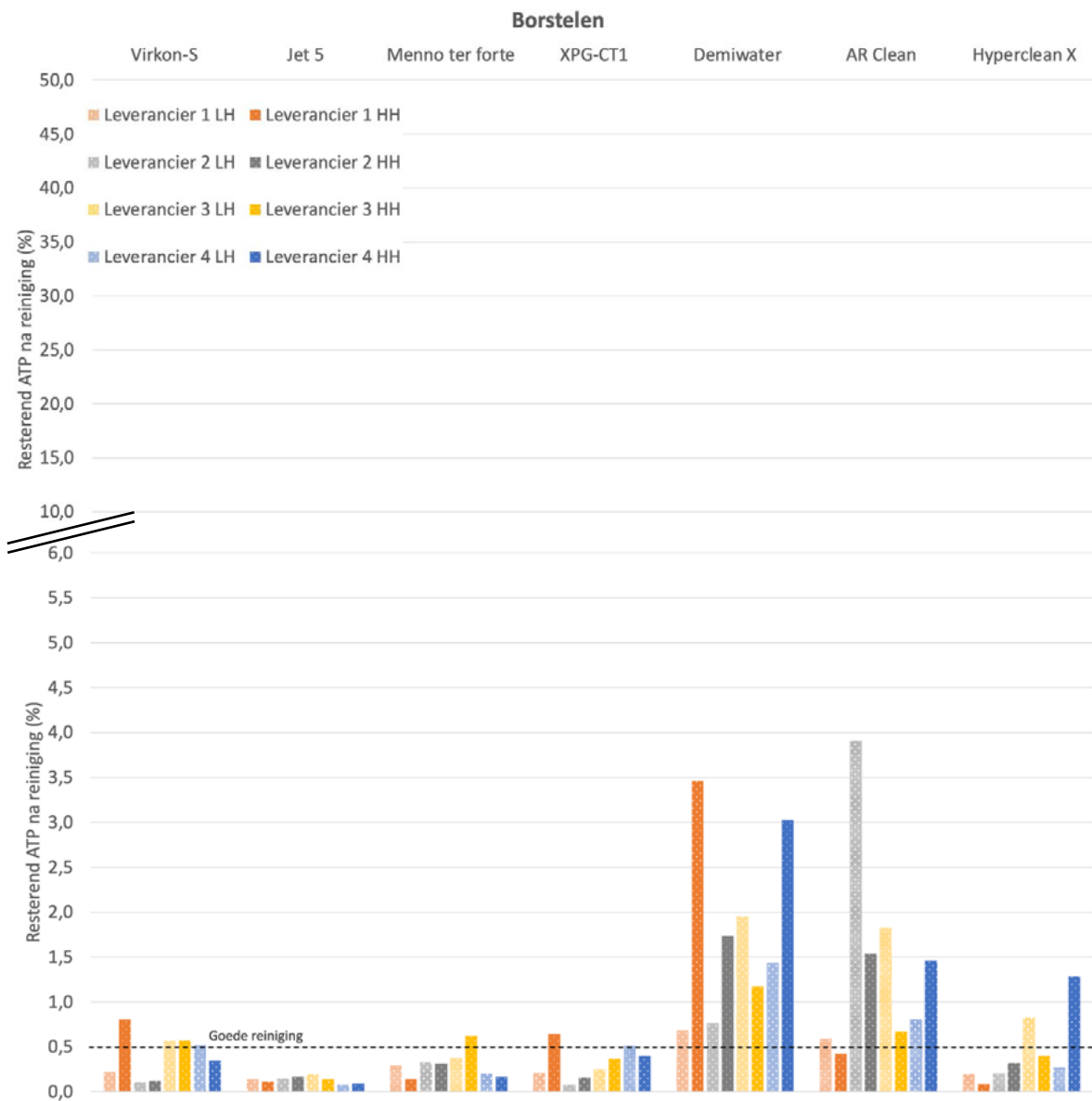
Er zijn 6 verschillende reinigingsmiddelen (§2.2) getest plus demiwater als referentie en verschillende types AR glazen (LH, HH) van 4 leveranciers (1 t/m 4). Bij de reinigingsmiddelen gaat het zowel om specifiek voor AR Glas ontwikkelde middelen als ook traditionele reinigingsmiddelen voor glas of chemische of biologische vervuiling in het algemeen. Bij de AR glazen gaat het om verschillende glazen met zowel coating- als ook etsingstechniek.

De resultaten kunnen worden omschreven als volgt:

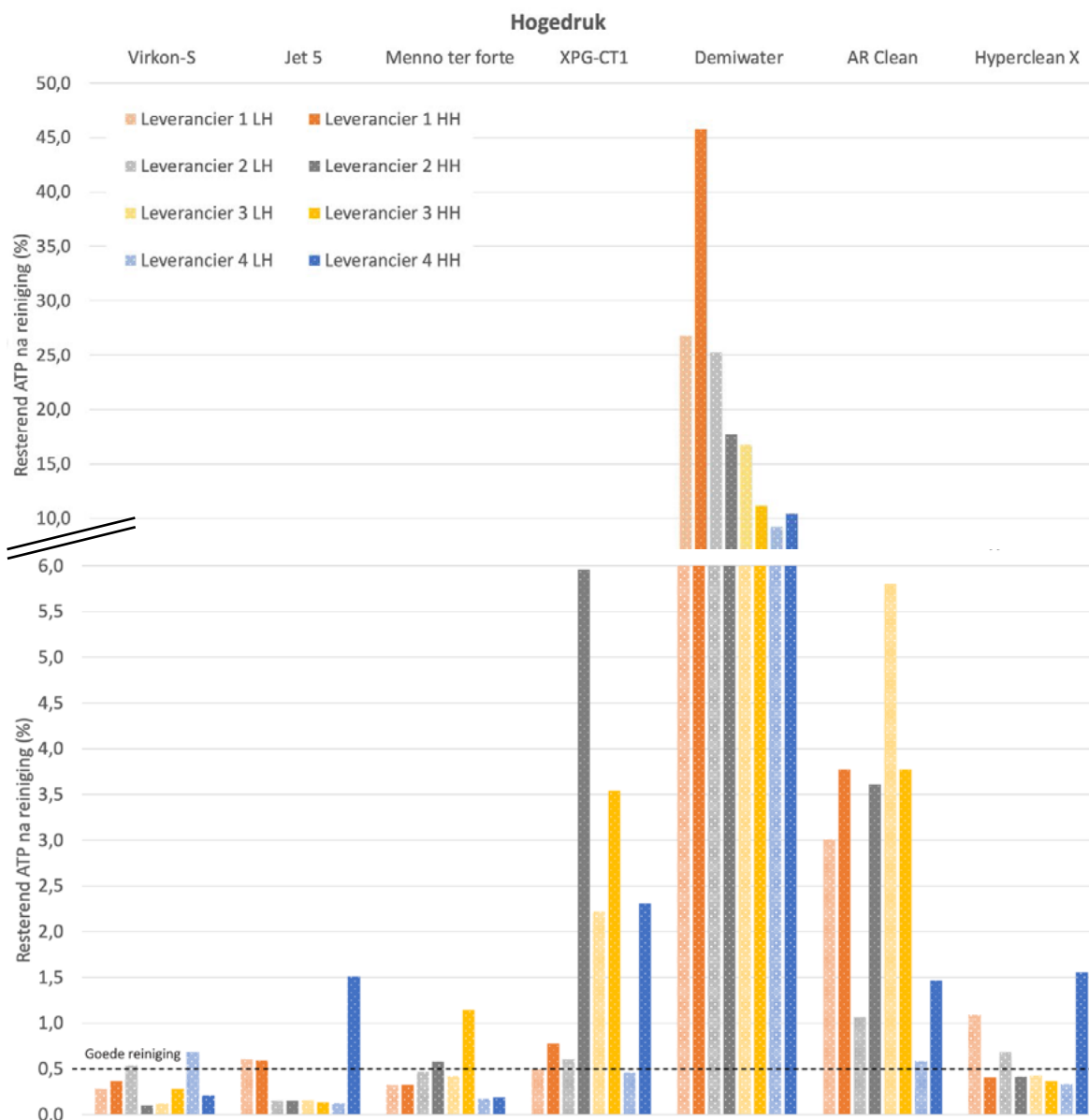
- De effectiviteit van een middel tegen microbiologische vervuiling wordt vastgesteld door de hoeveelheid resterend ATP na de reiniging. De grens voor een goede reiniging zou kunnen worden gelegd bij 0.5% resterend ATP leggen (overeenkomstige met ca. 50 relative light units RLU per 100 cm²) of 1% resterend ATP (ca. 100 RLU/100 cm²).
- Een aantal middelen zijn effectief om microbiologisch vuil op alle AR glazen te kunnen verwijderen. Alleen demiwater en AR Clean zijn weinig effectief tegen microbiologisch vuil zowel met borstelen als ook met hogedruk en XPG-CT1 is minder effectief met hogedruk (Figuur 21, Figuur 22).
- Twee van de middelen die geheel veilig zijn, namelijk Menno ter Forte en Hyperclean X (§3.1) kunnen ook relatief effectief microbiologisch vuil verwijderen (Figuur 20). Maar ook Virkon-S en Jet5 zijn effectief in het verwijderen van microbiologisch vuil (Figuur 20).
- Water verwijderd microbiologisch vuil het slechts, gevolgd door AR Clean en XPG-CT1 (Figuur 20).
- Hogedruk verwijderd microbiologisch vuil minder goed dan borstelen (Figuur 23).
- Bij hogedruk reinigen gaat dit gemiddeld iets slechter op HH glazen, bij borstelen is er geen verschil (Figuur 24).
- Aangezien telers vooral last ervaren van het reinigen van vervuiling aan de binnenkant van het kasdek, zijn de resultaten van de middelen samen met hogedruk het meest relevant. Hier kunnen beter middelen worden gekozen die effectief zijn (Virkon-S en Jet5) en nog beter die ook nog het meest veilig zijn (Menno ter Forte en Hyperclean X).



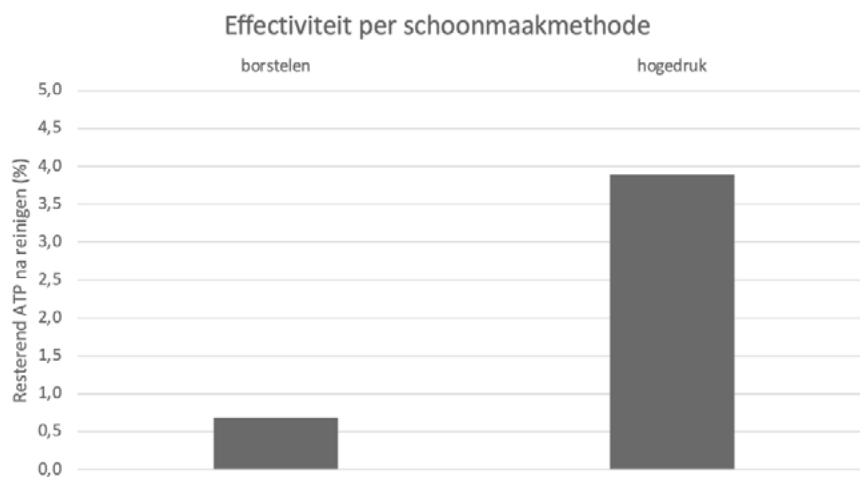
Figuur 20 Relatieve effectiviteit per reinigingsmiddel op het verwijderen van standaard microbiologisch vuil voor borstelen en hogedruk.



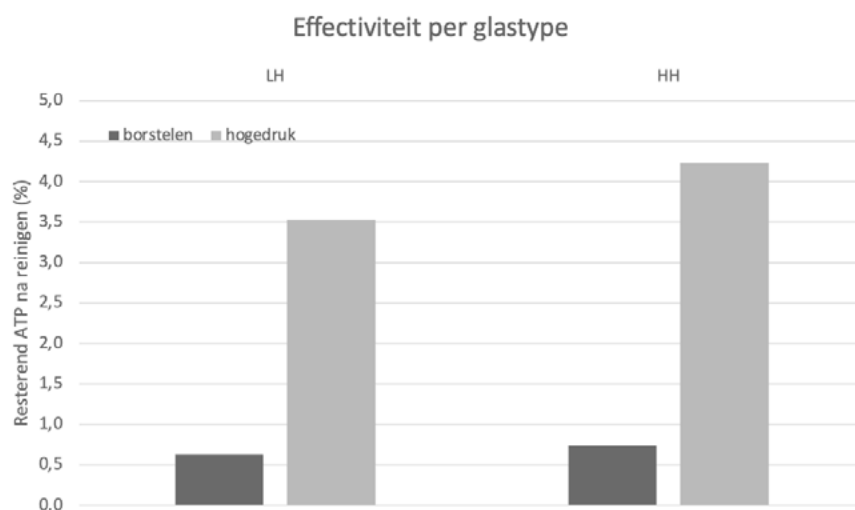
Figuur 21 Effect van diverse reinigingsmiddelen op het lichtverlies van 8 types AR glas na het verwijderen van microbiologisch vuil met borstelen.



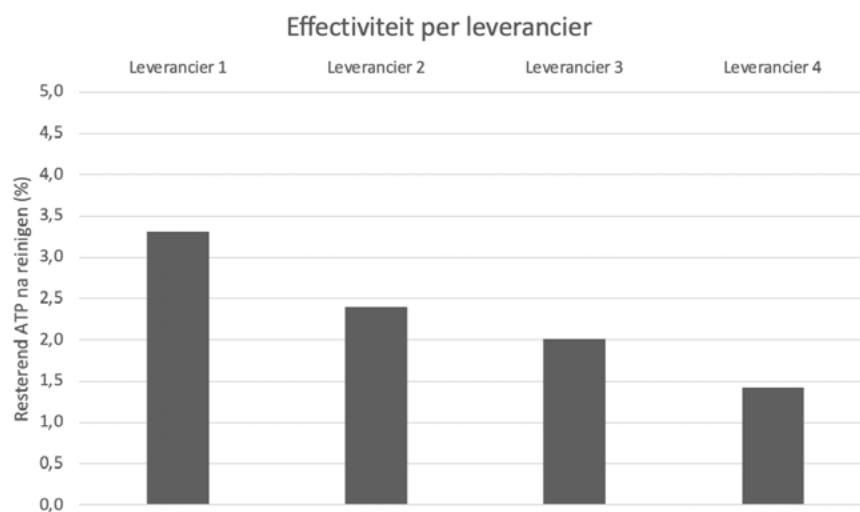
Figuur 22 Effect van diverse reinigingsmiddelen op het lichtverlies van 8 types AR glas na het verwijderen van microbiologisch vuil met hogedruk.



Figuur 23 Relatieve effectiviteit per reinigingsmethode op het verwijderen van standaard microbiologisch vuil.



Figuur 24 Relatieve effectiviteit per glastype op het verwijderen van standaard microbiologisch vuil voor borstelen en hogedruk.



Figuur 25 Relatieve effectiviteit per leverancier op het verwijderen van standaard microbiologisch vuil.

3.4 Synthese resultaten

Om voor tuinbouwondernemers informatie te verstrekken welke reinigingsmiddelen het beste kunnen gebruikt worden voor het reinigen van hun AR glas in de praktijk, zijn de resultaten samengevat in een overzicht (Tabel 9).

De resultaten kunnen als volgt worden omschreven:

- De meest veilige middelen zijn demiwater, Menno ter Forte, Hyperclean X en ReduClean (Figuur 12 geen lichtverlies, Tabel 9 donkergroene vakjes), gevolgd door Virkon-S (Tabel 9 lichtgroene vakjes); andere middelen (Jet 5, HygeniQ, XPG-CT1, AR Clean, AG-Glass Cleaner) laten op meerdere glazen lichtverlies na reiniging zien en zijn dus niet geheel veilig op alle glazen (Tabel 9 gele vakjes), een middel is geheel onveilig (GS-4) (Tabel 9 oranje/rode vakjes) en mag absoluut niet gebruikt worden op AR glas omdat hierdoor het glasoppervlak wordt aangetast en daarmee de AR behandeling wordt verwijderd.
- Demiwater is veilig maar het minst effectief voor het verwijderen van chemisch of microbiologisch vuil (Tabel 9 oranje/rode vakjes, Figuur 30).
- Van de geheel veilige middelen presteert Menno ter Forte het meest effectief voor het verwijderen van zowel chemisch als ook microbiologisch vuil aan de binnenkant (Tabel 9 groene en lichtgroene vakjes, Figuur 28 binnenkant), en is ook effectief tegen microbiologisch vuil aan de buitenkant maar het is niet effectief tegen chemisch vuil als dit met een borstel wordt verwijderd aan de buitenkant (Figuur 28 buitenkant).
- Het andere veilige middel Hyperclean X is matig effectief tegen microbiologisch vuil (Tabel 9 gele en lichtgroene vakjes) en niet effectief tegen chemisch vuil (Tabel 9 rode vakjes) (Figuur 32). Virkon-S is effectief tegen het verwijderen van microbiologisch vuil (Tabel 9 groene vakjes) maar matig effectief tegen het verwijderen van chemisch vuil (Tabel 9 gele vakjes) (Figuur 26).
- Andere onderzochte maar minder veilige middelen zijn wisselend effectief, Jet5 is in effectiviteit vergelijkbaar met Virkon-S (Tabel 9 groene en gele vakjes), XPG-CT1 is matig effectief (Tabel 9 groene, gele en oranje vakjes), AR Clean is weinig effectief (Tabel 9 oranje/rode vakjes) (Figuur 29, Figuur 31).
- Tabel 9 geeft het overzicht over alle resultaten weer, onderliggende resultaten zijn beschreven in §3.1, §3.2 en §3.3, de relatieve veiligheid van alle middelen is weergegeven in Figuur 12, de relatieve effectiviteit voor het verwijderen van chemisch vuil in Figuur 16 en de relatieve effectiviteit voor het verwijderen van microbiologisch vuil in Figuur 20.
- Per middel zijn de onderliggende prestaties samengevat in Figuur 26 t/m Figuur 32.
- Per leverancier en onderzochte glastype zijn de onderliggende prestaties samengevat in Figuur 33 t/m Figuur 36.
- Veiligheidstests zijn tijdens dit onderzoek gedaan met gemiddelde praktijkconforme condities en de hoogste op de verpakking van de middelen aangegeven concentraties en de op de verpakking minimaal nodige inwerktijd zonder het middel op te laten drogen. Afwijkende testcondities (andere concentraties, andere inwerktijden, andere frequenties van gebruik, andere druk en snelheid bij hogedrukreiniging, andere rotatiesnelheden van een borstel en andere borsteltypes) kunnen mogelijk tot andere resultaten leiden. Wij gaan er wel van uit dat de hier doorgevoerde tests de veilige van de in mindere mate veilige middelen kunnen scheiden.

Ook tests voor het verwijderen van chemisch en microbiologisch vuil zijn gedaan met praktijkconforme methodes en condities. Tijdens tests voor het verwijderen van chemisch vuil bleek dat vaker reinigen dan nu standaard in de praktijk (vaker borstelen en/of vaker spoelen) tijdens een schoonmaakbeurt het vuil soms beter kan verwijderen (vooral bij hogedruk). Wellicht kunnen door aanpassingen van de reinigingsmethodes in de praktijk (andere druk en snelheid bij hogedrukreiniging, andere rotatiesnelheden van een borstel en andere borsteltypes) inclusief andere concentraties, inwerktijden van middelen tijdens de reiniging, betere reinigingsresultaten worden bereikt.

Middelen die effectief zijn om microbiologisch vuil te verwijderen zijn niet altijd effectief tegen chemisch vuil. Wellicht kunnen door een combinatie van middelen in de praktijk betere reinigingsresultaten worden bereikt.

Tabel 9

Overzicht alle resultaten in het onderzoek.

Middel	Samenstelling	pH	Concentratie	Opmerking	Veiligheid voor AR glas		Effectiviteit chemisch vuil reinigen		Effectiviteit microbiologisch vuil reinigen		Effectiviteit chemisch vuil reinigen		Effectiviteit microbiologisch vuil reinigen	
					buitenkant kasdek	binnenkant kasdek	buitenkant kasdek	binnenkant kasdek	buitenkant kasdek	binnenkant kasdek	buitenkant kasdek	binnenkant kasdek	buitenkant kasdek	binnenkant kasdek
					borstelen	hogedruk	borstelen	hogedruk	borstelen	hogedruk	borstelen	hogedruk	borstelen	hogedruk
Referentie	demiwater	6.98			0	0	5-	6-	5-	8-				
Virkon-S	pentakalium-bis(peroxymonosulfaat)bis(sulfaat), benzeensulfonzuur, C10-13-alkylderivaten, natriumzouten, appelzuur, sulfamidezuur, natriumtolueensulfonaat, dikaliumperoxodisulfaat, dipenteen	2.5	1%		1-	0	2-	0	3-	0				
Jet 5	waterstofperoxide, peroxidacetic acid	3.1	4%		2-	1-	2-	0	3-	1-				
Greenhouse Glassclean (Hygeniq)	alkyl ether carboxylic acid, sodium salt, ethanol	3.1	10%		2-	1-	N/A	N/A	N/A	N/A				
GS-4*	ammoniumbifluoride	4.3	10%	het wordt verwacht dat deze de AR coating aantast	4-	4-	N/A	N/A	N/A	N/A				
Menno ter forte	didecyltrimethylammoniumchloride, isotridecanoethoxylate, propaan-2-ol, isopropylalcohol, isopropanol	5.5	1%		0	0	5-	0	1-	1-				
XPG-CT1	oxaalcohol ethoxylaate, 5-chloor-2-methyl-2H-isothiazool-3-on en 2-methyl-2H-isothiazool-3-on	6.7	4%	speciaal voor AR coatings ontwikkeld	2-	1-	2-	0	1-	4-				
AR Clean	alcohol ethoxylaate C9-11, 5-chloor-2-methyl-2H-isothiazool-3-on en 2-methyl-2H-isothiazool-3-on	7.1	4%	speciaal voor AR coatings ontwikkeld	2-	1-	1-	4-	4-	7-				
Hyperclean X	natriumhypochloriet	9.5	1%		0	0	5-	1-	5-	2-				
AG-GLASS CLEANER+ (Agrona)	water, plantaardige olie, alcohol, citraat, azijn	11.8	10%	speciaal voor AR coatings ontwikkeld	3-	1-	N/A	N/A	N/A	N/A				
ReduClean	natrium dodecylbenzeensulfonaat, Natriumhydroxide, Sodium p-cumenesulphonate	12.0	20%	verwijderen van temporale coatings, alleen meegenomen in veiligheidstest	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A				

Voor bovenstaande figuur geldt:

N/A niet onderzocht

0 op alle onderzochte AR glazen veilig óf effectief

1- Op 1 glastype van de onderzochte AR glazen niet veilig óf effectief

2- Op 2 glastypes van de onderzochte AR glazen niet veilig óf effectief

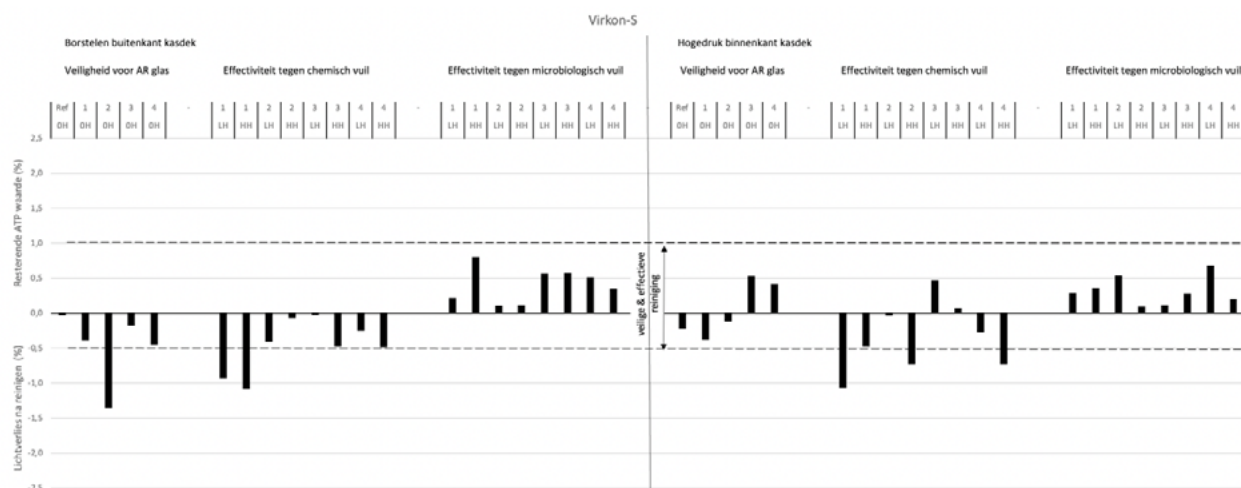
...

8- Op 8 glastypes van de onderzochte AR glazen niet veilig óf effectief

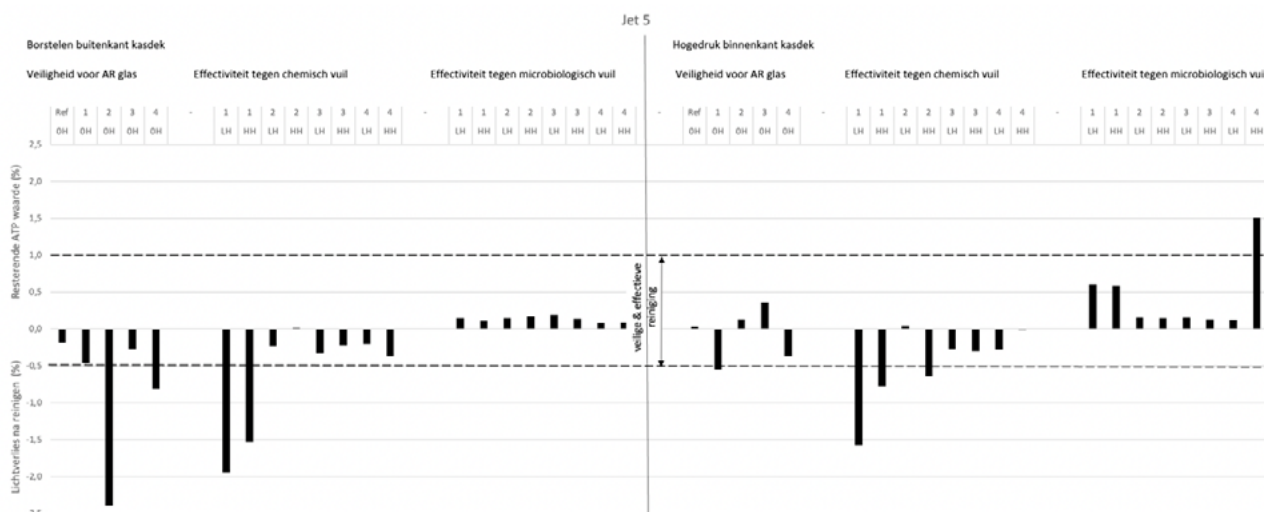
Voor onderstaande figuren geldt:

tot 0.5% lichtverlies of 1% resterende ATP waarde = geheel veilig of geheel effectief

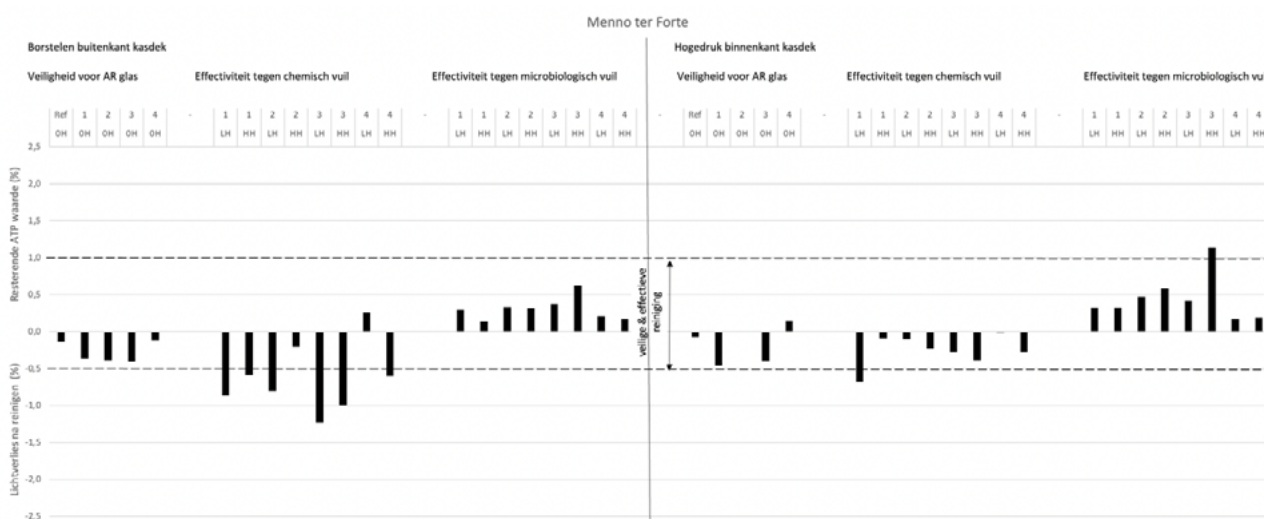
groter dan 0.5% lichtverlies of meer dan 1.0% resterende ATP waarde = weinig veilig of weinig effectief



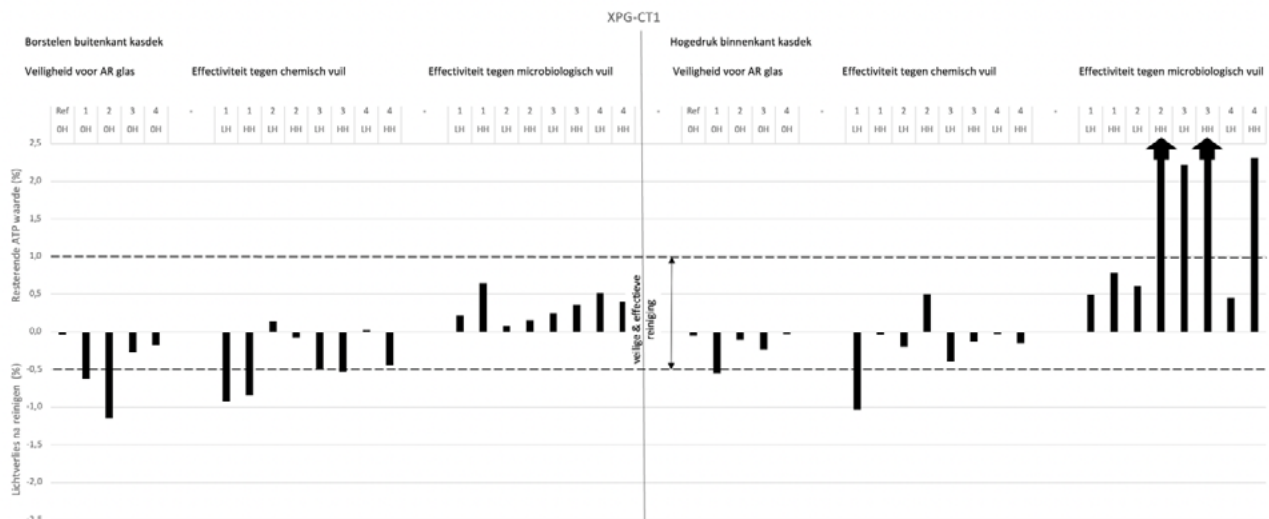
Figuur 26 Prestatie Virkon-S in alle uitgevoerde tests.



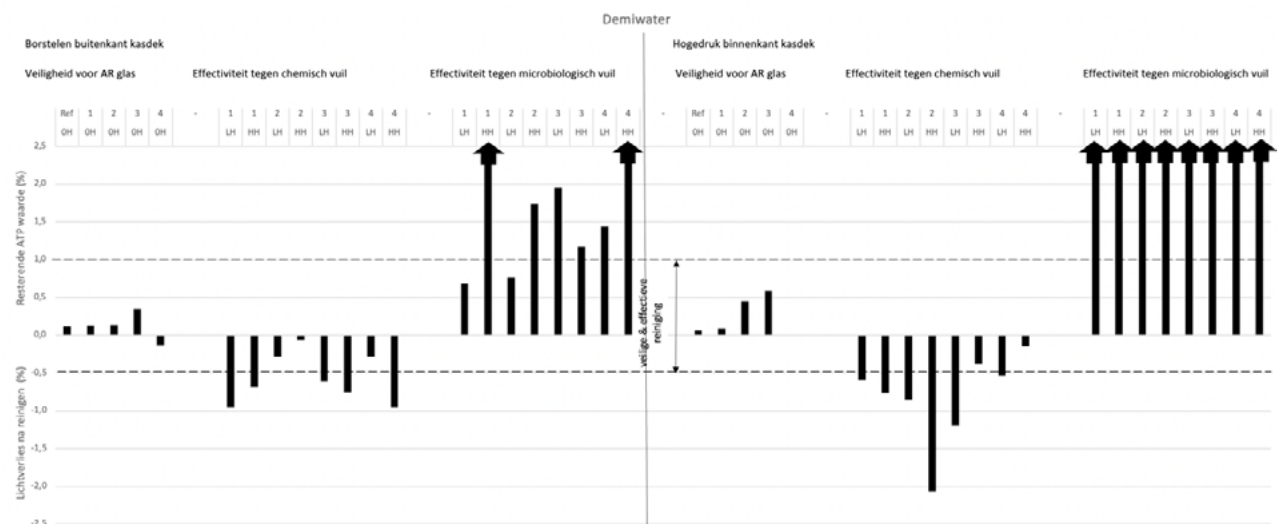
Figuur 27 Prestatie Jet 5 in alle uitgevoerde tests.



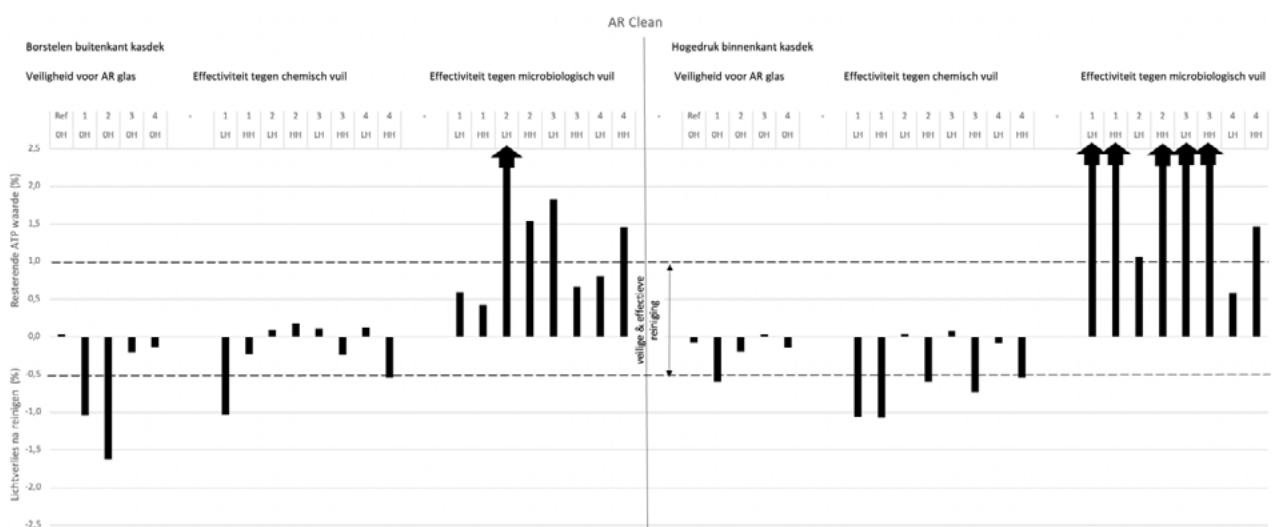
Figuur 28 Prestatie Menno ter Forte in alle uitgevoerde tests.



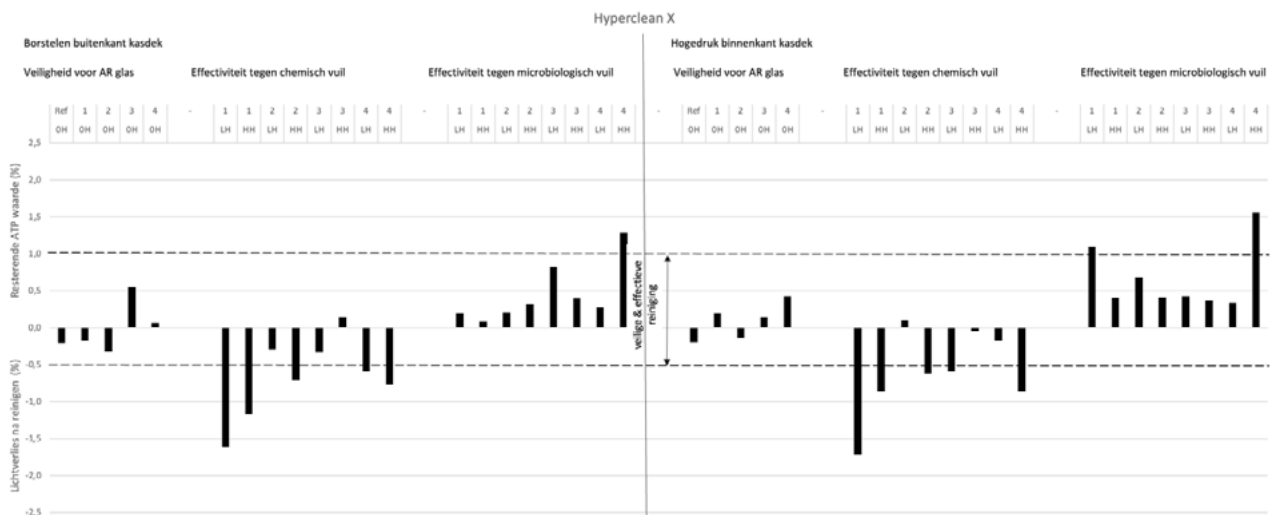
Figuur 29 Prestatie XPG-CT1 in alle uitgevoerde tests.



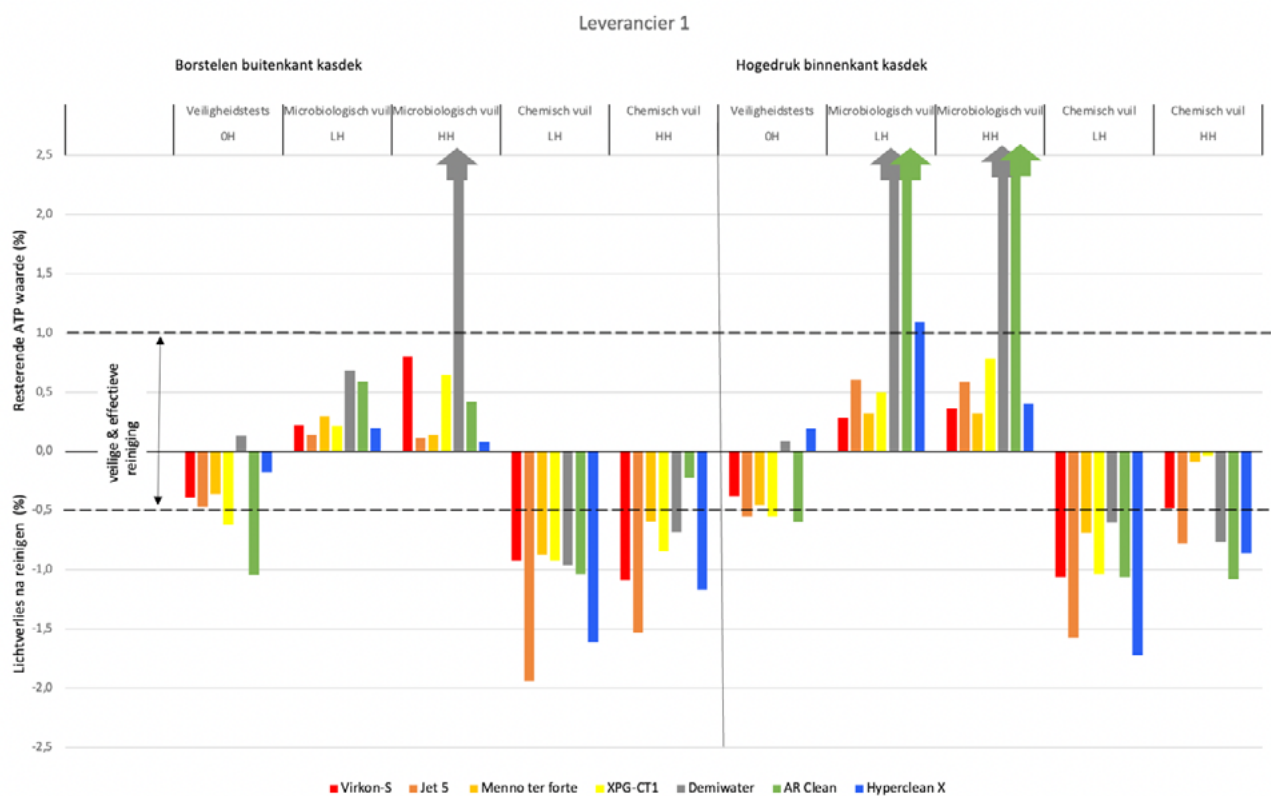
Figuur 30 Prestatie demiwater in alle uitgevoerde tests.



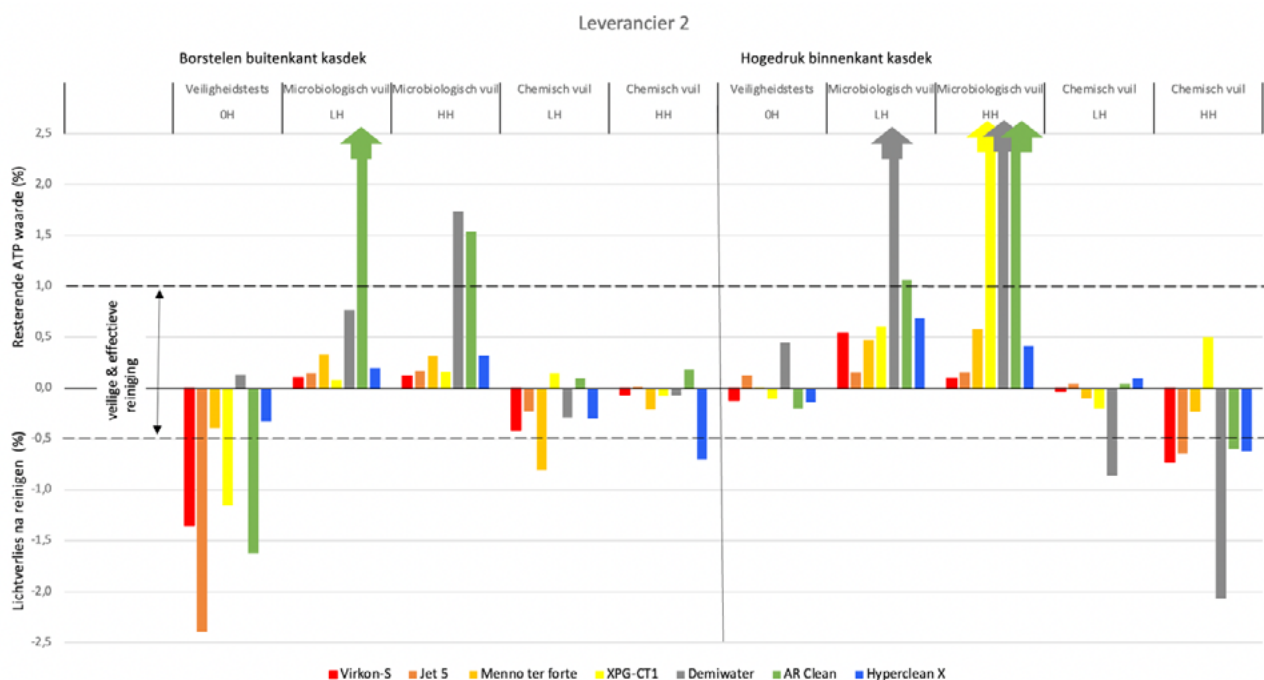
Figuur 31 Prestatie AR Clean in alle uitgevoerde tests.



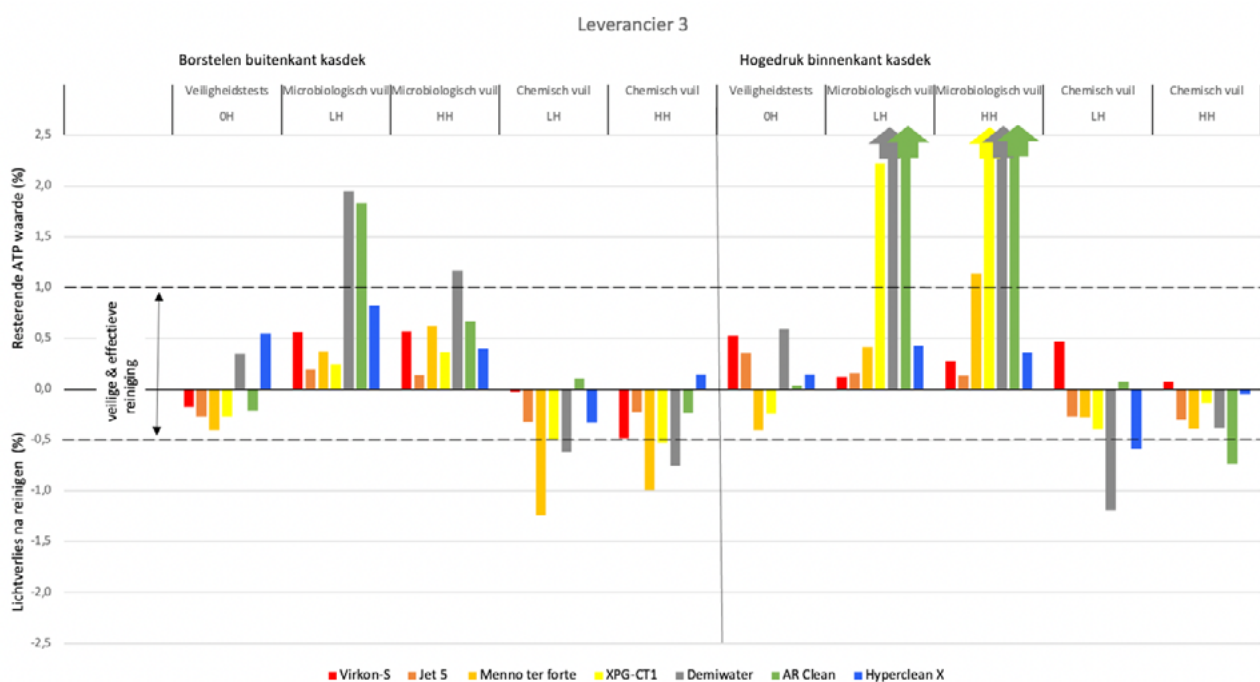
Figuur 32 Prestatie Hyperclean X in alle uitgevoerde tests.



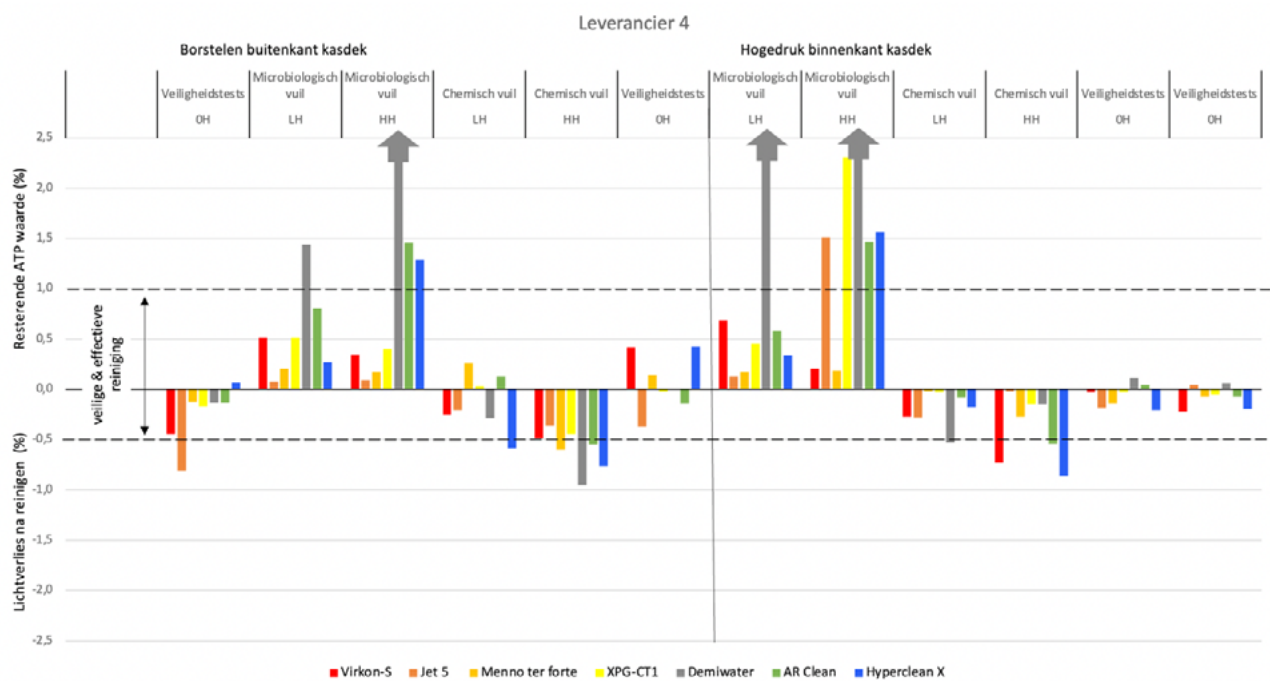
Figuur 33 Resultaten glastypes leverancier 1 in alle uitgevoerde tests



Figuur 34 Resultaten glastypes leverancier 2 in alle uitgevoerde tests



Figuur 35 Resultaten glastypes leverancier 3 in alle uitgevoerde tests.



Figuur 36 Resultaten glastypes leverancier 4 in alle uitgevoerde tests.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Veilig reinigen

- Alle geteste middelen kunnen samen met borstelen en hogedrukspuiten veilig worden gebruikt op traditioneel tuinbouwglas zonder AR behandeling = referentie glas.
- De volgende mdelen zijn altijd veilig op alle AR glazen: (demi) water, Menno ter Forte, Hyperclean X, ReduClean; gevolgd door Virkon-S.
- 1 middel is zeer onveilig op alle glazen met AR: GS4 (fluorhoudend middel), het mag niet gebruikt worden.
- Alle overige middelen (Jet 5, HygeniQ, XPG-CT1, AR Clean en AG-Glass Cleaner) vertonen op het ene glas wel (een lichte) op het andere glas geen aantasting van AR; vooral in combinatie met borstelen, vaak in mindere mate in combinatie met hogedruk. Middelen die een lichtverlies laten zien na reiniging zijn dus niet geheel veilig op alle glazen. Het is aan te bevelen de veiligheid voor een bepaald type AR glas vooraf aan het gebruik te onderzoeken.
- Resultaten zijn vergelijkbaar met 10 jaar gebruik.
- Deze veiligheidstests zijn gedaan met gemiddelde praktijkconforme condities en de hoogste op de verpakking aangegeven concentraties en de op de verpakking aangegeven minimale inwerktijd. Afwijkende testcondities (andere concentraties, andere inwerktijden, andere gebruiksfrequenties, andere druk en snelheid bij hogedrukreiniging, andere rotatiesnelheden van een borstel en andere borsteltypes) kunnen tot andere resultaten leiden.

4.2 Effectief reinigen chemisch vuil

- Geen van de middelen lijkt al het chemische vuil op alle glazen te kunnen verwijderen.
- Middelen die het meest veilig zijn, zijn niet de middelen die het meest effectief zijn (bijv. demiwater en Hyperclean X); Virkon S en Menno ter Forte deden het redelijk op chemische vervuiling, XPG-CT1 was het meest effectief op chemische vervuiling, maar dan weinig effectief op microbiologische vervuiling.
- Vaker reinigen dan nu standaard in de praktijk (vaker borstelen en/of vaker spoelen) tijdens een schoonmaakbeurt lijkt het vuil soms beter te verwijderen (vooral bij hogedruk). Het is aan te bevelen onderzoek te doen naar aanpassingen van de reinigingsmethodes in de praktijk (andere druk en snelheid bij hogedrukreiniging, andere rotatiesnelheden van een borstel en andere borsteltypes) inclusief andere concentraties, inwerktijden van middelen tijdens de reiniging. Ook andere specifiek voor chemisch vuil geschikte middelen zouden moeten worden gezocht.

4.3 Effectief reinigen microbiologisch vuil

- Een aantal middelen zijn effectief om microbiologisch vuil op alle glazen te kunnen verwijderen: Virkon-S, Jet 5, Menno ter Forte; Virkon S en Menno ter Forte deden het ook redelijk op chemische vervuiling.
- Andere middelen zijn niet of matig effectief op microbiologisch vuil: ARClean, demiwater met borstelen/hogedruk en XPG-CT1 samen met hogedruk; XPG-CT1 was wel het meest effectief op chemische vervuiling.
- Hogedruk verwijderd microbiologisch vuil minder goed dan borstelen, en iets slechter op HH glazen. Als microbiologisch vuil achterblijft kunnen schimmels weer verder groeien en worden glazen potentieel sneller weer vuil. Wellicht kunnen aanpassingen aan de reinigingsmethode in de toekomst de effectiviteit verbeteren.
- Aangezien telers vooral last ervaren van het reinigen van vervuiling aan de binnenkant van het kasdek, zijn de resultaten van de middelen samen met hogedruk het meest relevant. Hier kunnen beter middelen worden gekozen die effectief zijn (Virkon-S en Jet5) en nog beter die ook nog het meest veilig zijn (bijv. Menno ter Forte).
- Middelen die effectief zijn om microbiologisch vuil te verwijderen zijn niet altijd effectief tegen chemisch vuil. Het is aan te bevelen om onderzoek te doen of en zo ja welke combinatie van middelen in de praktijk betere totaal reinigingsresultaten kan bereiken.
- Verdere verbetering van het reinigingsproces in de praktijk zal moeten worden onderzocht. Middelen moeten volgens voorschrift op de verpakking worden gebruikt, met de juiste concentraties en inwerktijd zonder deze te laten opdrogen.

De onderzoeksresultaten geven voor telers, glas- en middelenproducenten en voor machinebouwers inzichten om in de toekomst AR glas veiliger en effectiever te kunnen reinigen.

5 Literatuur

Franchitti, E., Pascale, E., Fea, E., Anedda, E., Traversi, D. 2020.

Methods for Bioaerosol Characterization: Limits and Perspectives for Human Health Risk Assessment in Organic Waste Treatment. *Atmosphere*. 11. 452. 10.3390/atmos11050452.

Hansen, V.M., Winding, A., Madsen, A.M. 2010.

Exposure to bioaerosols during the growth season of tomatoes in an organic greenhouse using *Supresivit* (*Trichoderma harzianum*) and *Mycostop* (*Streptomyces griseoviridis*). *Appl Environ Microbiol*. 2010 Sep;76(17):5874-81. doi: 10.1128/AEM.00446-10. Epub 2010 Jul 9. PMID: 20622135; PMCID: PMC2935076.

Hansen, V.M., Meyling, N.V., Winding, A., Eilenberg, J., Madsen, A.M. 2012.

Factors affecting vegetable growers' exposure to fungal bioaerosols and airborne dust. *Ann Occup Hyg*. 2012 Mar;56(2):170-81. doi: 10.1093/annhyg/mer090. Epub 2011 Oct 14. PMID: 22003240; PMCID: PMC3277710.

Swinkels, G.-J., Hemming, S., Mohammadkhani, V., Briaire, B. 2021.

Levensduur van kasdekmaterialen – Van veroudering tot duurzaamheid. WUR rapport WPR-1053. <https://edepot.wur.nl/546803>

Bijlage A Vooronderzoek

A.1 Vuil op praktijkkassen

In het vooronderzoek Veilig en effectief AR Reinigen 1 is geïnventariseerd welk type vuil op praktijkkassen voorkomt. Dit is eerst gedaan op basis van interviews met tuinbouwondernemers, glasfabrikanten, middelenfabrikanten en loonbedrijven. Voorkomend vuil kan verschillen per tuinbouwlocatie en seizoen. Typisch voorkomend vuil kan worden omschreven als:



- *Buitenkant: stof, zand, kalkaanslag, roet, roest, olie, restanten van schermmiddelen, algen, schimmels, mos, vogeluitwerpselen, stuifmeel, pollen, residu van daksproeiers.*



- *Binnenkant: algen, schimmels, resten van bestrijdingsmiddelen, rookgassen, stof, zand, kalkaanslag, bijenpoep.*

Typisch voorkomend vuil kan dus worden onderverdeeld in:

- Anorganisch of chemisch vuil (zand, kalk, gewasbeschermingsmiddelen etc.).
- Organisch of microbiologisch vuil (schimmels, bacteriën etc.).

Beide soorten vuil zijn voor meer gedetailleerde informatie onderzocht in het lab. Chemisch vuil is door middel van diverse detectiemethodes (elektron microscoop, IR spectroscopie, gaschromatografie, chemische analyses) bij DEKRA geïdentificeerd. Microbiologische vuil is door middel van uitplaten, DNA technieken en ATP sneltests in de labs van WUR geïdentificeerd.

A.2 Chemisch vuil

Den Berk Delice heeft van diverse tuinbouwlocaties, welke in verschillende jaren 2013-2018 zijn gebouwd, glasplaten uit praktijkkassen in België aangeleverd. Van deze platen is vuil aan de binnen- en buitenkant afgenomen en geanalyseerd. Chemisch vuil is door middel van diverse detectiemethodes (elektron microscoop, IR spectroscopie, gaschromatografie, chemische analyses) bij DEKRA geïdentificeerd. De volgende elementen zijn gevonden:



- Na, K, B, I, F, Cl, Br, NO₃, PO₄, SO₄, koolwaterstoffen (olie restanten) in alle monsters gevonden
- Binnenkant: ook Al, Mg, P, formiaat, acetaat
- Buitenkant: ook Zn, Ba, Sr, Al, weekmakers van onbekende samenstelling

Op basis van dit resultaat kan worden gesteld dat standaard chemisch vuil volgens de definitie in EN 1096 ook voor dit project als "standaard chemisch vuil" kan worden gedefinieerd (zie §2.4.1).

A.3 Microbiologisch vuil

Microbiologisch vuil heeft als basis bioaerosolen welke overal in kassen en in de buitenlucht voorkomen. Typisch zijn dit bacteriën (10^4 - 10^6 kve/m³ lucht), schimmelsporen (10^2 - 10^7 kve/m³ lucht), algen etc. (Hansen *et al.* 2012; Franchitti *et al.* 2020). De hoeveelheden en het type micro-organismen in dergelijk bioaerosolen in de kas is sterk afhankelijk van de teelt, teeltfase en toegepaste maatregelen, zoals bespuitingen met (biologische) middelen tegen schimmels die via de lucht zich kunnen verspreiden (Hansen *et al.* 2010). De in de bioaerosolen voorkomende micro-organismen kunnen uiteindelijk in een biofilm op glasoppervlak groeien. Ze hebben hiervoor organisch koolstof (C org) nodig voor de groei, met uitzondering van micro-organismen die kunnen fotosyntetiseren, zoals algen. Dit is op een kasdek vooral problematisch als de organismen een kleur hebben en hierdoor samen met ander vuil de lichttransmissie verlagen (A3. Hoeveelheid vuil).

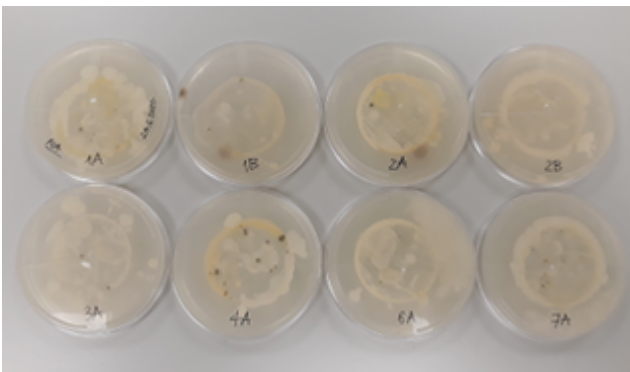
A.3.1 Monsters op glazen opgehaald uit de praktijk (2022)

Den Berk Delice heeft van diverse kascomplexen glasplaten uit praktijkkassen in Merksplas, België aangeleverd (glasplaten 1 t/m 7). Het ging om diverse diffuse AR glazen met verschillende leeftijd (uit 2013-2018) welke ongeveer een jaar niet meer zijn schoongemaakt. Van deze platen zijn monsters aan de beide kanten van de glasplaat (gekenmerkt door A of B) afgenomen met behulp van filters (Figuur 37). Dit is gedaan op vuile platen en later nog eens op met demiwater schoongemaakte platen. Het verzamelde vuil op de filters is door WUR geanalyseerd op microbiologisch vuil.

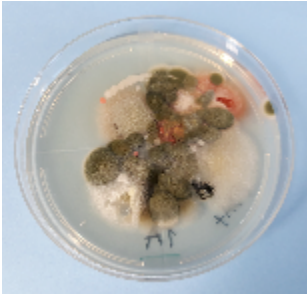


Figuur 37 Afname vuil met filters op vuile en schone glazen uit de praktijk.

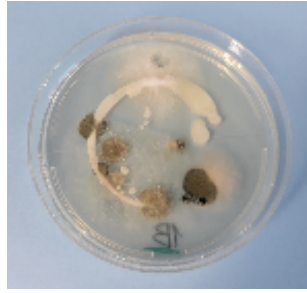
Het op de filters verzamelde microbiologische vuil is door uitplaten op NA platten onderzocht op bacteriegroei en door uitplaten op PDA+ platten onderzocht op schimmel groei. De groei van bacteriën is te zien in Figuur 27 en de groei van schimmels in Figuur 39. De verschillende soorten zijn gedetermineerd d.m.v. sequentie analyse. Het resultaat van de groei van de diverse schimmelsoorten is weergegeven in Figuur 40, hun identiteit is omschreven in Tabel 10.



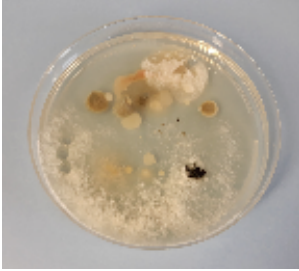
Figuur 38 Bacterie groei na uitplaten vuil van glasplaten uit de praktijk (1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 4A, 6A, 7A).



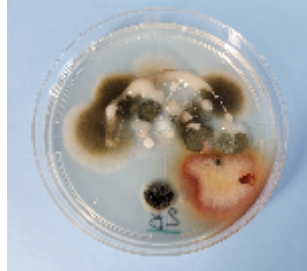
Plaat 1A



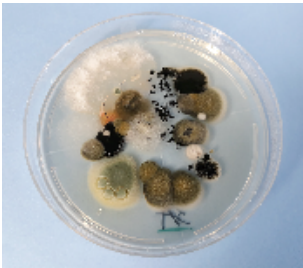
Plaat 1B



Plaat 2A



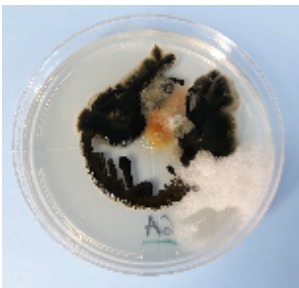
Plaat 2B



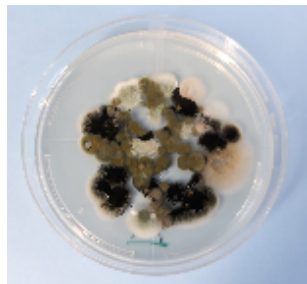
Plaat 3A



Plaat 4A

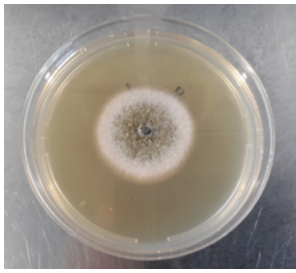


Plaat 6A

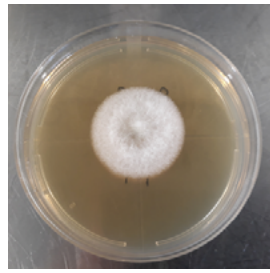


Plaat 7A

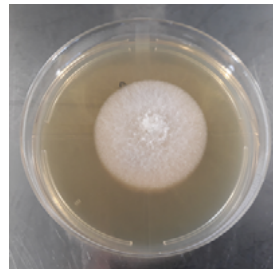
Figuur 39 Schimmel groei na uitplaten vuil van glasplaten uit de praktijk (1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 4A, 6A, 7A).



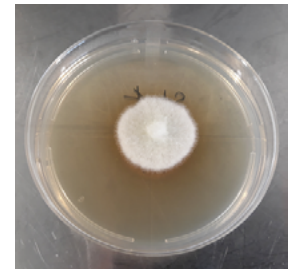
Sch1



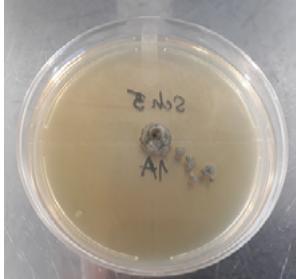
Sch2



Sch3



Sch4



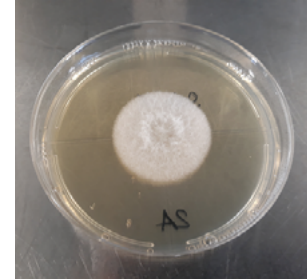
Sch5



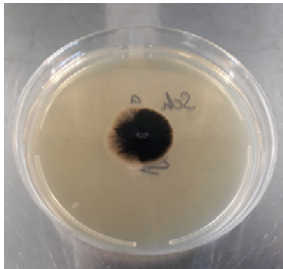
Sch6



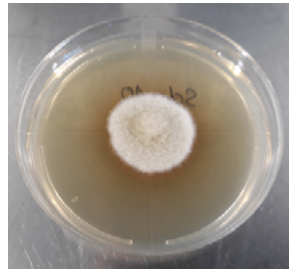
Sch7



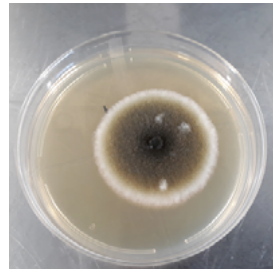
Sch8



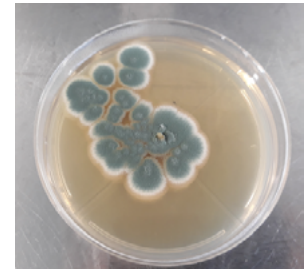
Sch9



Sch10



Sch11



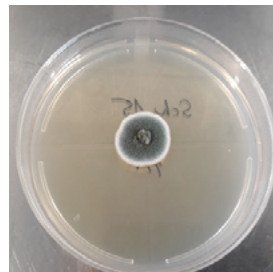
Sch12



Sch13



Sch14



Sch15



Sch16



Sch17

Figuur 40 Reine kweken van diverse schimmelsoorten (morfologisch) gevonden op vuile glasplaten uit de praktijk.

Tabel 10

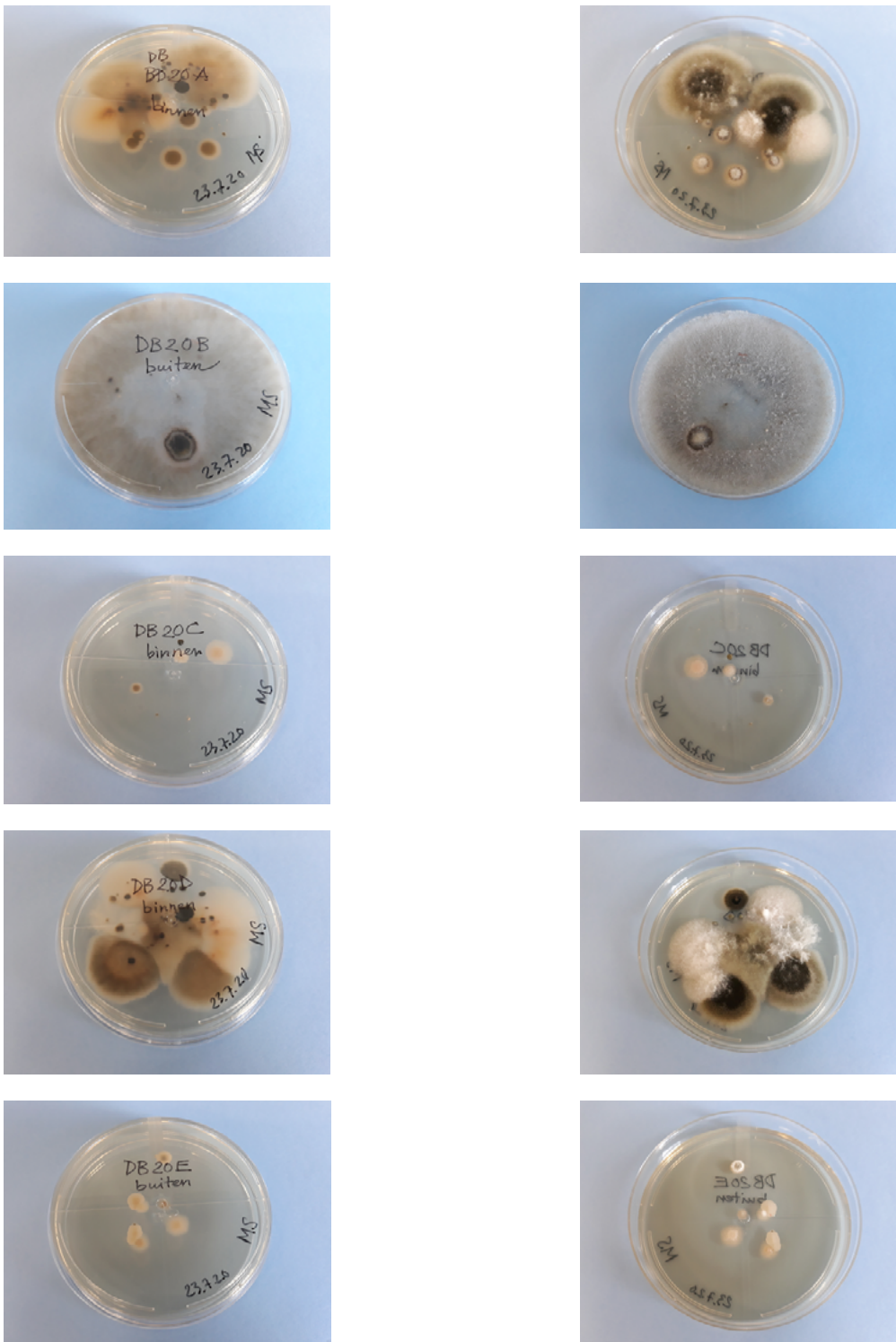
Identiteit van de diverse schimmelsoorten volgens BLAST search analyse.

Schimmel soort	Komt voor op glasplaat	...en op glasplaten	Identiteit schimmel volgens BLAST search analyse
1	1A	2B, 6A	<i>Epicoccum nigrum</i>
2	1A	1B, 2A, 2B, 3A, 7A	<i>Alternaria sp. (ethzedia)/ infectoria..</i>
3	1A	1B, 2A, 2B, 3A, 7A	<i>Alternaria sp. (infectoria)/ ethzedia..</i>
4	1A		<i>Didymella glomerata</i>
5	1A	7A	<i>Cladosporium sp. (macrocarpum)</i>
6	1B		<i>Fusarium oxysporum</i>
7	2A		<i>Trichoderma sp. (harzianum)</i>
8	2A	1B, 2B, 3A, 7A	<i>Alternaria sp. (ethzedia)/ infectoria..</i>
9	2B	1A, 2A, 3A, 4A, 6A, 7A	<i>Aureobasidium melanogenum/ pullulans</i>
10	2B	1A, 6B	<i>Epicoccum nigrum</i>
11	2B		<i>Alternaria tenuissima/ alternata</i>
12	3A		<i>Penicillium thomii/ glabrum</i>
13	4A	1A, 2A, 3A, 6A, 7A	<i>Aureobasidium sp. (melanogenum)/ pullulans</i>
14	6A		<i>Arthrimum phaeospermum</i>
15	7A		<i>Penicillium atrovenetum</i>
16	7A		<i>Cladosporium sp. (sinuosum)</i>
17	7A		<i>Penicillium atrovenetum; Cladosporium sp. (sinuosum)/</i>

Figuur 28 laat de schimmels zien zoals deze groeien na afname van monsters van vuile glasplaten uit praktijkkassen. Hiernaar zijn dezelfde glasplaten met demiwater schoongemaakt en zijn weer monster afgenomen van de nu schone glasplaten. Figuur 41 laat de schimmels zien zoals deze groeien uit overbleven sporen op de glasplaten. Wij zien dat er minder schimmels groeien maar dat overgebleven sporen wel weer uit kunnen groeien.

Conclusies:

- Schimmels komen voor aan binnen- en buitenkant van praktijkglazen.
- Er zijn ook bacteriën gevonden op de glazen: veel *Bacillus*; *Bacillus mycoides*; niet alle bacteriën groeien in medium in petrischalen; *Bacillus* overleeft als endosporen (misschien niet heel actief op glas).
- Er zijn diverse schimmels gevonden op de glazen: *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aureobasidium* etc.
- Na schoonmaak van glazen met demiwater kunnen overgebleven schimmels sporen weer uitgroeien tot kolonies..
- De door tuinbouwondernemers aangewezen problematische zwarte schimmel (*Aureobasidium melanogenum*) komt minder voor na schoonmaak met demiwater. Er blijven wel andere schimmels over: *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* etc.
- Vooral van gekleurde schimmels wordt verwacht dat deze problematisch zijn op kasdekken omdat die lichtdoorlatendheid van glas kunnen beïnvloeden.



Figuur 41 Schimmel groei na uitplaten met demiwater schoongemaakte glasplaten uit de praktijk.

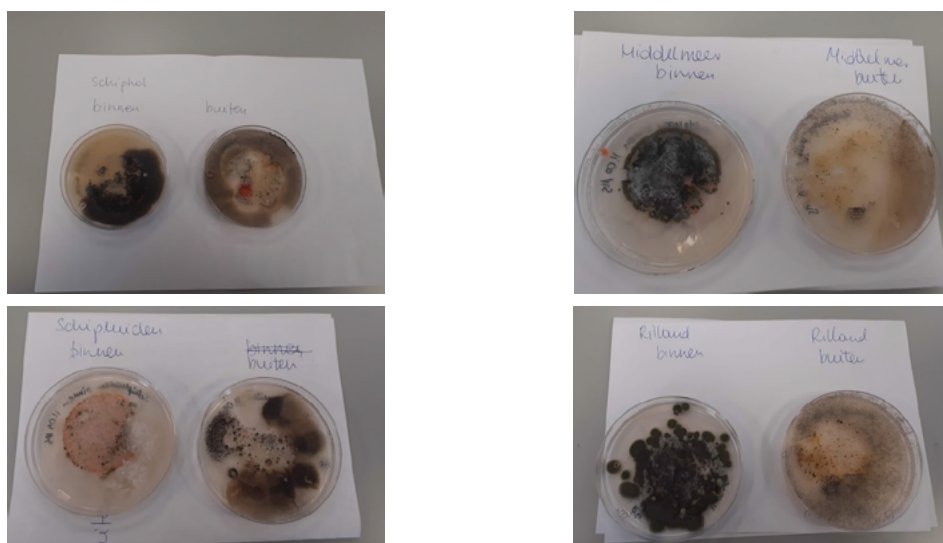
A.3.2 Monsters direct op het kasdek in de praktijk (2020)

In diverse kascomplexen en locaties van Agrocare en Schenkeveld zijn in 2020 monsters op het kasdek zowel aan de binnenkant als ook de buitenkant in de praktijk genomen. Monsters zijn afgenomen met behulp van filters (Figuur 37). Vergelijkbaar met de in "A3.1 Monsters op glazen opgehaald uit de praktijk" omschreven methodiek zijn de voorkomende schimmelsoorten geïdentificeerd. Het resultaat is weergegeven in Tabel 11 en Figuur 42 en vergelijkbaar met eerder gevonden resultaten.

Tabel 11

Schimmelsoorten voorkomende op diverse kaslocaties aan de binnen- of buitenkant van het kasdek op vier locaties in de praktijk in 2020.

Kaslocatie	Schimmelsoorten	
	Binnenkant kasdek	Buitenkant kasdek
Schenkeveld Schiphol	<i>Aerobasidium, Mucor, Sclerotinia</i>	<i>Epicoccum, Trichoderma, Rhizoctonia, Aspergillus</i>
Schenkeveld Schipluiden	<i>Alternaria, Pythium, Penicillium, Aspergillus, Sclerotinia</i>	<i>Alternaria, Pythium, Epicoccum</i>
Agrocare Middenmeer	<i>Aerobasidium, Alternaria, Pythium, Cladosporium</i>	<i>Penicillium, Mucor, Rhizoctonia, Alternaria, Aspergillus</i>
Agrocare Rilland	<i>Mucor, Alternaria, Phytophthora, Cladosporium</i>	<i>Mucor, Alternaria, Pythium, Penicillium</i>



Figuur 42 Schimmel groei na uitplaten van monster uit de praktijk.

Op dezelfde kasdekken in de praktijk zijn ook ATP monsters afgenomen. Dit is een maatstaf voor levende microbiologische organismes, hoe hoger de ATP waarde (uitgedrukt in relative light units RLU), hoe meer levende microbiologische organismes er voorkomen. Een steriel oppervlak zou de waarde 0 hebben. In Tabel 12 worden de in de praktijk gemeten ATP waardes aan de binnen- en buitenkant van het kasdek in vuile en schone toestand weergegeven. Het valt op dat vervuiling in diverse kassen en locaties zeer verschillend kan zijn, het valt verder op dat de buitenkant in het algemeen een hogere vervuiling laat zien dan de binnenkant.

Tabel 12

ATP metingen (in relative light units RLU) op diverse kaslocaties aan de binnen- of buitenkant van het kasdek in de praktijk op twee locaties voor en na schoonmaak (vuil en schoon) in 2020, monstername op 25 cm² oppervlakte.

Kaslocatie		Relative Light Units (RLU)				
		Vuil		Schoon		
		Binnen	Buiten	Binnen	Buiten	
Schenkeveld	Schiphol	1688	17578	47	419	
Schenkeveld	Schipluiden	47338	17174	198	278	Binnen algengroei langs rand, mogelijk oorzaak van hoge waarde vuil binnen?
Agrocare	Middenmeer	739	826	N/A	N/A	Redelijk schoon dek
Agrocare	Riland	8281	21822	N/A	N/A	

In het kascomplex van Schenkeveld in Schiphol zijn in 2022 opnieuw monsters genomen op diverse plekken op de binnenkant van het kasdek in de praktijk. Dit is gedaan in twee verschillende afdelingen, de afdeling Noord had een redelijk recent schoongemaakt kasdek en een nieuwe tomatenteelt, de afdeling Oost had nog een 'vuil' kasdek en een enkele maanden oude tomatenteelt. De gevonden schimmelsoorten worden weergegeven in Tabel 13. In Tabel 14 worden de gemeten ATP waardes aan de binnenkant van het kasdek in de vuile en schone afdeling weergegeven. Het valt op dat de afdeling Noord een zeer schoon kasdek had, bij de afdeling Oost was het kasdek meer vervuild, maar minder dan in 2020 gemeten in diverse kassen.

Tabel 13

Schimmelsoorten voorkomende op diverse plekken aan de binnenkant van het kasdek op een locaties in de praktijk in 2022.

Kaslocatie		Schimmelsoorten
		Binnenkant kasdek
Schiphol Noord		<i>Rhodotorula sp.</i> , <i>Cladosporium ramotenellum</i> , <i>Pennicillium sp.</i>
Schiphol Oost		<i>Aureobasidium pullulans</i> , <i>Aureobasidium melanogenum</i> , <i>Rhodotorula sp.</i>

Tabel 14

ATP metingen (in relative light units RLU) op diverse kaslocaties aan de binnen- of buitenkant van het kasdek in de praktijk op twee locaties voor en na schoonmaak (vuil en schoon) in 2022, monstername op 100 cm² oppervlakte.

Kaslocatie		Plek monstername	Relative Light Units (RLU)	
			Afdeling Oost (vuil)	Afdeling Noord (schoon)
			Binnen	Binnen
Schenkeveld	Schiphol	midden	537	11
		zijkant	979	13
		onderin	731	21
		onderin	395	27

Conclusies:

- De vervuiling van kasdekken in de praktijk met microbiologische vervuiling kan afhankelijk van de locatie en duur van de teelt behoorlijk verschillend zijn.
- Schimmels komen voor aan binnen- en buitenkant van praktijkglazen, de buitenkant vertoont vaak zelfs een grotere microbiologische vervuiling.
- Er zijn diverse gekleurde schimmels gevonden op de glazen: *Alternaria* (bruin), *Penicillium* (groen), *Aureobasidium* (zwart), *Aspergillus* (bruin) etc.
- Het meten van ATP geeft een goed beeld van de vervuiling van het kasdek. Na schoonmaak is deze aanzienlijk lager.
- Na schoonmaak van glazen in de praktijk kunnen overgebleven schimmelsporen echter weer uitgroeien tot kolonies.
- De door tuinbouwondernemers aangewezen problematische zwarte schimmel (*Aureobasidium melanogenum*) wordt niet gevonden in de onderzochte schoongemaakte kasafdelingen. Er werden wel andere schimmels gevonden: *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* etc.
- Vooral van gekleurde schimmels wordt verwacht dat deze problematisch zijn op kasdekken.

A.4 Hoeveelheid vuil en effect op lichttransmissie

Den Berk Delice heeft van diverse tuinbouwlocaties glasplaten uit praktijkkassen in België aangeleverd. Het ging om diverse diffuse AR glazen met verschillende leeftijd (uit 2013-2018). Op deze platen zijn er lichtmetingen door WUR LightLab op vuile en met demiwater schoongemaakte platen uitgevoerd.

- Transmissie_vuil: Er zijn lichtmetingen op de ruiten op verschillende spots uitgevoerd, omdat de vuil concentratie op de ruiten niet overal hetzelfde was.
- Transmissie_schoon: Spot I en spot III zijn met demi water + een doekje schoon gemaakt en er zijn opnieuw lichtmetingen uitgevoerd.

Tabel 15

Hemisferische lichttransmissie van vuile en met demiwater schoongemaakte glasplaten uit diverse praktijkkassen.

WUR ID	Beschrijving	Hemisferische lichttransmissie				Verschil lichttransmissie schoonste spot en vuilste spot
		Vuil				
		Spot I	Spot III	Spot I	Spot III	
DB20A	Locatie 1	83,0	81,9	83,4	83,9	0,9
DB20B	Locatie 2	87,9	85,7	88,1	85,2	2,4
DB20D	Locatie 4	85,8	85,6	85,7	85,7	1,0
DB20E	Locatie 5	88,6	88,9	89,5	89,9	1,3
DB20F	Locatie 6	82,2	82,4	82,9	82,6	0,7
DB20G	Locatie 7	85,7	83,4	86,4	84,4	3,0

De metingen laten zien dat eenzelfde plaat in vuile toestand meer dan 2% kan verschillen in lichttransmissie. Na schoonmaken van een plaat met demiwater en een doek stijgt de lichttransmissie op dezelfde spot. De originele lichttransmissie van de nieuwe glazen is onbekend, maar is minimaal gelijk aan de spot met de hoogste lichttransmissie na schoonmaken. Op basis daarvan kunnen wij schatten dat vervuiling ca. 1-3% verlies in lichttransmissie (glazen diverse locatie), optredend binnen 1 jaar veroorzaakt. Dit kan wellicht meer zijn als wij ervan uitgaan dat demiwater niet het meest effectieve schoonmaakmiddel is (§3.4).

Bijlage B Milieueffecten

Milieueffecten van middelen zijn kwalitatief bekeken op basis van informatie van producenten, bestaande regels en in de toekomst verwachte regels.

B.1 Regelgeving

De volgende bestaande regelgeving is relevant:

1996: Besluit Glastuinbouw

Regelgeving over milieuveiligheid zijn per bedrijfsvoering opgesteld. Uitgebreide informatie hierover is te vinden op <https://wetten.overheid.nl/BWBR0013430/2012-01-01>.

2000 Kader Richtlijn Water

Europese wetgeving welke als doel heeft om de kwaliteit van oppervlakte en grondwater te waarborgen. Uitgebreide informatie hierover is te vinden op <https://www.rivm.nl/kaderrichtlijn-water-krw>. Voor dit project is het volgende belangrijk: Binnen de KRW bestaat de Richtlijn Prioritaire Stoffen en een richtlijn grondwater, dit is weer verder uitgewerkt in Europese milieukwaliteitsnormen waarin maximaal toelaatbaar risiconiveaus zijn opgenomen en de streefwaardes welke doorgaans 1/100ste daarvan zijn. Er zijn hier drie versies van, namelijk de maximale concentratie voor kortdurige blootstelling, toelaatbaar jaargemiddelde en concentratie van de stof in prooidieren. Beleid wordt opgesteld om de streefwaardes te halen.

2013 Activiteiten Besluit Milieubeheer

Milieu wetgeving is hierin voor iedere activiteit opgesteld in de plaats van per bedrijfsvoering, hierin is onder andere de zuiveringsplicht voor de glastuinbouw geregeld. Uitgebreide informatie hierover is te vinden op <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2022-07-01>.

B.2 Begrippen

De volgende begrippen zijn relevant:

EC10: Effect concentration waarbij 10% van de testgroep het effect vertoont ten opzichte van de controle groep

NOEC: No Observed Effect Concentration uit langdurige toxiciteits studies

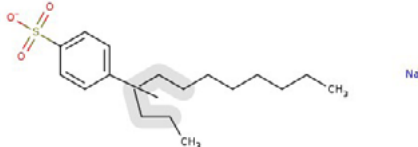
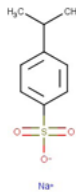
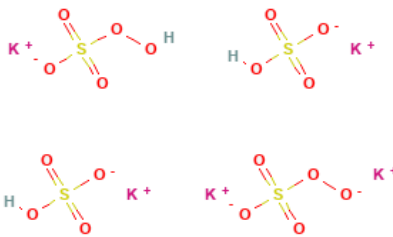
LOEC: Lowest Observed Effect Concentration

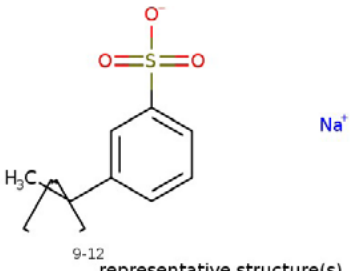
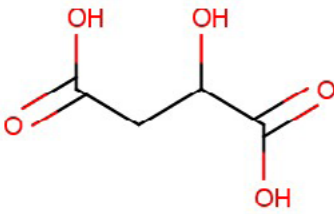
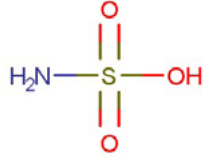
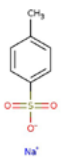
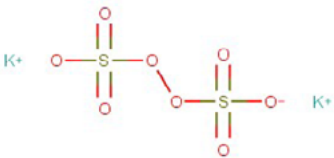
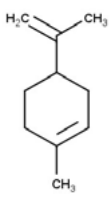
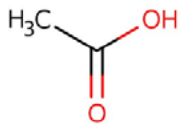
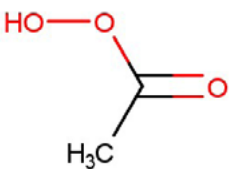
MATC: maximal acceptable toxicant concentration wordt bepaald als het gemiddelde van NOEC en LOEC

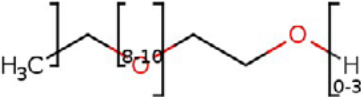
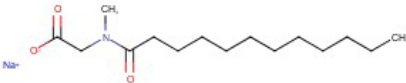
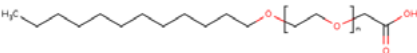
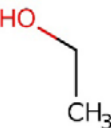
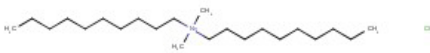
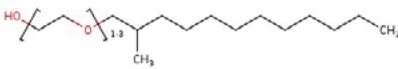
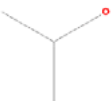
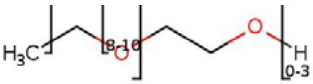
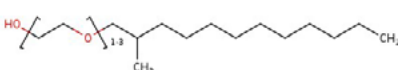
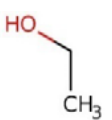
Classification categories			
Short-term (acute) hazard (Note 1)	Long-term (chronic) hazard (Note 2)		
	Adequate chronic toxicity data available		Adequate chronic toxicity data not available (Note 1)
	Non-rapidly degradable substances (Note 3)	Rapidly degradable substances (Note 3)	
Category: Acute 1 $L(E)C_{50} \leq 1.00$	Category: Chronic 1 $NOEC \text{ or } EC_x \leq 0.1$	Category: Chronic 1 $NOEC \text{ or } EC_x \leq 0.01$	Category: Chronic 1 $L(E)C_{50} \leq 1.00$ and lack of rapid degradability and/or $BCF \geq 500$ or, if absent $\log K_{ow} \geq 4$
Category: Acute 2 $1.00 < L(E)C_{50} \leq 10.0$	Category: Chronic 2 $0.1 < NOEC \text{ or } EC_x \leq 1$	Category: Chronic 2 $0.01 < NOEC \text{ or } EC_x \leq 0.1$	Category: Chronic 2 $1.00 < L(E)C_{50} \leq 10.0$ and lack of rapid degradability and/or $BCF \geq 500$ or, if absent $\log K_{ow} \geq 4$
Category: Acute 3 $10.0 < L(E)C_{50} \leq 100$		Category: Chronic 3 $0.1 < NOEC \text{ or } EC_x \leq 1$	Category: Chronic 3 $10.0 < L(E)C_{50} \leq 100$ and lack of rapid degradability and/or $BCF \geq 500$ or, if absent $\log K_{ow} \geq 4$
	Category: Chronic 4 (Note 4) Example: (Note 5) No acute toxicity and lack of rapid degradability and $BCF \geq 500$ or, if absent $\log K_{ow} \geq 4$, unless $NOECs > 1 \text{ mg/l}$		

Source: UN GHS Purple Book

B.3 Samenstelling en mogelijke milieueffecten van reinigingsmiddelen

Reinigings- middel	Stof naam Cas nummer	structuur	groep	Norm*
Reduclean	CAS: 25155-30-0 EG: 246-680-4 Natrium dodecylbenzeensulfonaat		Alkylbenzene sulfonate	W: 0.7 µg/l S: 701 µg/kg
Reduclean	CAS: 15763-76-5 EG: 239-854-6 Sodium p-cumenesulphonate		Alkylbenzene nee sulfonate	
Reduclean	CAS: 1310-73-2 EG: 215-185-5 Natrium Hydroxide	NaOH	Anorganisch nee alkali zout	
Virkon-S	CAS: 70693-62-8 EG: 74-778-7 Pentakalium- bis(peroxymonosulfaat) bis(sulfaat)		Anorganisch nee zout	

Virkon-S	CAS; 68411-30-3 EG: 270-115-0 Benzeensulfonzuur		Alkylbenzene NG sulfonate	
Virkon-S	CAS: 6915-15-7 EG: 230-022-8 Appelzuur		Zwak organisch zuur	NG
Virkon-S	CAS: 5329-14-6 EG: 226-218-8 Sulfamidezuur			nee
Virkon-S	CAS: 12068-03-0 EG: 235-088-1 Natriumtolueensulfonaat		Alkylbenzene NG sulfonate	
Virkon-S	CAS: 7727-21-1 EG: 231-781-8 Dikaliumperoxodisulfaat		Anorganisch zout	nee ¹
Virkon-S	CAS; 138-86-3 EG: 205-341-0 Dipenteen		terpeen	W: 0.14 µg/l S: 52.5 µg/kg
Jet-5	CAS: 7722-84-1 EG: 231-765-0 Waterstof peroxide		Oxidator Biocide	nee
Jet-5	CAS: 64-19-7 EG: 200-580-7 azijnzuur		Zwak organisch zuur, biocide	nee
Jet-5	CAS: 79-21-0 EG: 201-186-8 perazijnzuur		Zwak organisch zuur,	nee

Jet 5	CAS: 68439-46-3 EG: geëthoxyeerde alcoholen, C9-C11		alcohol	W: 0.2 µg/l S: 65.0 µg/kg
Greenhouse Glasclean	CAS: EG: Sodium N-lauroylsarcosinate		carboxylate	NG
Greenhouse Glasclean	CAS: 33939-64-9 EG: 933-252-3 Alkyl ether carboxylic acid, sodium salt		Carboxylate	NG
Greenhouse Glasclean	CAS: 64-17-5 EG: 200-578-6 ethanol		alcohol	W: 400 µg/l S: 910 µg/kg
GS-4	CAS: 1341-49-7 EG: 215-676-4 Ammoniumwaterstofdifluoride	NH4+ F F-	Anorganisch ammonium zout	nee ²
Menno ter Forte	CAS: 7173-51-5 EG: 230-525-2 didecyl dimethyl ammonium chloride		biocide	W: 3.1 µg/l
Menno ter Forte	CAS: 69011-36-5 EG: 500-241-6 Isotridecanoethoxylate		alcohol	W: 15 µg/l
Menno ter Forte	CAS 67-63-0 EG: 200-661-7 isopropanol		biocide	W: 98 mg/l S: 20 mg/kg
AR Clean	CAS: 68439-46-3 EG: 614-482-0 Alcohol ethoxylate C9-11		alcohol	W: 0.2 µg/l S: 65.0 µg/kg
XPG-CT1	CAS: 69011-36-5 EG: 500-241-6 Isotridecanoethoxylate		alcohol	W: 15 µg/l
AG-Glas Cleaner+	CAS: 64-17-5 EG: 200-578-6 ethanol		alcohol	W: 400 µg/l S: 910 µg/kg
Hyperclean X	CAS: 7681-52-9 EG: 231-668-3 Natriumhypochloriet		biocide	W: 0.3 µg/l

*NG: niet gevonden op <https://rvszoeksysteem.rivm.nl/Stoffen>,

nee: stof gevonden maar geen milieu norm voor emissies van toepassing

wanneer er wel een norm van toepassing is zijn de volgende afkortingen gebruikt om de MTR waardes te noteren: W – zoet oppervlakte

Water, S – Sediment, G – Grond, GW – GrondWater

1op 12-05-2020 verwijderd van lijst potentieel zeer zorgwekkende stoffen

B.4 CTBG toelating en veiligheid gebruik reinigingsmiddelen in de kas

Virkon S → <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations/12363>

PT02: "Ter bestrijding van bacteriën (excl. bacteriesporen en mycobacteriën), gisten en virussen in ruimtes of op materialen, oppervlakken en schoeisel in kassen zonder gewasopstand, en in ruimtes bestemd voor het verblijf van mensen" à dus op glas, niet tijdens aanwezigheid van het gewas in de kas

Jet 5 → <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations/3510>

PT04: "Ter bestrijding van bacteriën (exclusief bacteriesporen), gisten, schimmels en virussen op betonvloeren, teelttafels, bevoeiingsmatten, druppelsystemen, plantcontainers, stekbakjes, plantenkwekerkisten, antiworteldoek en handgereedschap ten behoeve van de teelt van land- en tuinbouwgewassen" en "Ter bestrijding van bacteriën (exclusief bacteriesporen), gisten, schimmels en virussen op oppervlakken en materialen ten behoeve van de teelt van eetbare paddenstoelen, echter met dien verstande, dat gebruik niet is toegestaan in teeltruimten tijdens de teelt, noch in ruimten waarin eetbare paddenstoelen zijn opgeslagen." à dus niet expliciet op glas, wel op onderdelen die gebruikt worden voor het gewas, niet tijdens aanwezigheid van gewas in de kas

Menno ter Forte → <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations/861>

PT02: "Ter bestrijding van plantpathogene bacteriën in lege kassen en warenhuizen, middel ter bestrijding van plantpathogene bacteriën in lege kassen en warenhuizen; middel ter bestrijding van plantpathogene bacteriën op betonvloeren, teelttafels, bevoeiingsmatten, druppelsystemen, plantcontainers, stekbakjes en plantkwekerskisten." En "Ontsmetting ter bestrijding van plantpathogene bacteriën op glas, opstanden en gevels. Menno Ter Forte heeft geen schadelijke nawerking of dampwerking." à dus op glas toegelaten, niet tijdens aanwezigheid van gewas in de kas, daarna geen schadelijke nawerking

Hyperclean X → <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations/14041>

PT04: "Ter bestrijding van bacteriën (exclusief bacteriesporen), gisten en virussen op oppervlakken en materialen in kassen, andere teeltruimten, lege bewaar- en verwerkplaatsen van substraten, zaden, planten(delen), bloemen, knollen, bollen, groenten en fruit" à dus op glas en gewas toegelaten

GS-4 → NG, in dit onderzoek als niet veilig bevonden voor AR glas, niet toepassen op AR glas

Greenhouse Glassclean (HygeniQ) → NG, in dit onderzoek als niet geheel veilig bevonden voor het AR glas, verder geen effectiviteitstests gedaan

XPG-CT1 → NG, in dit onderzoek als niet geheel veilig bevonden voor het AR glas, matig effectief

AG-GLASS CLEANER+ (Agrona) → NG, in dit onderzoek als niet geheel veilig bevonden voor het AR glas, verder geen effectiviteitstests gedaan

Reduclean → NG, veilig voor gebruik op AR glas, wordt vooral aan buitenkant toegepast, komt dan niet in aanraking met gewas

*NG: niet gevonden in <https://toelatingen.ctgb.nl>

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



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

Rapport WPR-1171

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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.