



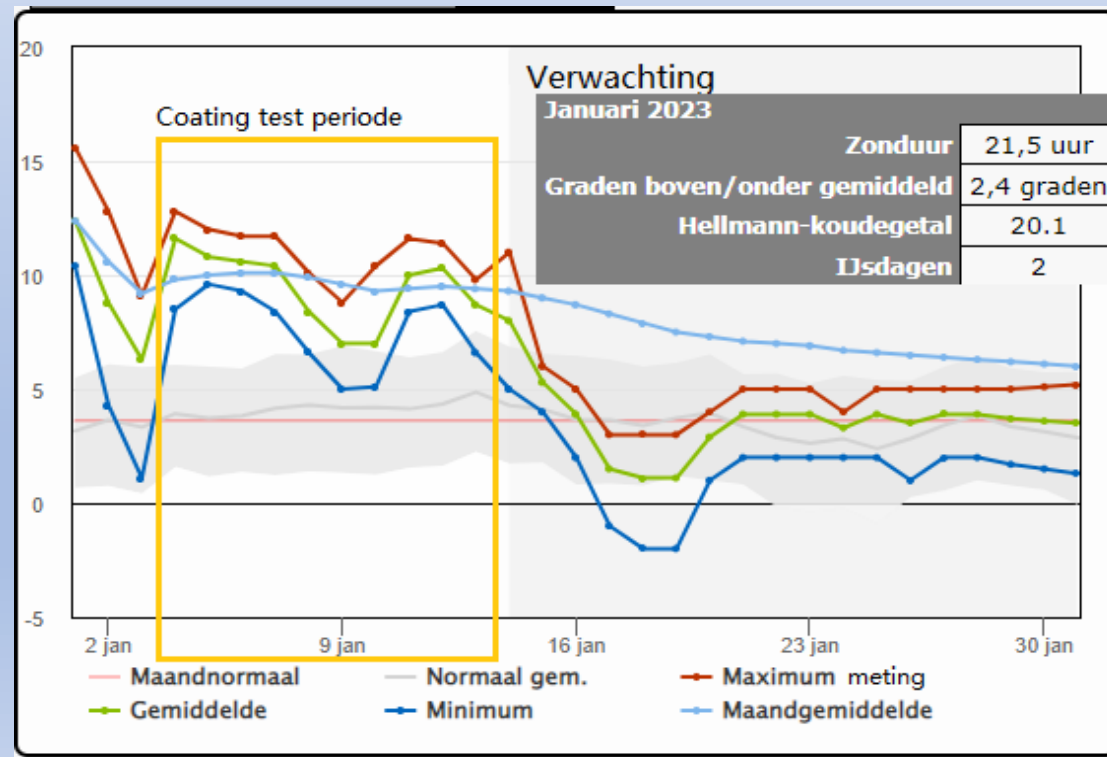
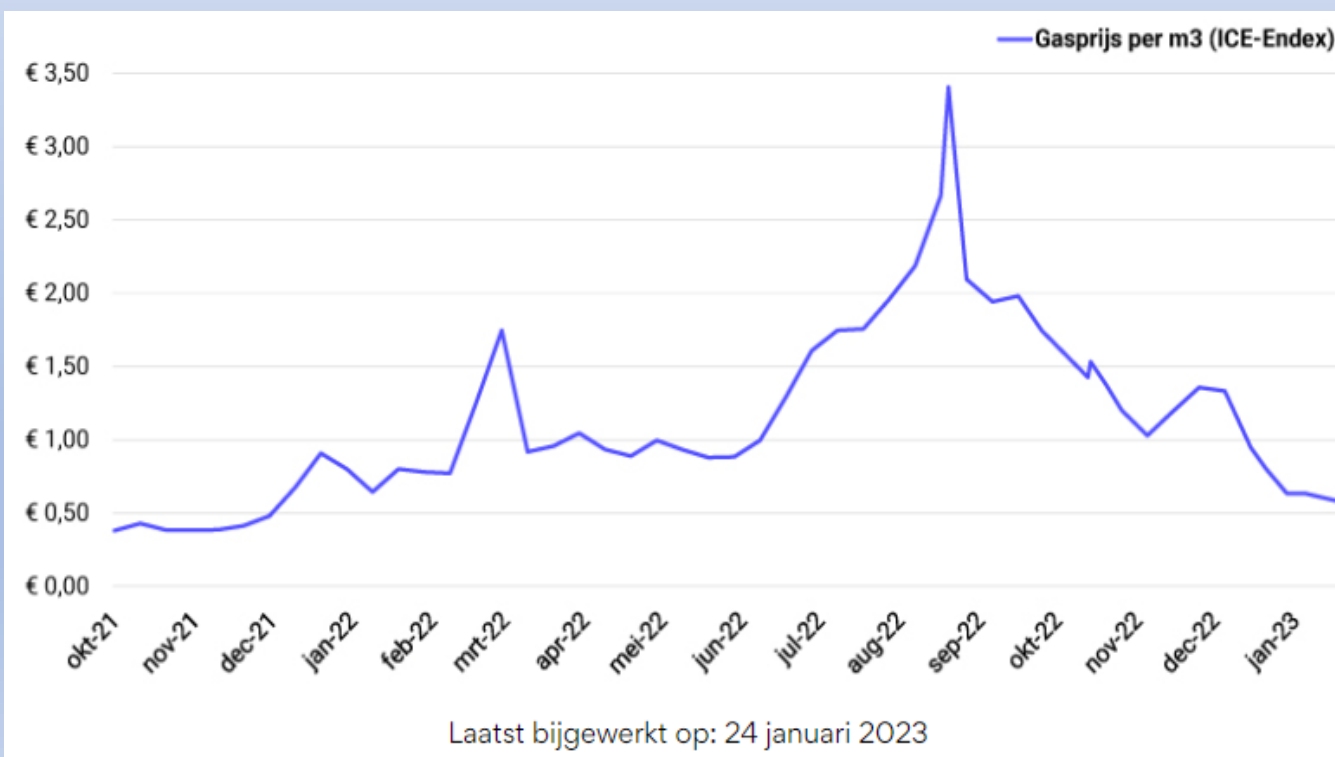
Glastuinbouw

Een natuurlijke verwarmingsbijdrage
met anti condens glascoating

Kabinet scherpt energiebesparingsplicht aan

In de groenteteelt werd tot 2020 in kassen 30 tot 32 m³ gas per m² verbruikt. De energiebesparingsplicht staat nog maar 20 m³ gas per m² kas toe. 33% reductie!

In Januari verbruikt een 10 ha. paprika kas ongeveer 500.000 m³ gas en dat wordt ± 125.000 m³ per maand minder. Energiebesparing heeft bij de huidige gasprijzen de hoogste prioriteit.



Natuurlijke verbetering voor klimaat in de kas

Wij ontwikkelden:

Een 100% natuurlijke coating die volstrekt inert is (dus niet reageert met andere stoffen) en langdurig werkzaam blijft.

De coating doet 3 belangrijke dingen:

1. Vormt een super hydrofiele water laag op het glas

De dunne water film glijdt van het glas en de film verdampt voor je ogen

2. Geeft lichtwinst en temperatuurwinst

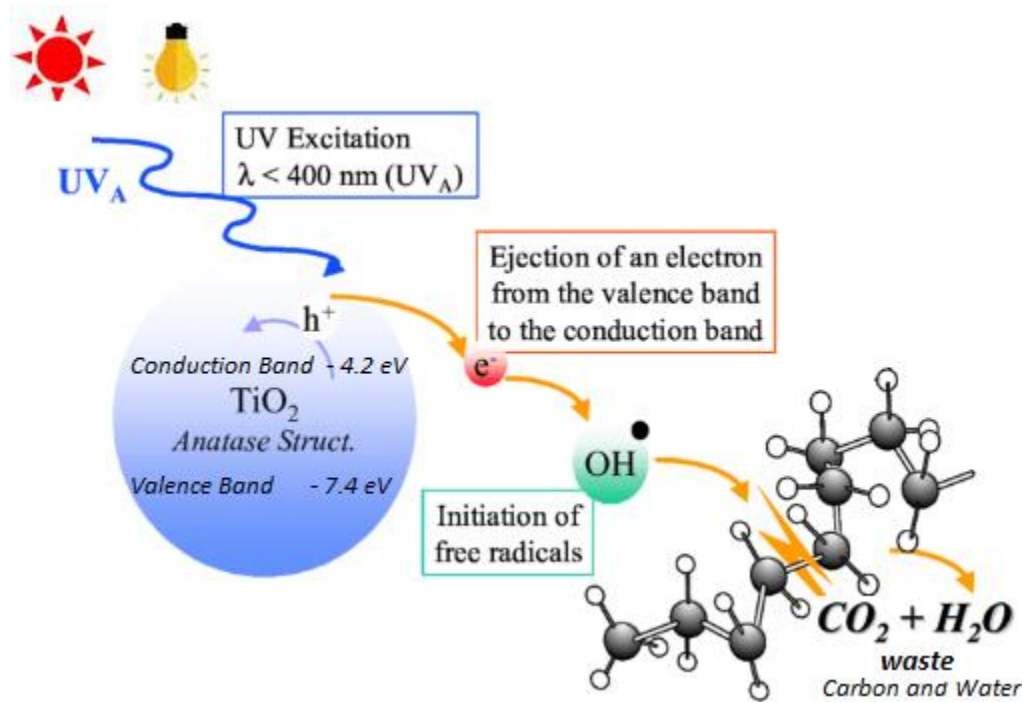
Condens druppels reduceert lichtinval tot 8% (WUR)

Waterdruppels verdampen kost veel energie en tijd en verdamping is koeling

3. De coating werkt als katalysator bij fotokatalyse

Fotokatalyse maakt glas zelfreinigend (geen alg, vuil, schimmels of pathogenen)

Laat de natuur zijn werk doen

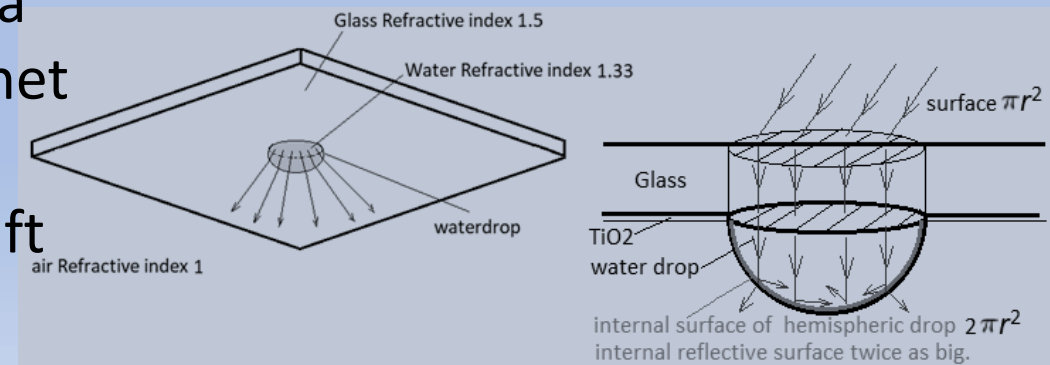


- 100% natuurlijke behandelwijze
- Lost condens problemen op
- Significante energiebesparing
- Vermindering gebruik chemische middelen
- Verdwijnen van algengroei
- Hogere productie door lichtwinst
- Wat overblijft is CO₂ en H₂O

De grote spelbreker, condens in de kas!

's Winters is het kas dek van binnen voor 80% van de tijd gecondenseerd. **Condens druppels beïnvloeden lichtinval en temperatuur in de kas.** Een kas verdampt 100 tot 200 liter water/m²/jaar. De hydrofiele eigenschappen van de coating voorkomt druppels resulterend in **meer licht en warmte in de kas** want verdamping is koeling.

In 2023 is op 3 kaslocaties de temperatuurwinst van de coating onderzocht. In een kas onderzocht de WUR tevens de lichtinval onder gecoate en niet gecoate ruiten. Ingevangen licht ontsnapt niet makkelijk uit glas. Denk maar aan glasvezel kabels. Waterdruppels hebben bijna dezelfde brekingsindex als glas. Waterdruppels onder het glas vergroten het totale oppervlak waar het licht uit moet ontsnappen tot 2x zo groot. Bij een waterfilm blijft het oppervlak gelijk aan dat van het glas.



Geen coating

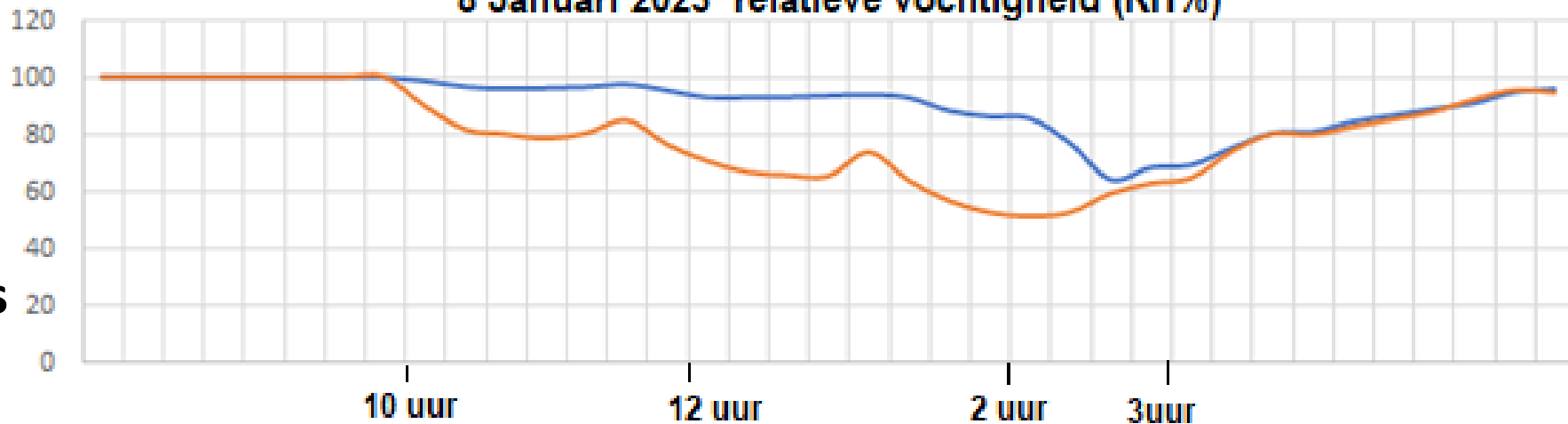
Anti condens coating

LAAT DE NATUUR Z'N WERK DOEN

Bewolkte dag met enkele flarden zon

De gecoate ruit droogt in enkele minuten

8 Januari 2023 relatieve vochtigheid (RH%)



Ventilatie is
warmteverlies

Verdamping
is koeling!

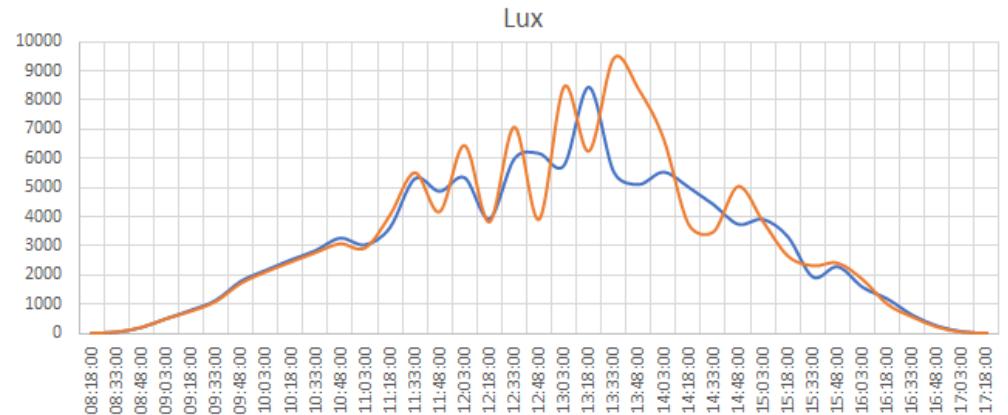
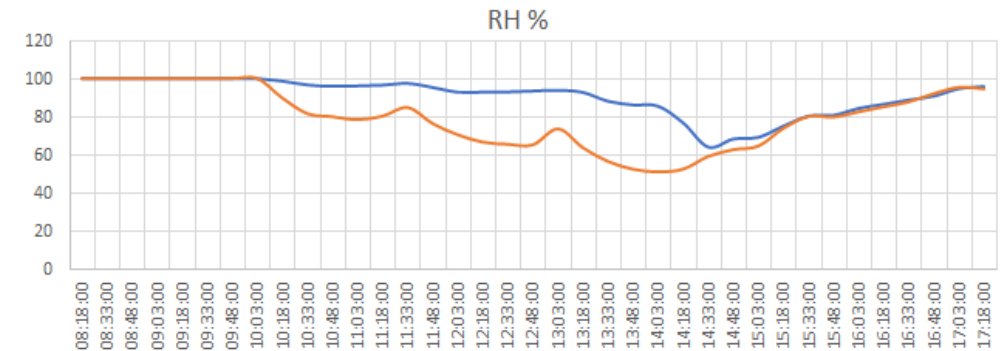
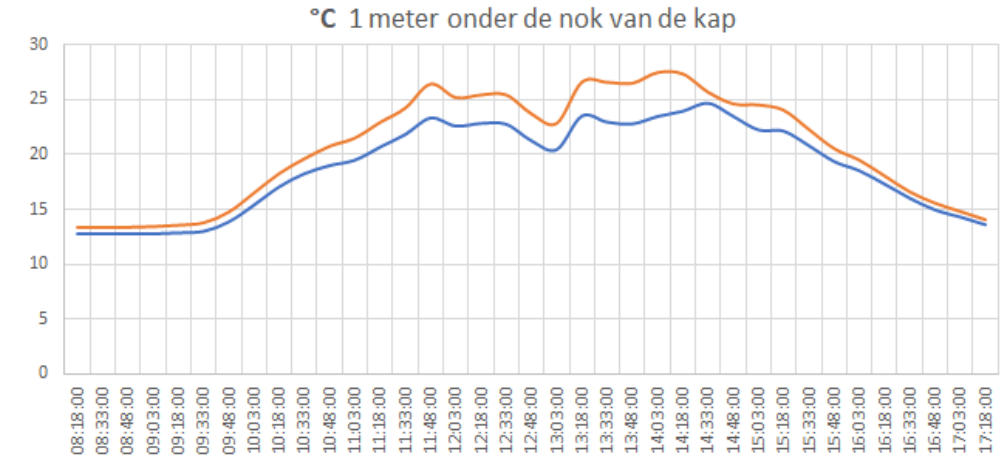
Het effect van condens op temperatuur en licht , 8 januari 2023

Rood is coated glas. Blauw is onbehandeld glas

De coating vormt een waterfilm als een druppel olie op water. Er zijn geen druppels. De waterfilm vloeit naar beneden en droogt in enkele minuten op waardoor geen warmte meer aan de kas wordt onttrokken (verdamping/koeling). Het verdampen van grote druppels door zonlicht en kasverwarming kost veel tijd en energie.

Resultaten gemeten onder gecoate en niet gecoate ruit

Temperatuur van 11:00 u. tot 15:30 u. 2°C tot 5°C hoger. 's Nachts worden de schermen gesloten. Luchtvochtigheid overdag gemiddeld 25% lager. Licht toename 4% meer.



Meetopstelling °C, Relatieve vochtigheid (RH%) en lichtsterkte (Lux)



De temperatuur, vochtigheid en licht sensors zijn 3 meter uit elkaar onder één kap geplaatst. 1 sensor onder de gecoate ruit en 1 sensor onder de ongecoate ruit.

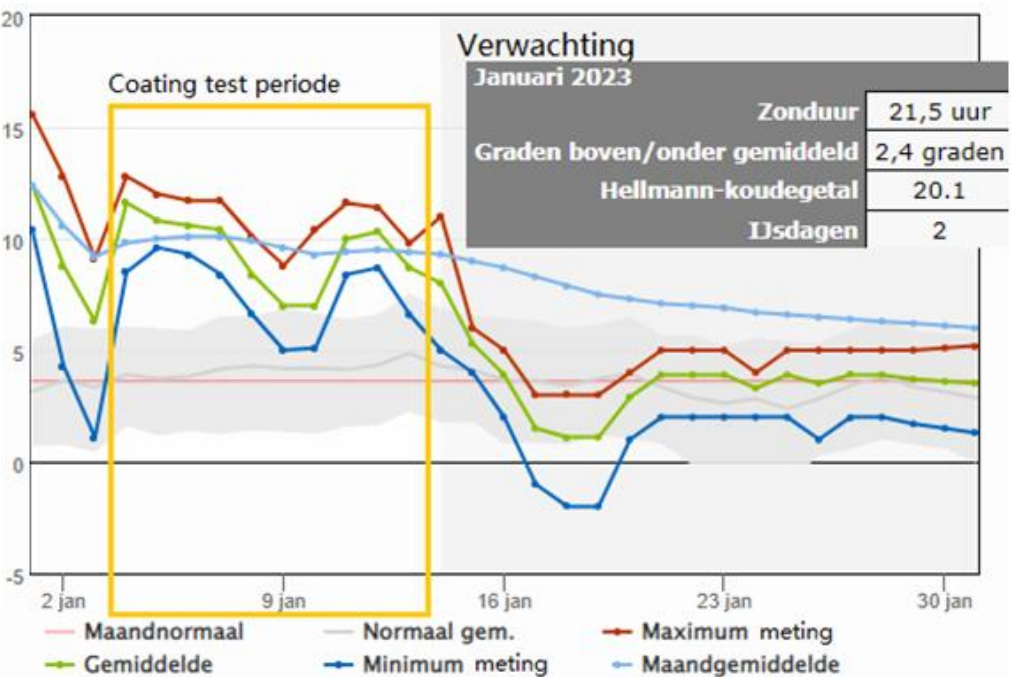


Het temperatuur verschil tussen de sensors is beperkt omdat er maar één gecoate (warme) ruit is, naast de nog verdampende (koelende) aangrenzende niet gecoate ruiten.

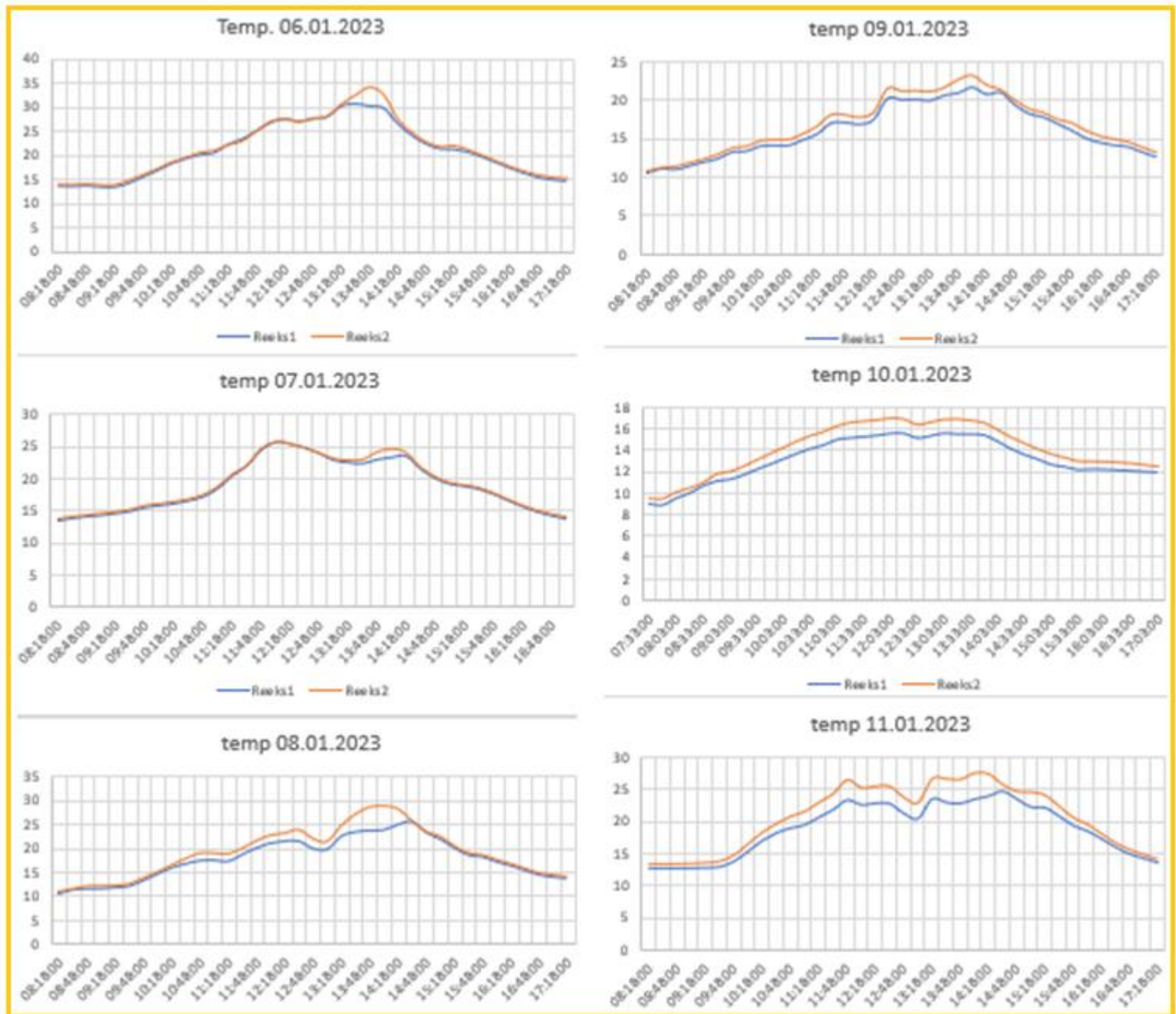
2. Lichtwinst en temperatuurwinst



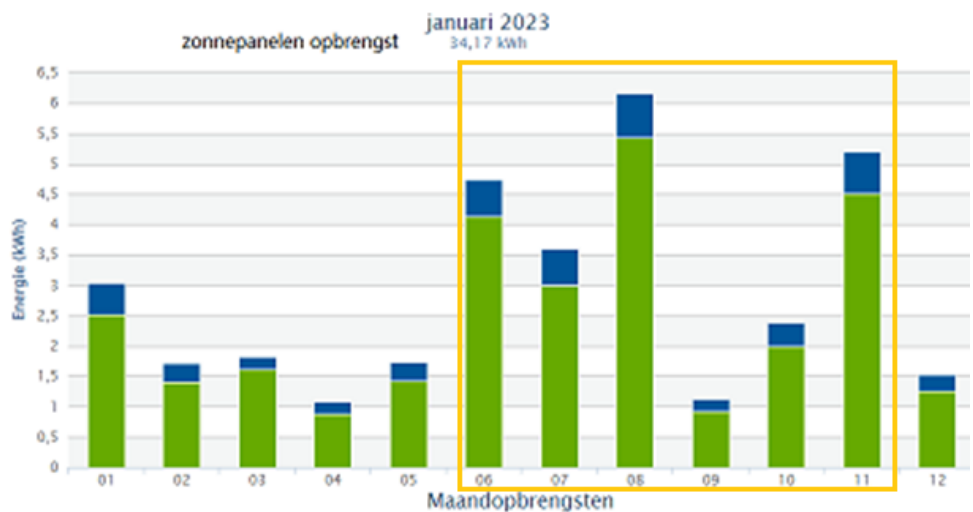
Januari 6 dagen op rij



Begin Januari 2023 was ongewoon warm met beperkte condensvorming.



Gemiddelde temp in meetperiode 10°C i.p.v. 4°C



Februari bij paprika kweker

Meetopstelling 25 meter tussen de sensors onder dezelfde kap.

10/2 Som Temp 943 953 =10 °C

Van 8:00 u. tot 18:00 u =10 u

Gem. Temp. non coated 20,57 °C

Gem. Temp. coated 21,67 °C

Gem. RH% non coated 61,5 %

Gem. RH% coated 56,0 %

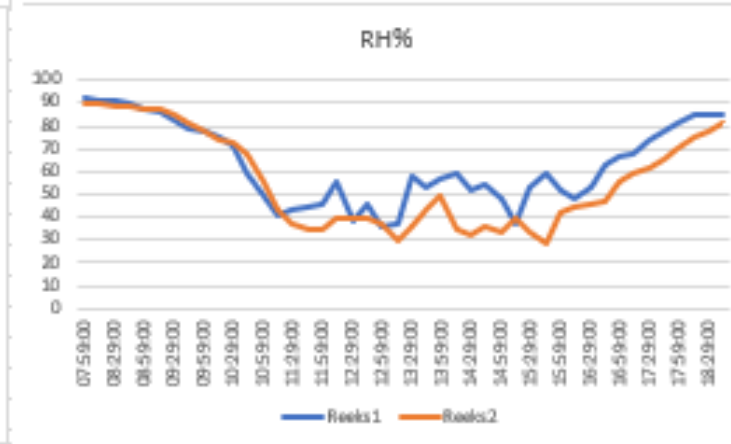
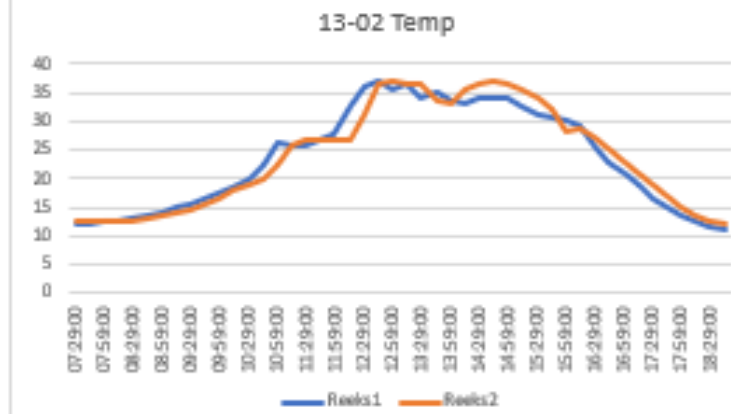
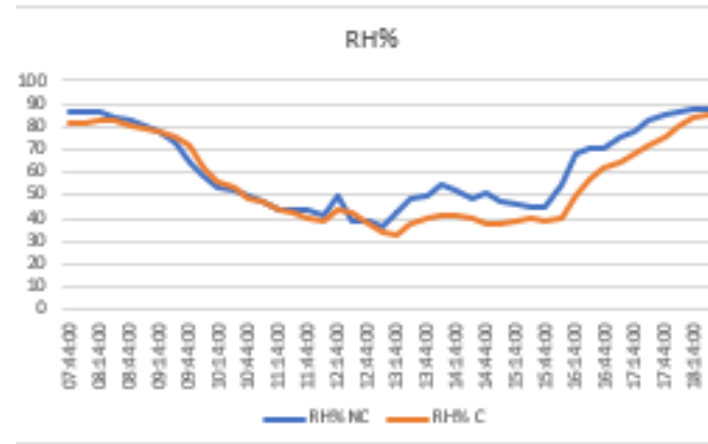
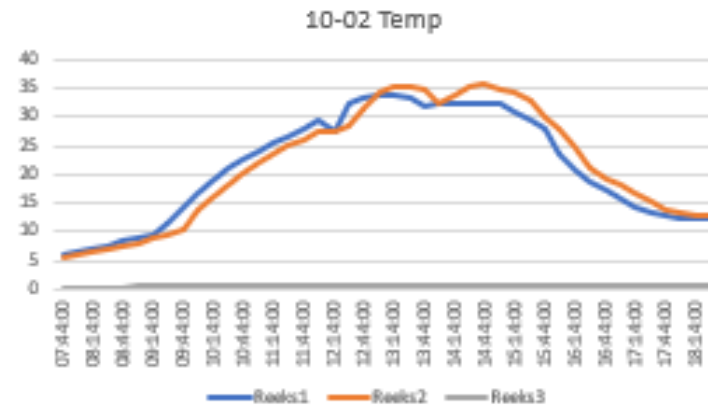
Gem. Lux non coated 7254 lux

Gem. Lux coated 7998 lux

Om de °C, RH% en Lux winst te bepalen zijn de gemiddelden van één dag van 8:00 u tot 18:00 u genomen. De gemiddelde temperatuur winst in Januari en Februari lag tussen 1 °C en 3 °C. (5%)
De gemeten lichtwinst tussen 3 en 10%

LET OP: De gemeten waarden gelden als er voldoende daglicht is!

Februari 2023



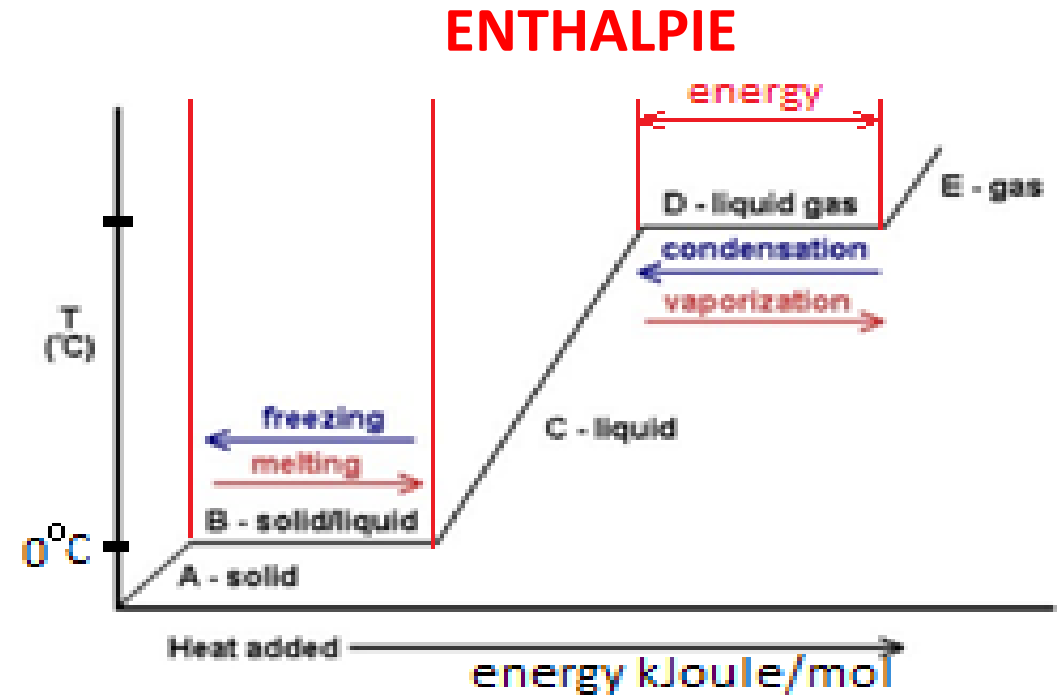
Warmte verlies door verdampen condens

Verdampend water kost veel energie.

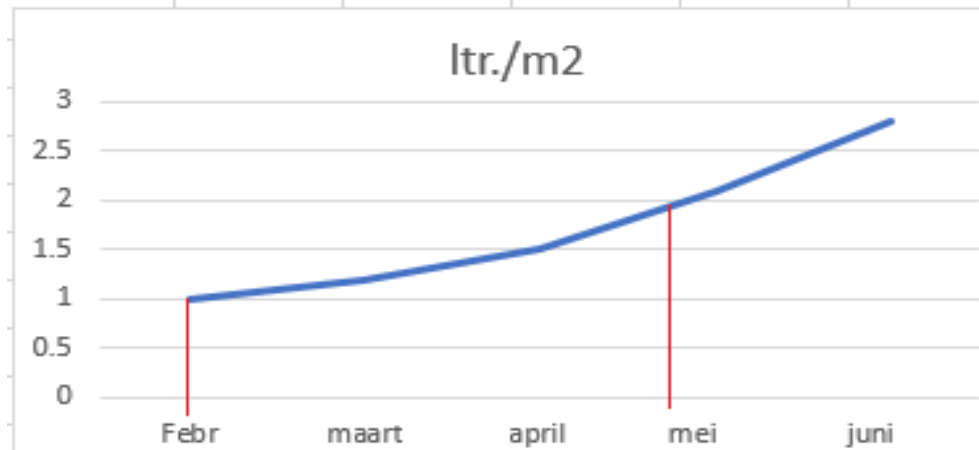
Condens verdwijnt door verdamping en ventilatie.

Ventileren in de winter kost warmte. Verandering van ijs in water, of van vloeibaar naar waterdamp is faseverandering en vergt enorm veel energie.

De enthalpie grafiek laat zien dat de temperatuur gelijk blijft terwijl er veel energie wordt opgenomen of afgegeven bij het omgekeerde proces.



per dag	Febr	maart	april	mei	juni
ltr./m ²	1	1.2	1.5	2.1	2.8



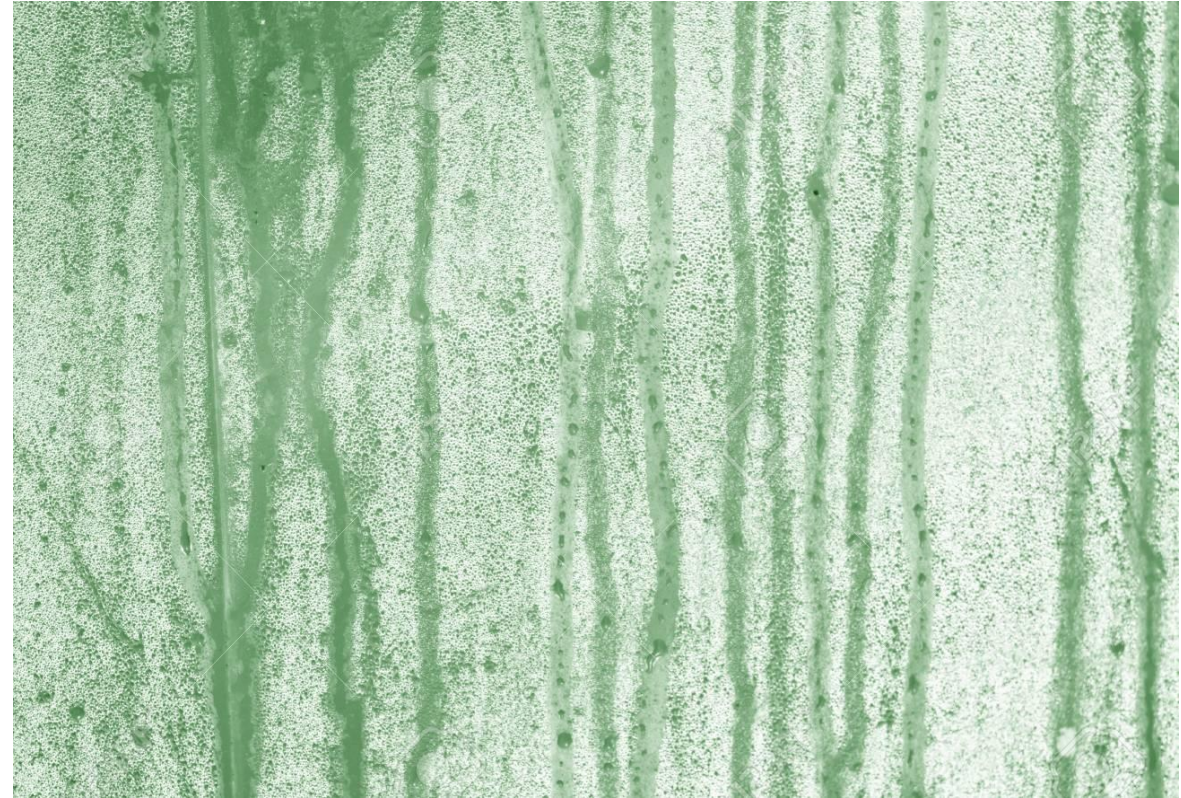
Een ongeschermd kas heeft bij komkommer voorjaarsteelt op substraat, in de stookperiode **1 tot 2 ltr./m² per dag condens afvoer.**

Verdamping van condens onttrekt enorm veel energie uit de kas. Als condens al van het glas is afgevloeid in tanks wordt die warmte niet meer onttrokken voor verdamping.

Wetenschappelijke ontdekking! Licht verdampt water zonder warmte

Water verdampt ook onder invloed van licht publiceerden MIT-onderzoekers in het wetenschappelijk tijdschrift PNAS. Blootstelling aan licht resulteert zelfs bij 0°C in verdamping aan het oppervlak van water. Onder bepaalde omstandigheden zelfs meer dan wanneer water wordt verwarmd. Fotonen zijn in staat de binding tussen watermoleculen te verbreken. Als deze bindingen aan het wateroppervlak door fotonen verbroken worden, staat niets de H₂O-moleculen meer in de weg om te verdampen.

Het raadsel dat water veel sneller verdampte dan alleen door inwerking van warmte werd met deze ontdekking opgelost.. Toevoeging van warmte doen watermoleculen sneller bewegen, waardoor zij makkelijk kunnen ontsnappen, lees verdampen. De gecombineerde inwerking van licht en warmte verklaart de 'extra', onverwachte verdamping.



PCO glascoating voorkomt lichtverlies door condens en algengroei
Verdamping is koeling oftewel, we moeten veel warmte toevoeren om van condens af te komen. Dat kost enorm veel energie (gas!)

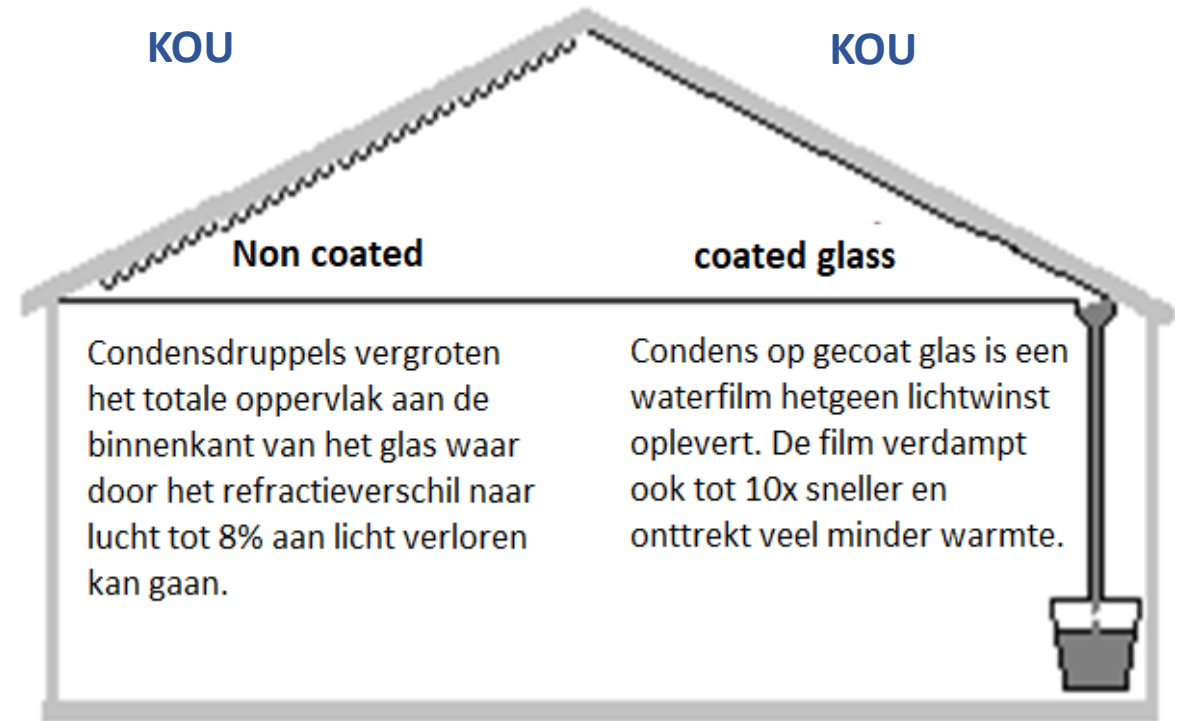
De natuur doet z'n werk met super-hydrofiele coating

Bij gecoat glas loopt het condenswater in een dunne waterfilm naar de watergoten.

Bij condensatie van 1 tot 2 liter/m² per dag wordt door afvloeiing 50% van het condenswater afgevoerd.

Een 23° dakhelling is in NL optimaal voor lichtinval. Bij 30° is er meer afvloeiend water. Een 10 ha. kas heeft dan 115.600 m² kap oppervlak. Als 50% per dag af vloeit is er tussen de 57.800 tot 115.600 liter minder vocht te verdampen.

Verdamping van 1 ltr. water vergt 2258 kJ energie. 57.800 x 2258 kJ = 131 GJ of 36 tot 72 MWh/dag minder warmteverlies door verdamping.



Luchttemperatuur °C	Verzadigde lucht g/kg	Lucht met 50 % r.v. g/kg	Bijbehorende dauwpunt temperaturen °C
10	7.7	3.9	
15	10.8	5.4	4.9
20	14.9	7.5	9.5
25	20.4	10.2	14.2
30	27.5	13.8	18.8
35	37.0	18.5	23.5

De energiebesparing door hydrofiele coating

Een kascomplex van 40.000 m² heeft een WKK met 3.535 kW aan ketelenergie.

<https://kce.thomasmore.be/tool-verwarmingsvermogen.html>

Een kas van 10 ha. heeft 2,5 keer zoveel ketelenergie nodig. Dat is dan 8.837 kWh. Een 10 ha. kas verbruikt in de praktijk over heel januari tot 500.000 m³ gas (= **4.884,72 MWh**)

Bij 50% condens afvoer door de coating, kan in een 10 ha. Kas in Januari **54 MWh per dag** aan energie worden bespaart.

Wat is de besparing in geld?

Om van MWh naar m³ gas te gaan moet worden gedeeld door 0,00976

54 MW = 5.527 m³ gas a € 0,XX = € XXXX/dag in Januari



Licht winst v.s. temperatuur winst door de coating Feb. Mrt. 2023

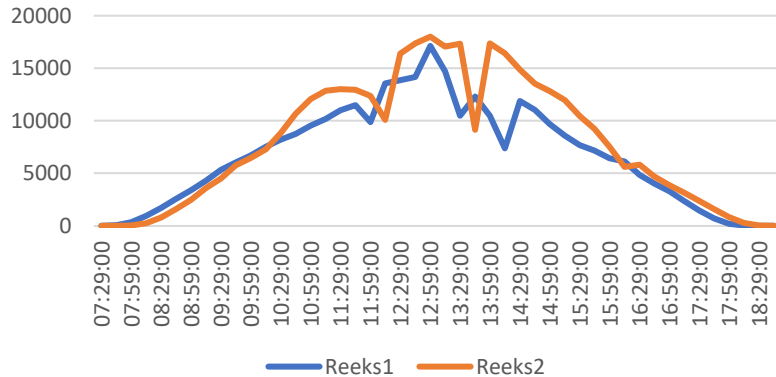
In koude en donkere winterdagen blijven de schermen dicht. Lichtwinst is n.v.t.

Op zonnige dagen is de lichtwinst met coating het grootst zonder ventilatie.

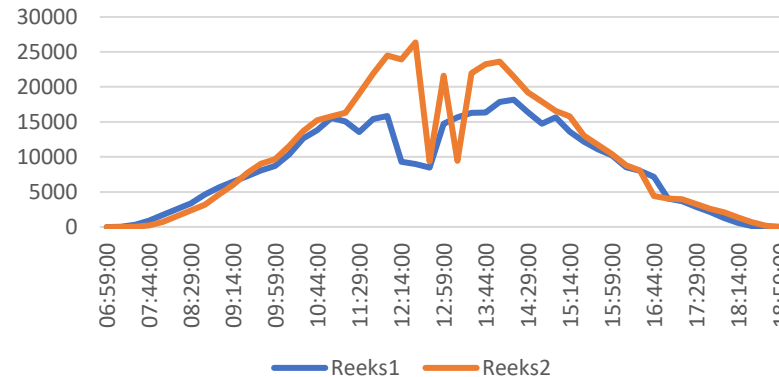
Bij ventilatie droogt de gecoate ruit met een waas met 1 tot 3% lichtverlies (en CO2 verlies en kou)

WUR zag 's ochtends lichtwinst op zonnige dagen zolang de ruit vochtig is.

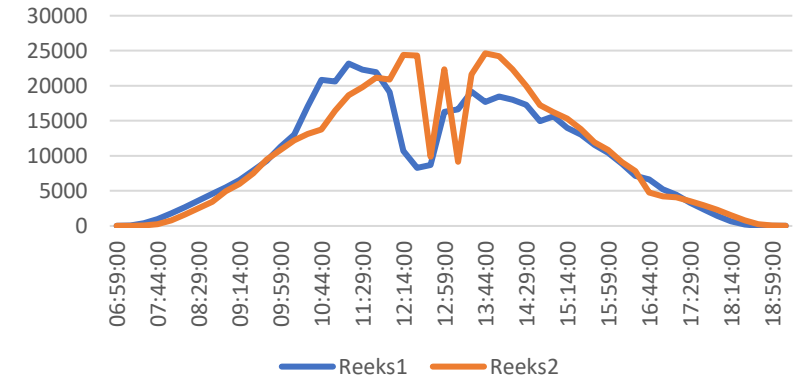
14-02 Lux



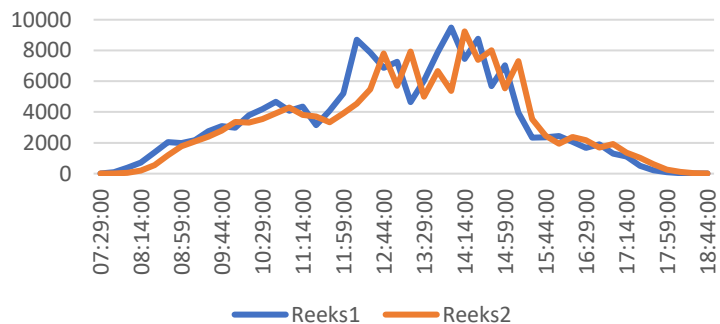
01-03 Lux



02-03 Lux



21-02 Lux



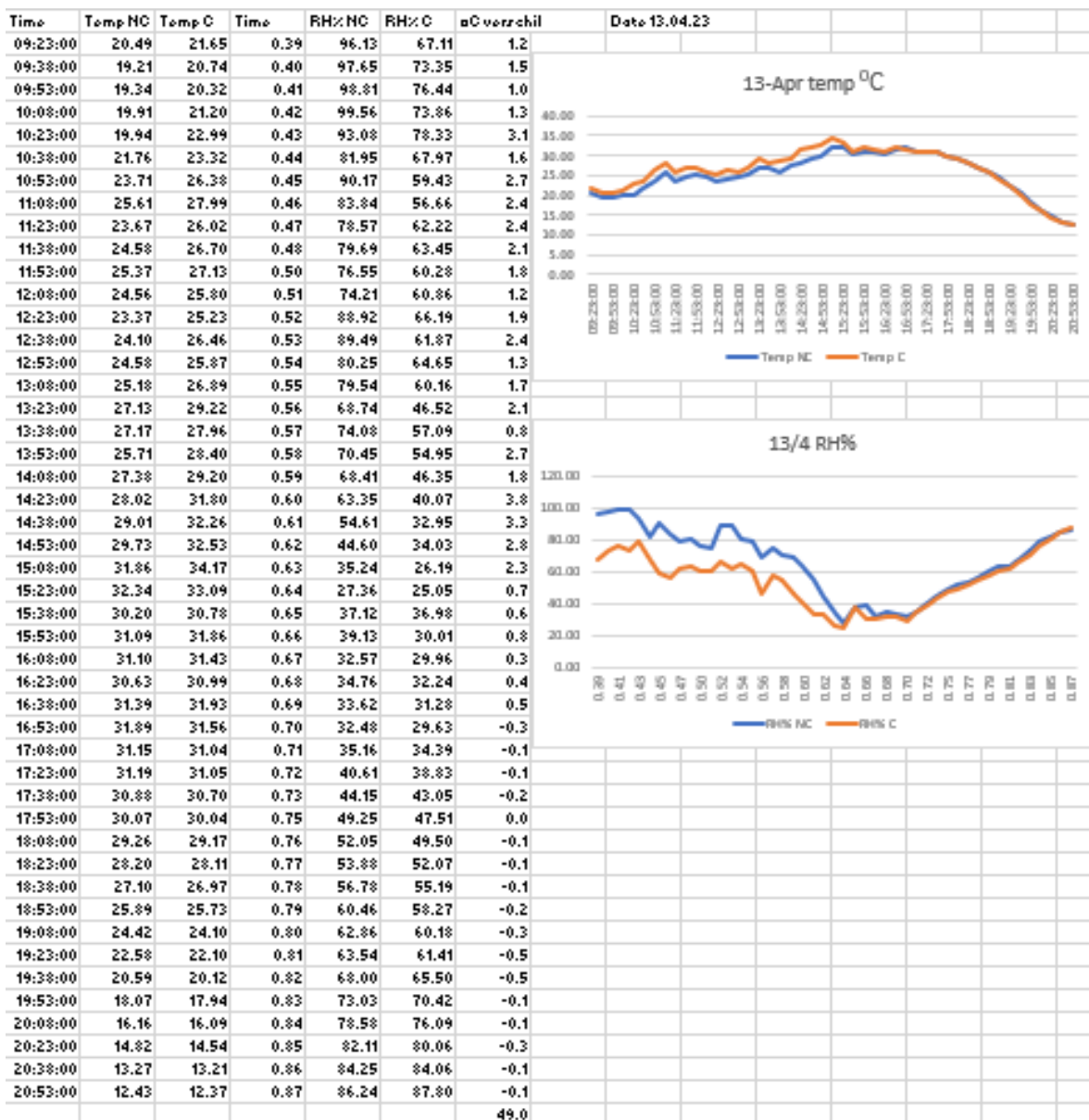
Over de zonnige periode 26-2 t/m 2-3 is er 12,6% meer licht.

Op donkere dagen is vaak geen lichtwinst. Percentages .

Voor plantengroei geldt het aantal micromollen of PPDF per dag.

Op donkere dagen is er gemiddeld 8000 lux. 3% lichtverlies is dan 240 lux minder. Zonnige dagen zijn 20.000 lux. Met coating is er dan 12,6% of 2520 lux meer licht.

Temperatuur winst door de coating in April 2023



Ammerlaan condensafvoer over 400 m2 kamerplanten

2023	coated	ongecoat	gecoat	ongecoat
	ml	ml	% vol	% vol
12-4 tot 13-4	500	420	50	100
14-4 tot 17-4	2800	1620	55	100
17-4 tot 18-4	275	25	75	100
	3575	2065		

De verdamping van 30 tot 50 cm kamerplanten is aanzienlijk minder dan van seizoengroenten.

De plantbezetting varieerde dagelijks. Er werd meer waterafvoer gemeten bij gecoate ruiten.

De hoeveelheid water bij groenten kweek neemt progressief toe met de grootte van de plant tot wel 8 liter/m² per dag.

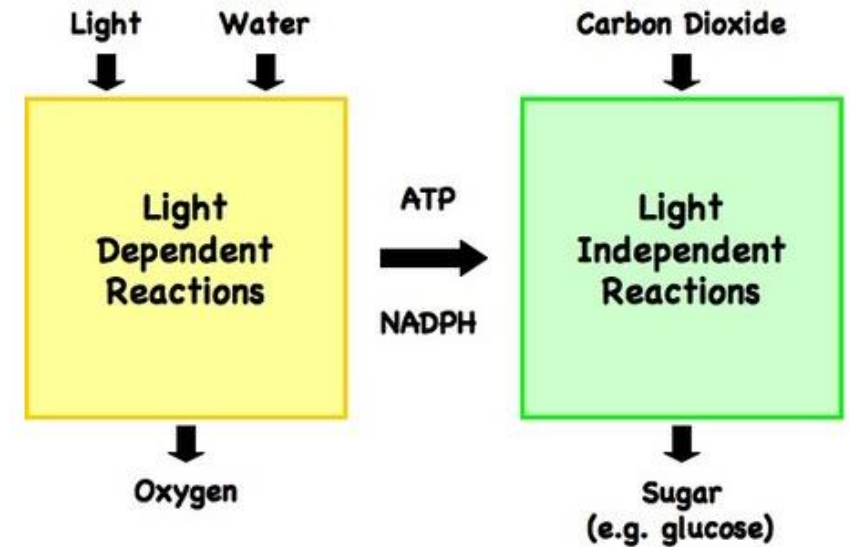
De planten koelen in de zomer door verdamping. Bij de uitgevoerde testen is niet afgeweken van de normale gang van zaken m.b.t. schermen, ventileren etc. Aangepaste methoden kunnen de resultaten verbeteren!

3. Katalysator

Onze glascoating is een katalysator. De werking van licht wordt door het katalyseproces versterkt zonder dat de katalysator (coating) wordt verbruikt.



Fotokatalyse is net zo natuurlijk als Fotosynthese



Fotokatalyse

Fotokatalyse is een fotochemisch proces. Zonlicht produceert op een natuurlijk inerte grondstof (TiO₂) hydroxyl moleculen ook wel vrije radicalen genoemd. De natuurlijke schoonmakers van onze atmosfeer.

Wat doet het?

Permanente schoonmaak van oppervlakken en lucht

Fotosynthese

Fotosynthese is een fotochemisch proces waarbij met zonlicht en water. In chloroplast wordt ATP aangemaakt waarna onder invloed van licht CO₂ wordt opgenomen die de ATP omgezet in glucose.

Groei van planten, voedsel en biomassa.

Wat zijn de reststoffen?

Bacteriën, schimmel, alg en virus vervalt naar CO₂ en H₂O

Neemt CO₂ op in biomassa en produceert O₂

Wat doet de coating bij het foto katalyseproces?

De katalysator versnelt en versterkt een chemische reactie maar wordt zelf niet verbruikt

De TiO_2 coating zorgt voor fotokatalyse onder invloed van UVA (daglicht) wat vrije radicalen produceert (hydroxyl - OH moleculen)

Hydroxyl is een enorm vluchtig radicaal en elimineert (oxideert) vrijwel alle schadelijke stoffen.

De verzamelnaam van deze schadelijke stoffen is VOC's (Volatile Organic Compounds).

Voorbeelden van VOC: schimmels, bacteriën, algen, NO_x , CO, fijnstof

Het eindproduct van de reactie is H_2O , CO_2 en onschadelijke NO verbindingen

Insecten worden bij deze biologische bestrijding niet aangetast



De werking tegen algen



Voor 3 april



na 27 april



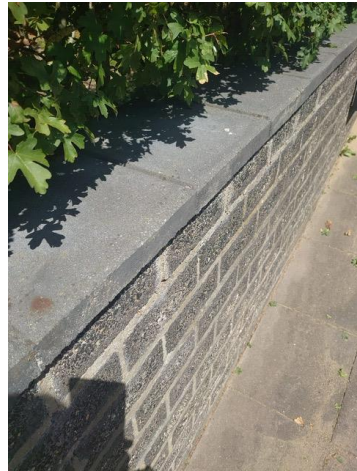
Ammerlaan, donderdag 4 mei



maandag 8 mei



Voor behandeling, na 3 maand



na 3 maand



Ammerlaan donderdag 4 mei



maandag 8 mei

Fotokatalyse stopt alg groei en breekt schadelijke micro plastics af

Microplastics <5 mm leiden tot bezorgdheid. Het zit in water, bodem, lucht en andere milieumedia. Het is opkomende vervuiling omdat ze lang blijven bestaan vanwege hun chemische stabiliteit nadat ze in het milieu terecht kwamen. Er zijn veel schadelijke microplastics in het milieu, waaronder polyetheen (PE), polypropyleen (PP), polyvinylchloride (PVC), polyetheentereftalaat (PET), polyamide (PA), polyoxymethyleen (POM) enz. Microplastics worden onwetend opgenomen door organismen via de voedselketen overgebracht naar dieren met toxicologische effecten op dieren en mensen. Verstoring van voeding leidt tot voortplanting verstoring, energiemetabolisme, veranderingen in de lever enz. Verontreinigende additieven in de productie van kunststoffen zitten en die uit geconsumeerd water wordt geabsorbeerd leidt tot grote schade. Eliminatie van microplasticvervuiling heeft hoge prioriteit. Fotokatalyse is een veelbelovende oplossingen.

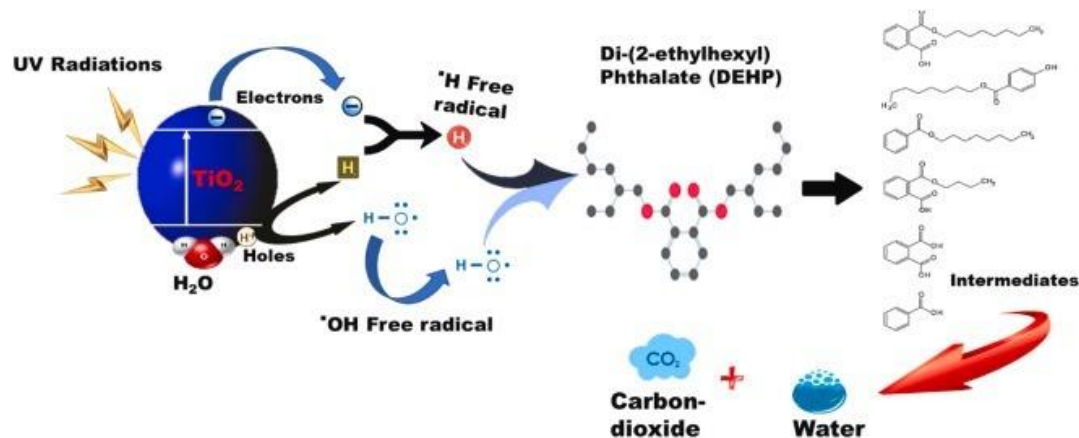


Inloopfolie / tuinplastic (vermoedelijk schadelijk (en verboden PVC).

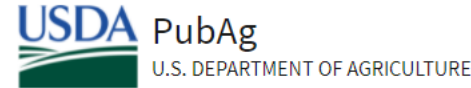
Glascoating elimineert ook schadelijke microplastics

Lange tijd werd gedacht dat fotokatalyse alleen micro-organismen uitschakelden. Patelaten en VOC's worden door fotokatalyse uitgeschakeld. Het blijkt dat ook veel schadelijke anorganische als NO_x, H₂S, CO, Ammonia en andere schadelijke chemische stoffen en gassen worden afgebroken tot ongevaarlijke reststoffen als water en CO₂ worden afgebroken. Het fotokatalyse proces vindt dagelijks plaats in onze atmosfeer.

Om algen vorming in de kas te voorkomen werd coating op plastic aangebracht. Door toeval werd ontdekt dat schadelijk plastic al binnen enkele weken werd afgebroken.



Removal of PFAS, Phthalates, alternative plasticizers and organophosphate esters.



[PFAS and their substitutes in groundwater: Occurrence, transformation and remediation](#)

Author: Bentuo Xu, Shuai Liu, John L. Zhou, Chunmiao Zheng, Jin Weifeng, Bei Chen, Ting Zhang, Wenhui Qiu

Source: Journal of hazardous materials 2021 v.412 pp. 125159

ISSN: 0304-3894

Subject: electrochemistry, groundwater, groundwater treatment, human health, light, microfiltration, oxidation, perfluorohexane sulfonic acid, photocatalysis, remediation, risk, soil, sorption, sulfites, surface water

Abstract: Poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) are increasingly investigated due to their global occurrence and potential human health risk. The ban on PFOA and PFOS has led to the use of novel substitutes such as GenX, F-53B and OBS. This paper reviews the studies on the occurrence, transformation and remediation of major PFAS i.e. PFOA, PFNA, PFBA, PFOS, PFHxS, PFBS and the three substitutes in groundwater. The data indicated that PFOA, PFBA, PFOS and PFBS were present at high concentrations up to 21,200 ng L⁻¹ while GenX and F-53B were found up to 30,000 ng L⁻¹ and 0.18–0.59 ng L⁻¹, respectively. PFAS in groundwater are from direct sources e.g. surface water and soil. PFAS remediation methods based on membrane, redox, sorption, electrochemical and photocatalysis are analyzed. Overall, **photocatalysis is considered to be an ideal technology with low cost and high degradation efficacy for PFAS removal.** Photocatalysis could be combined with electrochemical or membrane filtration to become more advantageous. GenX, F-53B and OBS in groundwater treatment by UV/sulfite system and electrochemical oxidation proved effective. The review identified gaps such as the immobilization and recycling of materials in groundwater treatment, and recommended visible light photocatalysis for future studies.

Fotokatalyse wordt beschouwd als een ideale technologie voor goedkope afbraak van gezondheidschadelijke microplastics

Aanbrengen van de coating gaat snel

Percentage lichtwinst door afwezigheid algen. Gemeten 's morgens tussen 9 en 10 uur

datum	buiten	TiO2 ruit	standaard	verschil	
2021	Kjoule	lux	ruit. lux	lux	
18-May	190	17100	16800	-300	1.80% onbewolkt
26-May	170	11000	10850	-150	1.40% licht bewolkt
02-Jul	90	1630	1600	-30	1.84% bewolkt
09-Jul	20	1210	1170	-40	3.30% zwaar bewolkt
21-Aug	104	4820	4600	-220	4.70% bewolkt
25-Sep	300	8100	7950	-150	1.90% onbewolkt
05-Oct	200	6050	5750	-300	5.00% licht bewolkt
23-Oct	192	10100	9600	-500	5.00% zon l. bewolkt
09-Nov	210	14000	13200	-800	5.70% zon



Is het veilig?

Biocide?

Een rigide EU regel zegt dat alles wat ziektekiemen of ongedierte doodt een biocide is. Paprika telers gebruiken van oudsher melk om gereedschap en handen te desinfecteren. Als melk voor dat doel gebruikt wordt is het een biocide is een toelating vereist. Pindakaas als lokstof op een muizenval evenzo. De coating op het glas is nanotitaniumdioxide (TiO₂) maar is zelf geen biocide. Echter, UV licht op TiO₂ produceert de natuurlijke hydroxyl schoonmaak moleculen die op hun beurt ziekteverwekkers uitschakelen. Daarom wordt het net als melk als biocide beschouwd. Er wordt om die reden dan ook niet geclaimd dat de coating desinfecteert. De coating blijft actief zolang de zon schijnt en wordt niet opgebruikt.

TiO₂ is een inerte stof die met niets reageert. Het zit al meer dan een eeuw in tandpasta, zonnebrand crème, suikergoed, snoep en honderden voedingsmiddelen.

Gevaarlijk?

In de kas wordt 1,4 gram nano-TiO₂ coating op 100 m² glas gesprayd. Dat is 14 mg/m² en die deeltjes zitten muurvast op het glas. Een 35 jaar oud TiO₂ stof inademingsonderzoek liet 2 jaar lang dagelijks 250 mg/m³ TiO₂ stof door ratten inademen. Bij dagelijks 50 mg/m³ is geen enkel [schadelijk effect](#) waargenomen. De ratio van blootstelling is zoek als bij de glascoating éénmalig 14 mg TiO₂ op 1 m². Alle onderzoeken betroffen TiO₂ stof. De coating oplossing is een onzichtbare suspensie en komt niet van het glas af.

Er zijn mooie oplossingen. Gooien we het kind met het badwater weg?



Belangrijke opmerkingen bij het gebruik van de coating

- De coating werkt het best bij gesloten kasteelt.
- Ventileren vermindert de werking van de coating (ziektedruk).
- Alleen opbrengen op droge ruiten.
- Opbrengen op smerige ruiten kan ook en verwijderd alg maar de coating verdwijnt met de algen en het vuil. Dan later nog een keer opbrengen.
- Opbrengen op schone ruiten geeft onmiddellijk licht- en temperatuur winst
- De coating is veilig, maar met mondkapje aanbrengen is veiliger
- LET OP:
- DE COATING HEEFT POSITIEF EFFECT OP HET KLIMAAT IN DE KAS.
DOOR AANPASSEN VAN DE TEELTWIJZE IS ER NOG MEER VOORDEEL UIT TE HALEN.

Wanneer effect?



- De afvoer van water door de coating, hogere temperaturen in de kas en een lagere luchtvochtigheid zijn effectief van half november tot half april.
- In de zomer minder effect
- In het 1^e jaar vanaf eind augustus tot 5 % meer licht door afwezigheid algen.
- De wetenschappelijk bewezen effecten op schimmels, bacteriën, etheen, fijnstof en NOx zijn in dit onderzoek niet meegenomen

Conclusies

- Condens heeft in de winter resulteert in grote energiebehoefte in de kas
- Ventilatie in de winter kost warmte, energie en CO₂. De coating spaart energie.
- Onder daglicht faciliteert de coating een blijvend fotokatalyse proces
- De coating heeft zelfreinigende werking op vuil, fijnstof, pathogenen, schimmels, en VOC's
- Algen verdwijnen, betere lichtdoorlatendheid en geen chemische middelen meer
- Schadelijke gassen waaronder NO_x (belangrijk bij paprika's) worden eveneens geëlimineerd
- De reststoffen van het gehele proces zijn H₂O en CO₂
- De coating is goedkoop, eenvoudig aan te brengen en blijft tenminste 2 tot 3 jaar werken
- Terugverdientijd van enkele weken tot een paar maanden

Kweekmethoden aanpassen

De positieve eigenschappen van de coating vraagt om nieuwe benadering van kweken. In de wintermaanden is dat volgens een gesloten kassysteem. Daarna afhankelijk van vegetatie, temperatuur en verdamping.