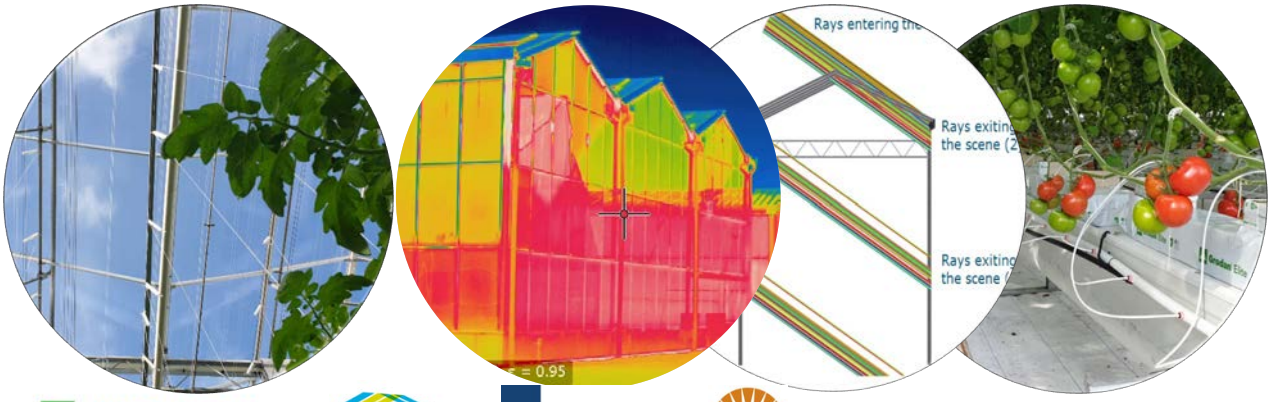
Nieuwe ontwikkelingen kasdekmaterialen: meer natuurlijk licht en meer isolatie

EnergiekEvent 7 juni 2023, Bleiswijk

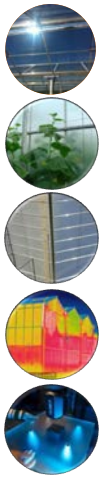
Silke Hemming, WUR Glastuinbouw



WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH
LTO Glaskracht Nederland
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
KAS ALS ENERGIEBRON

1

Overzicht



- Achtergrond: Kasdekmaterialen-wat moet ik hierover weten?
- Kans: Diffuus licht–ook in de praktijk?
- Probleem: AR glas–hoe reinig ik in mijn kasdek?
- Uitdaging: Energiebesparing–zijn lage low-e coatings de toekomst?
- Toekomst: Wat is nog meer?

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

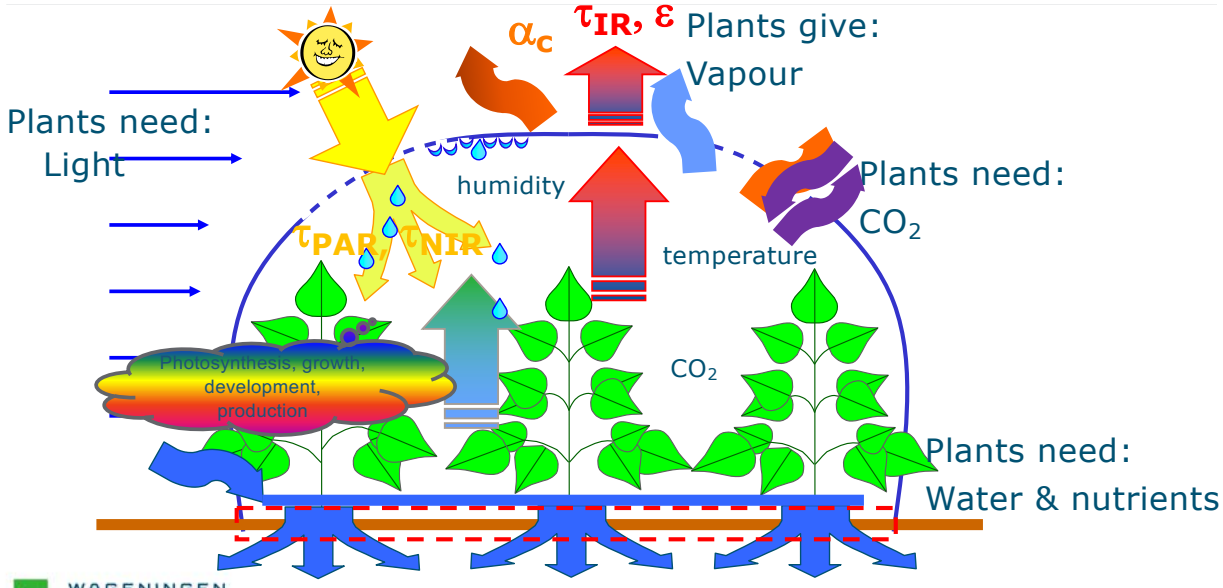
2

Achtergrond: Kasdekmaterialen-wat moet ik hierover weten?

Van theorie tot praktijk

3

Effecten van een kasdek

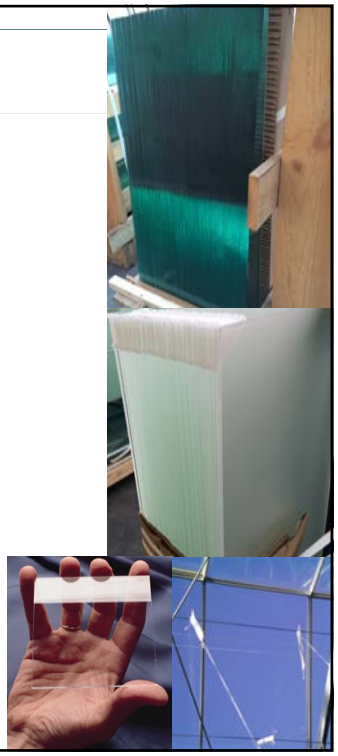


Cecilia Stanghellini

4

Kasdekmaterialen - glas

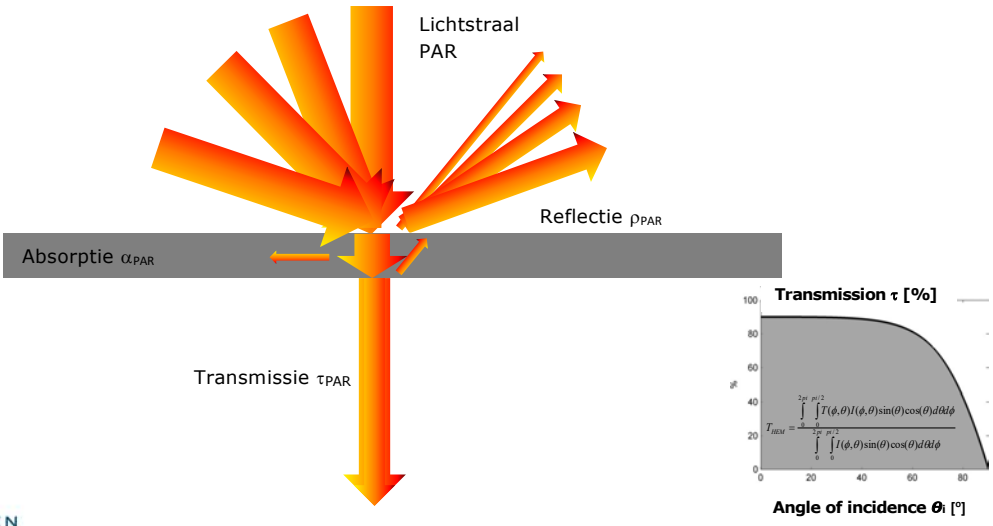
- Diverse types glas
  - Tuinbouwglas
  - +1-2% τ_h Wit glas – low-iron, extra clear
  - +5-8% τ_h AR glas – coating of oppervlakte behandeling met nanostructuur voor minder reflectie
  - 0~50% Hortiscatter Diffuus glass – oppervlakte behandeling met diverse microstructuren voor lichtverstrooiing
  - Combinaties



WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

5

Natuurlijk licht in de kas
hemispherische transmissie τ, reflectie ρ, absorptie α

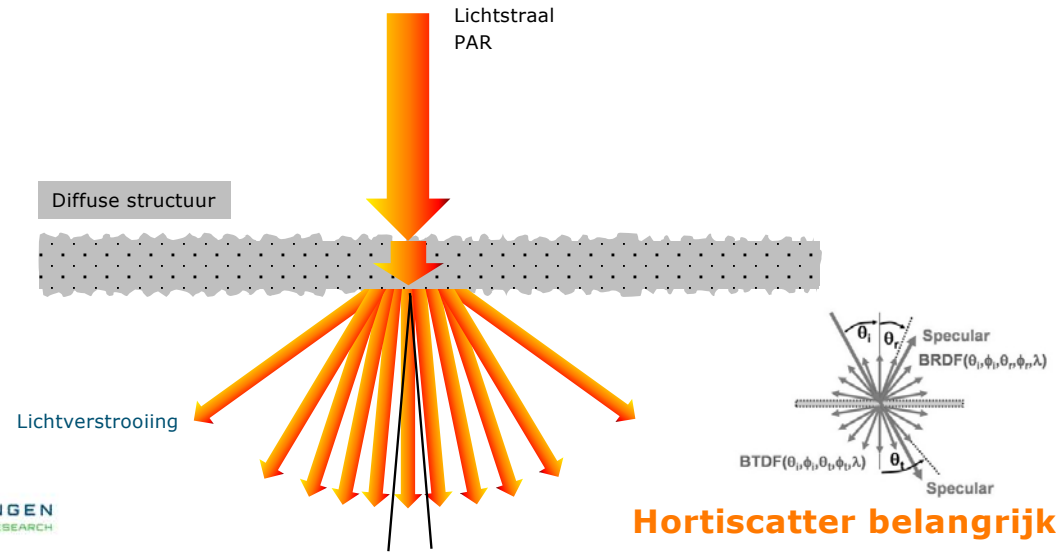


WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Hemispherisch licht transmissie belangrijk

6

Natuurlijk licht in de kas
Lichtverdeling: Hortiscatter Φ



WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Hortiscatter belangrijk

7

Hemisferische lichttransmissie en Hortiscatter

Standard

NEN 2675+C1:2018 en

Greenhouse glass - Determination of optical properties of greenhouse covering materials and screens

NEN 2675+C1 gives measurement methods for the determination of the transmission and light diffusion of sun light greenhouse and screen materials.

Material * with anti-reflection coating	Code	Light transmission perpendicular	Light transmission hemispherical
		τ_p	τ_h
Traditional greenhouse glass	PLA09	90.4	82.7
Clear glass*	R0	97.4	90.2
Matt/matt glass low diffusion*	SG20	95.9	89.2
Matt/matt glass medium diffusion*	SG45	95.3	87.5
Prismatic glass high diffusion*	SG80	95.2	84.3
Etched glass high diffusion*	DA80	98.0	86.0
Etched glass extra high diffusion*	DA95	97.9	81.7
Paraboloid glass extra high diffusion	SG95	75.0	69.1
Motheye microlens extra high diffusion	NO12J	76.6	70.1
Lambertian diffusor	L100	44.6	40.4

WAGENINGEN UR For quality of life

8

WUR LightLab

TESTING
RvA L 655

- Optische eigenschappen kasdek- en schermmaterialen
- R&D nieuwe materialen met toeleveranciers
- Ontwikkeling nieuwe meetprotocollen
- Geaccrediteerde metingen volgens NEN2675, gestandardiseerde metingen volgens wetenschappelijke inzichten
- Moderne apparatuur
- Van theorie naar praktijk

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/plant-research/glastuinbouw/onderzoeksthemas/energieklimaat/lightlab-unieke-meetfaciliteiten-voor-kasdek-en-schermmaterialen.htm

9

Effect van lichttransmissie

Meer opbrengst per % meer licht

gewas	% opbrengst toename
sla	0.8
radijs	1
komkommer	0.7–1
tomaat	0.7–1
roos	0.8–1
chrysant	0.6
poinsettia	0.5–0.7
ficus benjamin	0.6

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Bron: Marcelis et al., 2006

10

Effect van diffuus licht

Meer opbrengst per
10% meer Hortiscatter
(geen data voor Hortiscatter >50%!)

gewas	% opbrengst toename
Tomaat	2.5-3.5
Tomaat met in winter belichting	1.1
Komkommer	2.7-4.8
Komkommer in winter	2.5
Roos	1.7
Diverse potplanten Toename groei en ontwikkeling	7-9%

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Bronnen: Dueck, Li, Hemming, Garcia, Noort et al. 2007-2015

11

Wat kiezen? – de theorie

Materiaal	Hortiscatter	Licht transmissie hemispherisch
FLOAT	0	84.7
H 0 ARAR		91.9
H LH	10-20	84.3
H LH ARAR		91.5
H MH	20-30	83.5
H MH ARAR		89.2
H HH	30-40	79.4
H HH ARAR		86.9

+6% licht
~ +4.8% productie

-5% licht
~ -4% productie

+30% Hortiscatter
~ +10% productie

= +6% productie

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

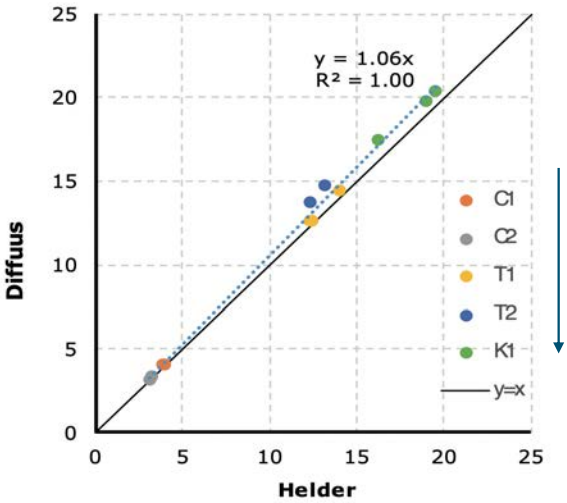
12

Kans: Diffuus licht–ook in de praktijk?

Diffuus glas maak het eens helder

13

Effect van diffuus licht op opbrengst



Toename Hortiscatter

*https://www.kasalsenergiebron.nl/content/research/Eindrapport_Diffuus_kasdek_Maak_het_eens_helder_WPR-1085_LR.pdf

Figuur 11 *Light Use Efficiency (g/molPAR) in de diffuus kas vs. de helder kas voor elke teelt van elke teler met x=y lijn (vast) en trendlijn (gestippeld).*

14

Probleem: AR glas - hoe reinig ik in mijn kasdek?

Veilig en effectief reinigen van AR glas

15

Doelstellingen project

- Welke middelen en methodes, die op dit moment op de markt zijn, kunnen gebruikt worden om AR glas veilig en effectief schoon te maken?
  - Dit wordt gedaan door middelen, methodes en verschillende soorten glas te testen volgens de proefmethode die tot stand is gekomen in 'Veilig en effectief AR glas reinigen I'.
- Dit levert op:
  - Informatie voor **telers** hoe zij vervuiling het beste tegen kunnen gaan.
  - Extra informatie te verzamelen voor **glas-, machine- en middelenproducenten** voor de verdere ontwikkeling van hun producten.

https://www.kasalsenergiebron.nl/content/research/docs_E15014/E21001_WPR-1171_LR_Veilig_AR_glas_reinigen.pdf

16

WP1: Glas

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

17

WP1: Glas (ca. 600 platen)

Levering

Sorteren

Coderen

18

WP 1: Middelen

					Veilig reinigen	Effectief reinigen
Middel	**Samenstelling**	**pH**	**Concen-tratie**	**Opmerking**	**Fase 1**	**Fase 2**
Referentie	demiwater	7			x	x
Virkon-S	pentakalium-bis(peroxymonosulfaat)bis(sulfaat), benzeensulfonzuur, C10-13-alkylderivaten, natriumzouten, appelzuur, sulfamidezuur, natriumtolueensulfonaat, dikaliumperoxodisulfaat, dipenteen	2.5	1%		x	x
Jet 5	waterstofperoxide, peroxidacetic acid	3.1	4%		x	x
Greenhouse Glassclean (Hygeniq)	alkyl ether carboxylic acid, sodium salt, ethanol	3.1	10%		x	
GS-4*	ammoniumbifluoride	4.3	10%	aantasting AR coating verwacht	x	
Menno ter forte	didecyldimethylammoniumchloride, Isotridecanolethoxylate, propaan-2-ol, isopropylalcohol, isopropanol	5.5	1%		x	x
XPG-CT1	oxoalcohol ethoxylaat, 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%		x	x
AG-GLASS CLEANER + (Agrona)	water, plantaardige olie, alcohol, citraat, azijn	11.8	10%	speciaal voor AR coatings ontwikkeld	x	
ReduClean	natrium dodecylbenzeensulfonaat, Natriumhydroxide, Sodium p-cumenesulphonate	12.0	20%	verwijderen van temporaire coatings	x	

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

19

WP1: Methodes

Hogedruk binnenkant kasdek

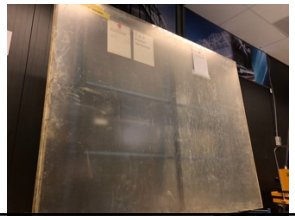
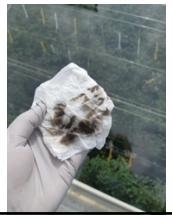
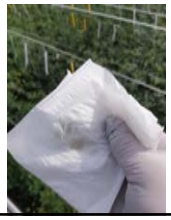
Borstelen buitenkant kasdek

20

WP2: Chemisch vuil in praktijk

Zit ook in standaard vuil

- **Resultaten praktijk:**
- Monsters uit praktijk, analyse DEKRA
- Binnen- en buitenkant: 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

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

21

Proefprotocol chemisch vuil verwijderen

- *Meten hemisferische transmissie*
- Behandelen met standaard chemisch vuil
  - indrogen bij 50°C
- *Meten hemisferische transmissie*
- Behandelen met "middel"
  – 5 minuten laten inwerken
- Reinigen met borstel of hogedruk
- *Meten hemisferische transmissie*

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

23

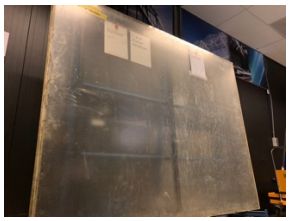
WP2: Microbiologisch vuil in praktijk (2020)

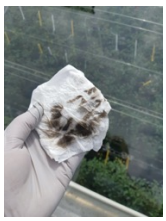
Schimmelsoorten en hoeveelheid ATP

Zit ook in standaard vuil

Kaslocatie	Schimmelsoorten	
	Binnenkant kasdek	
Schiphol	Aerobasidium, Mucor, Sclerotinia	F[illegible]erma, Rhizoctonia, [illegible]pergillus
Schipluiden	Alternaria, Pythium, Penicillium, Aspergillus, Sclerotinia	[illegible]ternaria, Pythium, Epicoccum
Middenmeer	Aerobasidium, Alternaria, Pythium, Cladosporium	Penicillium, Mucor, Rhizoctonia, Alternaria, Aspergillus
Rilland	Mucor, Alternaria, Phytopthora, Cladosporium	Mucor, Alternaria, Pythium, Penicillium

Kaslocatie	ATP (Relative Light Units RLU)			
	Vuil		Schoon	
	Binnen	Buiten	Binnen	Buiten
Schiphol	1688	17578	47	419
Schipluiden	47338	17174	198	278
Middenmeer	739	826	N/A	N/A
Rilland	8281	21822	N/A	N/A

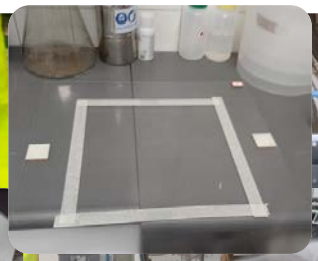


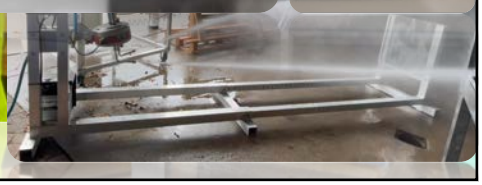


24

Proefprotocol chemisch vuil verwijderen

- Behandelen met microbiologisch vuil, sporenmengsel op glas opbrengen, 7 dagen laten groeien (25°C, 16 uur licht, 80% RV)
- *Meten ATP vuil glas*
- Behandelen met "midd[illegible] – 5 minuten laten inw[illegible]
- Reinigen met borstel o[illegible]
- *Meten ATP schoon glas*

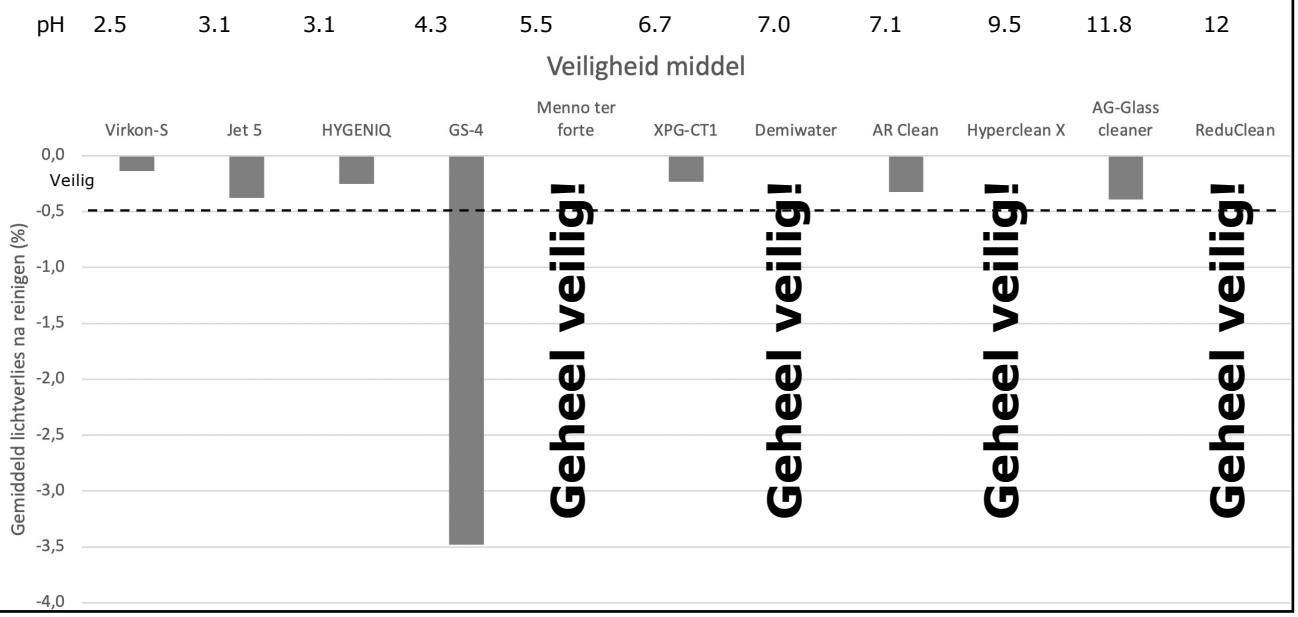




WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

26

Samenvatting Fase 1 – veiligheid middelen

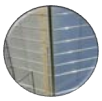


27

Conclusies veiligheid middelen

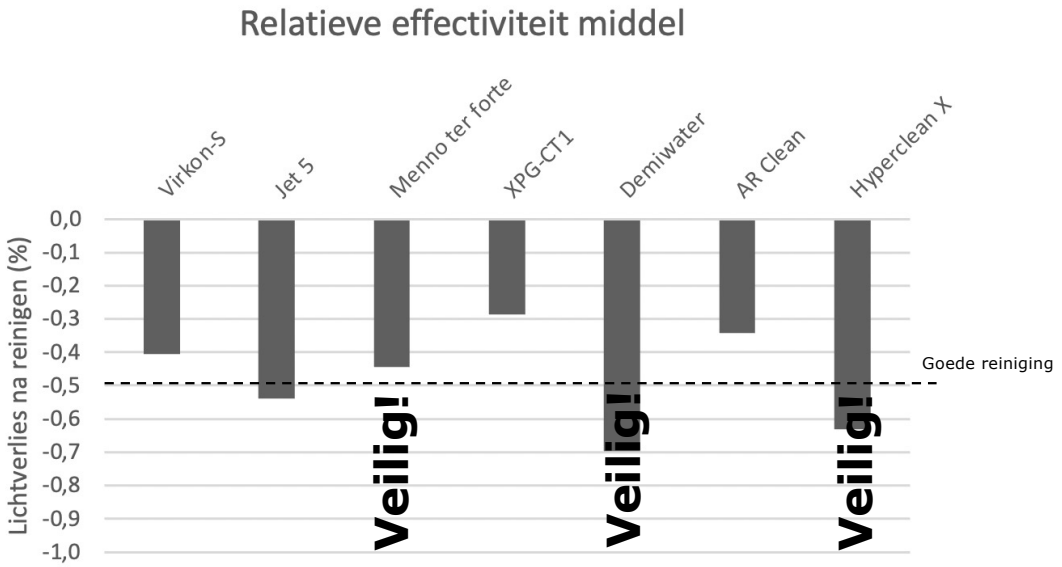
- Alle onderzochte middelen zijn veilig op glas zonder AR zowel met hogedruk als ook met borstelen
- Water is veilig voor alle glastypes van alle leveranciers zowel met hogedruk als ook met borstelen in onze tests
- De meest veilige middelen zijn: demiwater, Menno ter Forte, Hyperclean X en ReduClean.
- Overige middelen: Virkon-S is veilig in combinatie met hogedruk maar niet altijd in combinatie met borstelen; 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
- Een geheel onveilig middel: fluorhoudende middelen (GS-4) niet gebruiken op AR glas

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH



28

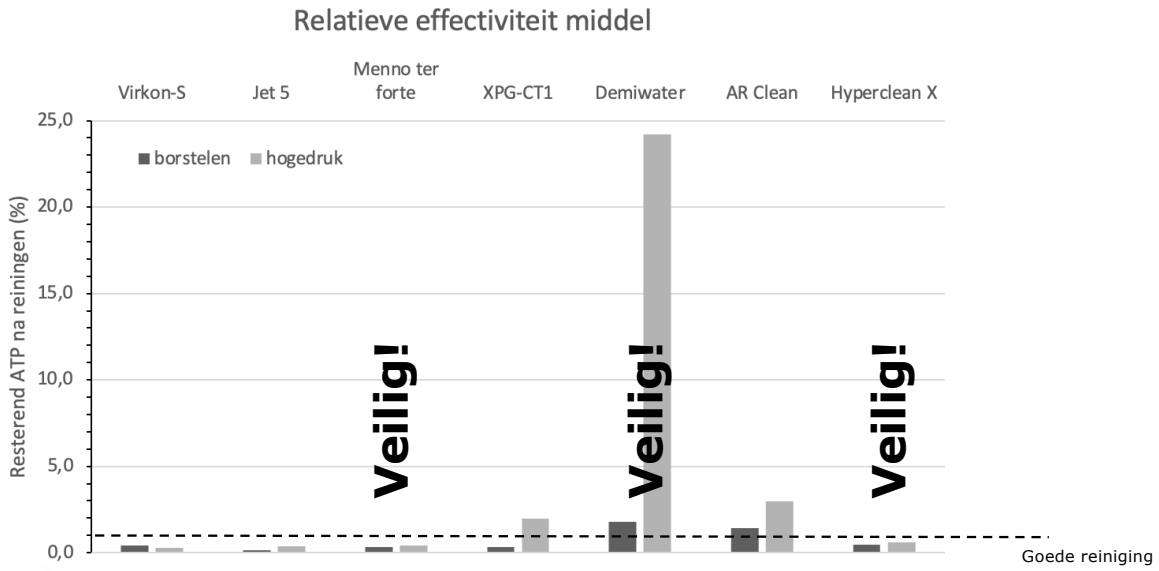
Samenvatting Fase 2 - effectiviteit middelen
Chemisch vuil



29

29

Samenvatting Fase 2 - effectiviteit middelen
Microbiologisch vuil



30

Conclusies effectiviteit middelen

- Op een kasdek in de praktijk komt zowel chemisch als ook microbiologisch vuil voor, binnen en buiten.
- 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 minder effectief op microbiologische vervuiling.
- Een aantal middelen zijn wel effectief om microbiologisch vuil (bijv. schimmels, bacteriën) 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, AR Clean en XPG-CT1 bleken minder effectief op microbiologische vervuiling.
- Demiwater is veilig maar het minst effectief voor het verwijderen van chemisch of microbiologisch vuil.

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

31

Tips

- Gebruik middelen volgens instructie op verpakking (concentratie, inwerktijd, niet laten opdrogen)
- De voorgeschiedenis van een glas kan resultaten beïnvloeden (mengen met restanten van andere middelen)
- Vaker/langer reinigen kan het resultaat verbeteren
- Aanpassing methodes kan mogelijk in de toekomst het resultaat verbeteren
- Niet alle glastypes of middelen zijn onderzocht, wel methodiek beschikbaar
- Blijf kritisch bij wat je doet!

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

33

Uitdaging: Energiebesparing–zijn lage low-e coatings de toekomst?

Met lage emissie tot hoge emissie

Het kasdek van morgen vandaag

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH · LTO Glaskracht Nederland · Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit · KAS ALS ENERGIEBRON

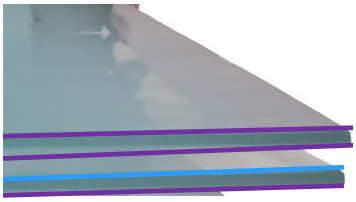
34

VenLowEnergykas

Goal: Greenhouse concept with high**est** energy saving and **good** tomato production

- Double glass with low u-value and high light transmission

- Double glass
- low u-value due to low-ε coating
- high light transmission due to AR coating

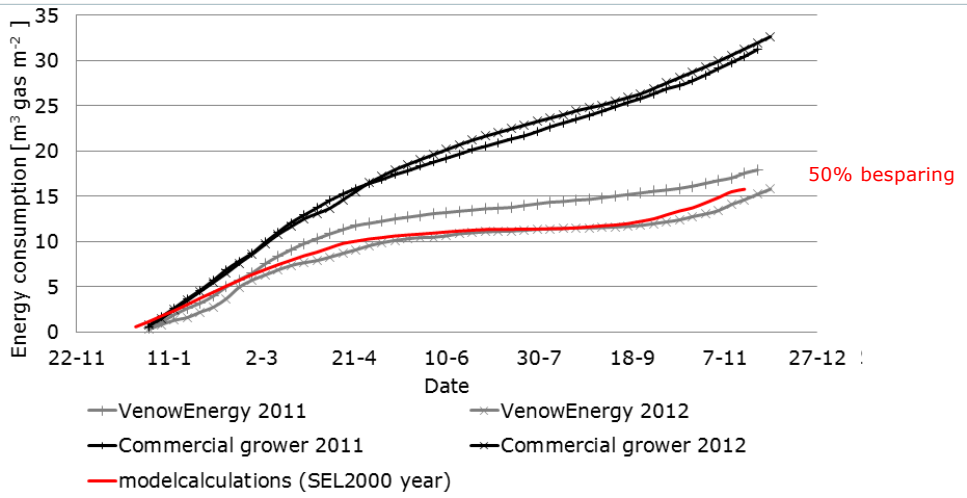


Glass	Coating	T_h	U-value
Single	-	82	6.7
Single	AR-AR	91	
Single	AR-Low-ε	81	
Double	AR-AR-Low-ε-AR	79	1.2

maurice · BOAL SYSTEMEN · Climeco · solar glass · Scheuten

35

VenLowEnergykas: energiebesparing (dubbel) low-ε glas



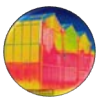
Bron: Kempkes et al. 2014

36

Energiebesparing met (enkel) low-ε glas

- Glas met een lage emissie coating voor laag energieverbruik
- Low-ε glas: 83.7% hemisf. lichttransmissie, emissie 0.2
- Referentie glas: 84.0% hemisf. lichttransmissie, emissie 0.9
- Proef: 2 kasafdelingen 144 m², tomaatenteelt, onbelicht, 27 December geplant, tomaat 'Marinice'
- Voorstudie* heeft laten zien dat ook combinatie met AR coating voor een (nog) hogere transmissie mogelijk is in de toekomst (86.0-88.6% bij een emissie van 0.16-0.31) Leidt volgens modelberekeningen voor energiebesparing van 17-22%

*https://www.kasalsenergiebron.nl/content/research/WPR-1040_Eindrapport_Zonder_emissie_naar_hoge_transmissie.pdf



37

Tomaat & low-ε glas

- Resultaten 2022:
- Oogst: low-ε 59,1 kg/m^2, referentie 59,9 kg/m^2 gelijk
- Cumulatieve warmtevraag kas: low-ε 69,0 kWh/m^2 (7,7 m^3 gaseq.), referentie 80,7 kWh/m^2 (10,6 m^3 gaseq.)
- Cumulatieve elektriciteitsvraag warmtepomp: low-ε 37,3 kWh/m^2, referentie 42,5 kWh/m^2
- → totaal >15% energiebesparing
- Echter…er waren wat warmteoverschotten → te veel ontvochtigt en te veel elektriciteitsverbruik warmtepomp, meer besparing mogelijk

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

38

Aubergine & low-ε glas

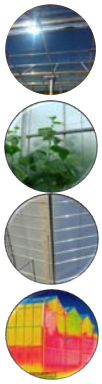
- Aubergine ras 'Tracey' op onderstam 'Maxifort'
- Op 28 december 2022 geplant , 1.5 planten per m^2 in V systeem, drie stengels per plant
- Teelt verloopt na een lange aanloop voorspoedig
- Energiebesparing: >20% en kan nog oplopen als RTR meer wordt uitgebuit

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

39

39

Samenvatting



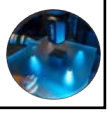
- Hemisferische lichttransmissie en Hortiscatter belangrijk
- Diffuus licht / kasdekmaterialen ook in de praktijk zinvol
- AR glas kan veilig en effectief worden gereinigd met de juiste middelen, maar blijf alert bij wat je doet
- Nieuw glas met low-e coatings kan energie besparen

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

40

Toekomst: Wat is er nog meer?

Smart Materials



WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

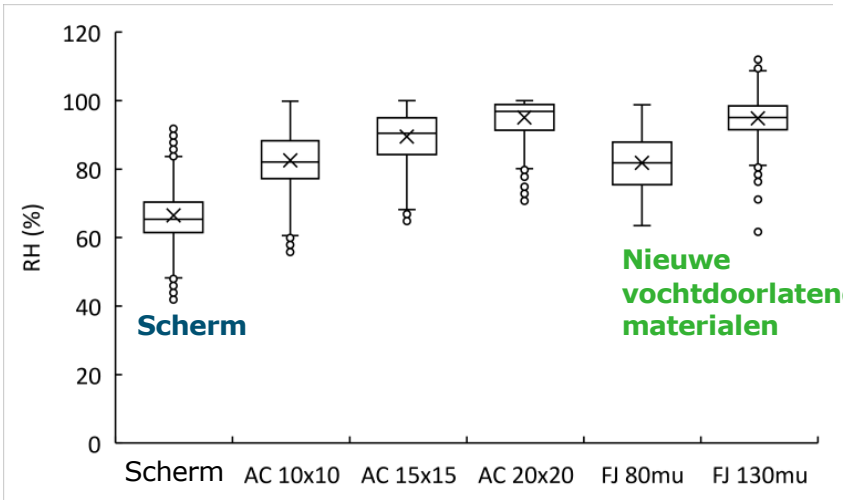
41

42

Ontkoppeling vocht en CO_2 verlies van luchtuitwisseling

43

Relative humidity

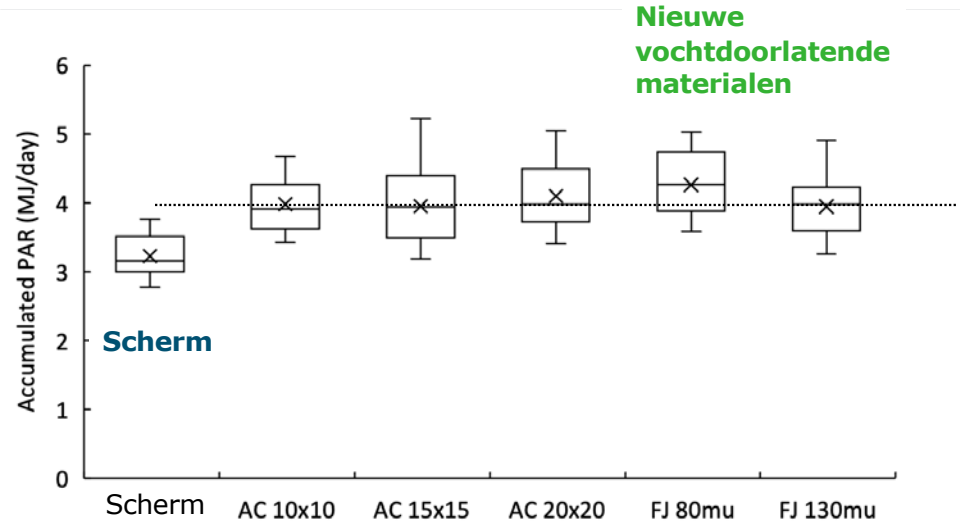


WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

44

44

PAR light

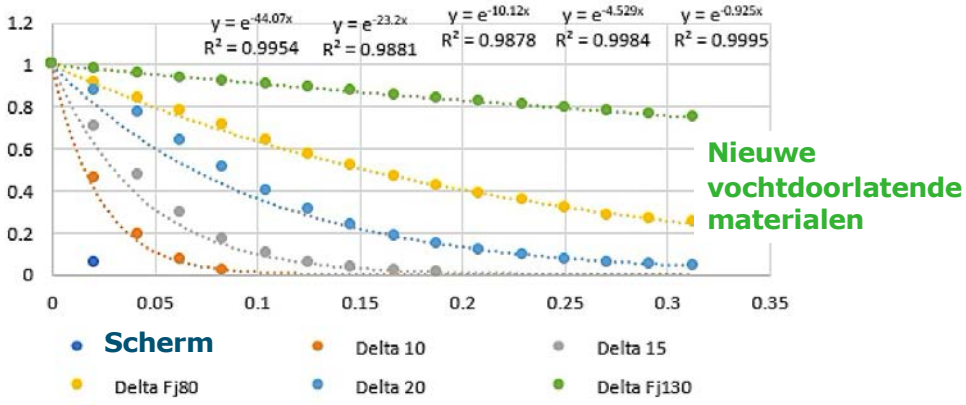


WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

45

45

CO_2 verlies in de tijd



WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

46

46

47

Vragen?

Met dank aan mijn collega's:
Frank Kempkes, Monique Bijlaard, Jan Janse, Bram van Breugel, Bas Briaire, Vida Mohammadkhani, Marta Streminska, Khan Pham, Cecilia Stanghellini, Ilias Tsafaras u.v.m.

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

LTO Glaskracht Nederland

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

KAS ALS ENERGIEBRON

48