

# The road to climate-neutral greenhouses

Draaiboek

Onderzoek uitgevoerd door: ILVO, Proefcentrum Hoogstraten en Proefstation voor de groententeelt





Titel	
Contactgegevens	ILVO Filip Bronchart Filip.bronchart@ilvo.vlaanderen.be Proefcentrum Hoogstraten (teelt) Marlies Huysmans Marlies.Huysmans@proefcentrum.be Proefstation voor de Groenteteelt Lieve Wittemans Lieve.wittemans@proefstation.be
Project	Dit onderzoek vond plaats binnen het project GLITCH. GLITCH zet in op de ontwikkeling van innovatieve energie-efficiënte en klimaatneutrale teelttechnieken en -systemen in de glastuinbouw. <a href="https://glitch-innovatie.eu/">https://glitch-innovatie.eu/</a>
Steunvermelding	Dit onderzoek wordt enerzijds mogelijk gemaakt met de steun van het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Anderzijds wordt het project ondersteund vanuit het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO), de Provincie Antwerpen, Het Vlaams Kabinet Omgeving, Natuur en landbouw, de provincie Limburg (NL) en het Nederlands Ministerie van Economische zaken.





## 1. Situatieschets bij aanvang project

De glastuinbouw in Vlaanderen en Nederland is gekenmerkt door een optimale teeltomgeving resulterend in hoge productie en kwaliteit. Deze optimale teeltomgeving wordt huidig ingevuld door het aanleveren van grote hoeveelheden energie in de kas. Zo is de energievraag van de Nederlandse glastuinbouw anno 2018 afgerond 100PJ, dat is ~83% van de totale energievraag van de landbouw in Nederland. In Vlaanderen is de energievraag in 2018 15PJ, dat is 52% van de totale energievraag van de sector. Per kg tomaat is de energievraag 23.6 MJ.

De sector is zich bewust van deze problematiek en heeft er voorgaande periodes vooral naar gestreefd om hun energiebehoefte duurzamer in te vullen. In Nederland heeft de sector een convenant afgesloten met de overheid die 55% reductie voor ogen heeft tegen eind 2030. In Vlaanderen moet volgens het Vlaams klimaatplan de energetische emissies in de landbouwsector in 2030 met 44% gereduceerd worden t.o.v. 2005.

De oplossing die in dit project naar voren is geschoven, is de reductie van de energievraag van de teelt en dit met behoud van productie en rendabiliteit.

Om dit te realiseren zijn er volgende grote kennistekorten:

- Hoe kun je een kas isoleren en daarbij ook maximaal damp doorlaten/niet doorlaten?
- Hoe kun je de latente warmte aanwezig in de lucht in de kas efficiënt hergebruiken en omzetten in voelbare warmte zodanig dat een optimale teeltomgeving gegarandeerd blijft.
- Hoe ga je met nieuwe technieken telen?

Hieraan werd in WP5 "Klimaatneutrale teeltsystemen en technieken" vorige 3 jaar gewerkt.



**Interreg**   
EUROPESE UNIE  
**Vlaanderen-Nederland**  
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling





## 2. Uitdagingen/vragen bij aanvang project

WP5, "Ontwikkeling klimaatneutrale glastuinbouw" bestaat uit 3 hoofdassen om de energievraag in de teelt sterk te reduceren:

- Energiebalancerend schermstelsel zowel voor dag- als nachtschermen als performante isolatietechniek
- Dampwarmtepomp als energie-efficiënte ontvochtigingstechniek
- Klimaatneutrale teeltstrategie

### Energiebalancerend schermstelsel

De ontwikkeling van EB schermstelsel had volgende uitdagingen/vragen

De hoofduitdaging en uiteindelijke doelstelling

- Het (markt)beschikbaar maken van EB dag- en nachtschermstelsels

Om deze uitdaging te kunnen realiseren, waren de sub-uitdagingen

- Rond vochttransport
  - Vocht/damp bepaalt het klimaat in de kas. Vocht kan op basis van verschillende mechanismen doorheen het scherm naar buiten getransporteerd worden waarbij sommige transport mechanismen efficiënter zijn dan andere.
  - Wat is de kwaliteit en de kwantiteit van het damptransport doorheen schermen?
  - Hoe kunnen schermen hieraan aangepast worden om optimale dampeigenschappen te hebben?
- Rond warmtestralingseigenschappen
  - Hoe kunnen we best de warmtestralingseigenschappen van schermen meten?
  - Hoe reageren meerdere transmissieve schermen met elkaar?
  - Wat zijn de optimale warmtestralingseigenschappen voor schermen in een EB schermstelsel?
- Wat is het fysische gedrag van het gecombineerde systeem?
  - Wat is de isolatiewaarde van een schermstelsel?
  - Treedt er condens op in een schermstelsel en hoeveel condens treedt er op?
  - Hoeveel schermen van een bepaald type resulteert in voldoende isolatie?





## Dampwarmtepomp

De dampwarmtepomp is een zeer efficiënte luchtvochtigingstechniek met als doelstelling een COP van 10. Het bestaat uit een warmtemassawisselaar en een verdamper. Dit project focust op de verdamper gezien er op het PSKW een warmtemassawisselaar beschikbaar is.

De vooropgestelde uitdagingen:

- Het ontwerp van een verdamper die economisch rendabel, corrosie resistent en energie efficiënt is.
- De bouw van deze verdamper
- Het testen van deze verdamper
- Koppelen van de verdamper aan de warmtemassawisselaar op het PSKW en samen laten functioneren als dampwarmtepomp.

## Klimaatneutrale teeltstrategie

Om te slagen in een klimaatneutrale(re) glastuinbouw, heb je aan de ene zijde de beschikbaarheid van energiebesparende technieken en aan de andere zijde hoe deze in de kas moeten ingezet worden. Hierover gaat dit werkpakket, ervaring op doen met en efficiënt inzetten van de technologie.

- Wat is een klimaatneutrale teeltsturing in tomaat en paprika bij een kas uitgerust met EB-schermen en een dampwarmtepomp?
- Hoeveel energie kan bespaard worden?
- Wat zijn de teeltproducties bij gebruik van deze nieuwe technieken?





### 3. Plan van aanpak

#### Energiebalancerend schermstelsel

- Bepalen fysieke kenmerken van schermen
  - Ontwikkeling en bouw van een nieuwe meettechniek voor het bepalen van de daglichttransmissie van schermen bij bewolkte condities.
  - Ontwikkeling en bouw van een vacuümbox meettechniek voor het bepalen van de warmtestralingseigenschappen van schermen.
  - Wetenschappelijk onderzoek rond kwantificatie en kwalificatie van damptransport: literatuurstudie, analytische benadering en CFD als verificatie.
- Modelleren van de isolatie van een schermstelsel
  - In python wordt een schermstelselmodel neergeschreven om het gedrag van schermcombinaties te kunnen voorspellen op gebied van isolatie en vochttransport
- Verificatie opgebouwde kennis in praktijktesten
  - In de teeltproeven worden energiemetingen uitgevoerd met verschillende scherm pakketten. De resultaten worden vergeleken met de pythonmodel resultaten.
- Co-creatie samen met bedrijven
  - Screening naar Vlaamse en Nederlandse bedrijven met interesse/kennis om performante schermen te produceren.
  - Een daadwerkelijke samenwerkingsovereenkomst werd getekend samen met de bedrijven Oerlemans en WALKI. Zij leverden verschillende innovatieve schermen die in de praktijkproeven werden getest.

#### Dampwarmtepomp

De aanpak van de ontwikkeling van de verdampers van de dampwarmtepomp bestond uit:

- Het zoeken van een project partner licht die de bouw van de verdampers op zich zou nemen. Dit bleek niet haalbaar om in de industrie een geïnteresseerde partner te vinden voor een dergelijk innovatief project. Daarom besliste UGent om ook de bouw in eigen beheer te nemen.
- Het ontwerp van de verdampers bestond uit verschillende fases. Gedurende deze fases werd een ontwerp uitgetekend en werden prijzen nagevraagd. Het ontwerp werd beoordeeld door de onderzoeksgroep "toegepaste thermodynamica en warmteoverdracht".





- Dit leverde in totaal een 4tal ontwerpen op, waarbij pas het 4<sup>de</sup> ontwerp voldeed aan financiële en technische vereisten.
- De hierop volgende fase bestond uit veelvuldig prijsoverleg met een 100tal leveranciers voor de verschillende componenten.
- Voor de compressor van de warmtepomp, kregen we van het bedrijf Dorin een gratis compressor aangeboden.

## Teeltproeven

- Er werden in totaal 5 teeltproeven uitgevoerd:
  - 2019/Paprika/PCH:
    - Evaluatie van een EB dagschermsysteem
    - Marktbeschikbare dagschermen: 2 PE-AC folies van Oerlemans. Deze folie laat veel licht door maar isoleert enkel indien condens aanwezig is. 1 Luxous-1147FR dagschermsysteem
    - Marktbeschikbare nachtschermen: 1 XLS 18 nachtschermsysteem van Svensson.
  - 2020/Paprika/PCH:
    - Evaluatie van een EB dag- en nachtschermsysteem
    - Co-creatie dagschermen: vorige PE-AC folies werden vervangen door 120 micron PE-folies met hoog VA gehalte van Oerlemans waardoor deze zeer thermisch is gecombineerd met hoge lichtdoorlaatbaarheid.
    - Performante nachtschermsysteem: als nachtschermen werden een XLS 18-schermsysteem van Svensson ingezet en een Phormitex Eclips 98 van Phorium.
  - 2021/Paprika/PCH:
    - Evaluatie van een EB dag- en nachtschermsysteem
    - Co-creatie dagschermen: 2 PE-VA-AC + 1 1147FR werden vervangen door 3 100-micron brandvertragende PE-folies met hoog VA gehalte van Oerlemans
  - 2020&2021/Tomaat/PSKW:
    - Evaluatie van een EB nachtschermsysteem
    - Co-creatie nachtschermen: 2 aluminium PP folies van WALKI die dampdoorlatend zijn en een heel hoge reflectie hebben voor warmtestraling.
- Klimaatneutrale teeltsturing:
  - Het beheer van de parameters RV (relatieve vochtigheid) en temperatuur hebben een grote invloed op de warmtevraag.





## GLITCH

- Door het telen bij hogere RV is er minder energievragende ontvochtiging nodig en is er meer condens op de dagschermen waardoor deze beter isoleren. Natuurlijk moet dit haalbaar blijven voor de plant. In de paprikateelt was veel aandacht voor het instellen van een optimaal vochniveau.
- Door het telen met een horizontaler temperatuurprofiel (kleinere dag-nachtverschillen) en door de opwarming zoveel mogelijk te laten gebeuren door de zon kan veel energie bespaard worden. Vooral in het teeltjaar 2021 in paprika werd hier extra aandacht aangegeven tijdens de teeltsturing.



**Interreg**   
EUROPESE UNIE  
**Vlaanderen-Nederland**  
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP  
INNOVEREN &  
ONDERNEMEN



**Vlaanderen**  
is ondernemen



**Provincie  
Antwerpen**



Ministerie van Economische Zaken  
en Klimaat

provincie **limburg**  
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



**Flanders**  
State of the Art





#### 4. Wat zijn de teeltresultaten bij gebruik van deze nieuwe technieken?

##### Paprikateelt

Op PCH werd de productie, plantengroei en kwaliteit van de vruchten opgevolgd. In 2019 was de productie in beide afdelingen bijna gelijk met een 26,3 kg/m<sup>2</sup> in de GLITCH afdeling en 26,6 kg/m<sup>2</sup> in de referentie. De vruchten in afdeling 19 waren wel significant kleiner dan de vruchten in de referentie (192,25 g vs 198,39 g), hierdoor was de verkoop 6% minder van de omzet die werd behaald met de vruchten uit de GLITCH afdeling tov de referentie. In sommige periodes werd er meer binnenrot geobserveerd in de vruchten van de GLITCH afdeling. Dit kwam mogelijks door de hoge setpoint van de LBU.

In 2020 werd op PCH een prototype van EB nachtschermsysteem (XLS18 doek en een PhormitEx Eclipse 98 (Phormium)) getest in combinatie met een EB dagschermsysteem (twee PE AC folies bestaande uit 120 micron PE-folie met hoog VA gehalte en een Luxous 1147 FR doek (Svensson)). In deze proef lag de productie iets hoger in de GLITCH afdeling dan in de referentie, maar dit verschil was niet significant (29,5 kg/m<sup>2</sup> in de GLITCH afdeling en 28,5 kg/m<sup>2</sup> in de referentie). Doordat de vruchten in de GLITCH afdeling in 2019 significant kleiner waren in 2019, werd er in 2020 een vruchtdunnig strategie toegepast in de helft van de veldjes in de GLITCH afdeling om het effect te zien op het vruchtgewicht. De vruchtdunning strategie heeft gezorgd voor iets grotere vruchten t.o.v de standaard strategie (197g vs 187g). De omzet in de GLITCH afdeling ligt 13% hoger. Dit was voornamelijk te verklaren door een hoge productie en grote vruchten in week 16 en 17, en hoge paprikaprijzen tijdens die periode. De planten waren gemiddeld 15 cm groter dan de referentie afdeling. Brandvlekken werd het hele teeltseizoen bijna niet waargenomen dankzij een aangepaste schermsturing. Binnenrot kwam veel minder voor ten opzicht van het voorgaande jaar. Dit kwam door de setpoint van de LBU te verlagen naar 90-92%.

In 2021 werd de referentie afdeling op PCH uitgerust met een klassiek Luxous 1147 FR dagscherm en één Luxous 1547 D FR (onder). In de GLITCH afdeling werden de twee PE-VA folies van het EB dagschermsysteem vervangen door nieuwe PE-VA folies met een iets lager Vinyl Acetaat concentratie in de buitenste lagen. Het Luxous 1147 FR doek werd ook vervangen door PE-VA 2020 folie en dus bestond het EB dagschermsysteem dit jaar uit drie PE-VA-2020 folies. Het nachtschermsysteem werd behouden van 2020. Het seizoen is nog lopende en de producties zijn nog maar pas begonnen. De totale productie van weeknummer 9 tot en met 11 was niet significant verschillend (1,31kg/m<sup>2</sup> in de GLITCH en 1,59 kg/m<sup>2</sup> in de referentie). Wel was het vruchtgewicht (231g in de GLITCH afdeling en 206g in de referentie) en het aantal vruchten per m<sup>2</sup> (5,7 vruchten per m<sup>2</sup> in de GLITCH afdeling en 7,8 vruchten per m<sup>2</sup>





in de referentie) significant verschillend tussen de afdelingen. Verschillen in plantlengte werden (nog) niet geobserveerd.

### Tomatenteelt

De energy-balancing (EB) nachtschermen, die in werkpakket 5.2 werden ontwikkeld, werden in een teeltproef getest en gedemonstreerd in een tomatenserre op het Proefstation voor de Groenteteelt. Het doel van de proef was tweeledig. Enerzijds werd de praktische toepasbaarheid en het energiebesparingspotentieel van de nachtschermsysteem geëvalueerd. Anderzijds werd het gebruik van de schermen en het kasklimaat geoptimaliseerd met een zo hoog mogelijke energiebesparing als resultaat, zonder verlies van productie en kwaliteit.

Het EB nachtschermsysteem, bestaande uit 2 aluminium PP folies en een Luxous 1147 FR als bovenscherm, werd op 23 maart 2020 geïnstalleerd in de serre. De proef duurde tot 26 november 2020 en werd uitgevoerd bij twee rassen trostomaat, Merlice (De Ruiters) en Foundation (Nunhems). In tweewekelijks overleg werd het effect van het gebruik van de schermdoeken en de sturing van de schermen, de verwarming en de ramen op het energieverbruik geëvalueerd en bijgestuurd. De EB nachtschermen werden zoveel mogelijk ingezet door de schermen sneller te sluiten, een hogere RV te tolereren en de schermen minder snel te openen tijdens de nacht.

De producties van Merlice en Foundation onder de EB nachtschermen vielen in 2020 lager uit dan in de referentieafdeling. Een eerste verklaring hiervoor ligt in het vruchtgewicht. Zowel Merlice als Foundation startten onder de EB nachtschermen met een lager vruchtgewicht, wat resulteerde in een tragere productiestart. Het vruchtgewicht van Merlice maakte vanaf augustus wel een inhaalbeweging en was gemiddeld over het hele jaar nagenoeg gelijk tussen de twee afdelingen: 163 g in de referentie en 162 g bij de EB nachtschermen. De referentie van Foundation heeft het zeer goed gedaan met een gemiddeld vruchtgewicht van 159 g. Het vruchtgewicht van Foundation onder de EB nachtschermen eindigde 19 g lager.

Het feit dat de schermdoeken tijdens de installatie een aantal dagen dicht bleven, waardoor de bestuiving door de hommels ondermaats was, leidde bovendien in het begin van de proef tot slecht gezette tomaten. Daarnaast nam het grotere scherpakket van de aluminium folies wat meer licht weg. Theoretisch gezien hadden we hierdoor een productieverlies van ongeveer 2% verwacht. Maar de opbrengst in €/m<sup>2</sup> lag 6% lager voor Merlice en 8% lager voor Foundation geteeld onder de EB nachtschermen in vergelijking met de referentie. Op het vlak van plantontwikkeling en vruchtkwaliteit waren er weinig of geen significante verschillen.



In 2021 werd een nieuwe proef opgestart met hetzelfde EB nachtschermsysteem bij twee rassen losse tomaten, Mattinaro (Enza Zaden) en Rebelski (De Ruiters). De teelt werd opgeplant op 5 januari 2021 en de schermen werden onmiddellijk in gebruik genomen. Ook in 2021 zijn de plantverschillen tot eind maart heel beperkt. Omdat de teelten nog maar net in productie zijn, kunnen hierover nog geen conclusies worden gemaakt.



## 5. Voornaamste resultaten over de 3 jaar

### Energiebalancerend schermstelsel

- Kan condensatie op schermen resulteren in een optimaal isolerend dagscherm?
  - Een condenslaagje op het dag scherm verbetert de warmtestralingseigenschappen en resulteert in een performant dagscherm.
  - Schermen moeten echter voor een lange periode gesloten zijn (meerdere uren, afhankelijk van binnen en buiten klimaat) vooraleer er voldoende condens aanwezig is op het scherm die dus zorgt voor een optimale isolatie. Dit betekent dat het enkel nuttig is een scherm (bv PE-AC) die warmtestraling doorlaat in te zetten in vochtige teelten waarbij het scherm langere periodes gesloten wordt.
  - Deze condities zijn te beperkt haalbaar in de praktijk, waardoor een warmtestralingsabsorberend scherm nodig is in een energiebalancerend schermstelsel.
  - Voor uitgebreide info, zie Bronchart, 2021
- Hoe laten schermen damp door?
  - Damptransport doorheen geweven/gebreide schermen gebeurt in hoofdzaak door diffusie en niet door luchtbeweging. Diffusie is dubbel zo efficiënt in ontvochtiging dan luchtbeweging.
  - Bij geperforeerde schermen met bv 6mm gaten om de 10cm gebeurt het damptransport wel door luchtbeweging.
  - De dampweerstand van een gebreid doek is vergelijkbaar met deze van een 100% dampopen doek (bv vlies).
  - Voor uitgebreide info, zie Bronchart (in preparation)
- Hebben commerciële schermen optimale warmtestralingseigenschappen?
  - Nachtschermen: de geteste marktbeschikbare commerciële schermen hebben op de glanzende aluminium zijde een warmtestralingsreflectie van ongeveer 50%. Op de niet glanzende zijde is deze veel lager. Nochtans zijn beide zijden van belang voor het bekomen van een optimale isolatie waarde. Daarom werd in WP5 gezocht naar performantere schermen. Onze interesse gaat uit naar een gemicroperforeerde PP-Alu folie met een warmtestralingsreflectie van gemiddeld 70% aan beide zijden.
  - Dagschermen: de geteste commercieel beschikbare gebreide dagschermen hebben een warmtestralingstransmissie van rond de 20% (hoe lager, hoe hoger de isolatiewaarde). Ook de dagschermen





ontwikkeld in dit project hebben een vergelijkbare warmtestralingstransmissie.

- Voor uitgebreide info, zie Bronchart, 2021
- Hebben commerciële schermen een optimale lichtdoorlaatbaarheid?
  - Op basis van onze metingen voldoet er geen enkel gebreid/geweven scherm op de markt aan lichtdoorlaatbaarheidvereisten om ingezet te worden in een EB schermstelsel. Het meest performante scherm is Luxous 1147FR met een bewolkte daglichttransmissie van 75%
  - Op nieuw ontwikkelde dagschermen met toegevoegde VA was de hemisferische bewolkte daglichttransmissie 82-85%. Hoe hoger het VA-gehalte, hoe hoger de daglichttransmissie. Dankzij het AC-additief verhoogt condensatie op het scherm deze transmissie met ca. 3%. Een andere interessante film die binnen GLITCH werd gemeten, is PVDF van 25 micron, dat een daglichttransmissie had van ongeveer 88%.

## Dampwarmtepomp

- Een prototype verdamper werd ontworpen die verdunde  $\text{CaCl}_2$  oplossing naar geconcentreerde  $\text{CaCl}_2$  oplossing concentreert. Het verdampingsproces wordt aangedreven door een compressor en een warmtepompstelsel.
- De constructiematerialen bestaan uit titanium gecombineerd met verschillende polymeren.
- De totaal installatie kost  $\sim 50000\text{€}$  aan materialen.
- Door verschillende ingrepen bleek het mogelijk de te verwachten COP boven de 10 te brengen.
- Door de hoge COP, is heel weinig warmte beschikbaar en moet het stelsel uitgerust zijn met performante platenwarmtewisselaars die de warmte recupereren uit de naar buitengaande geconcentreerde zoutoplossing.
- Zie Monteyne (2021)

## Teeltproeven

### *Teeltproef Paprika 2019*

- Door de inzet van de best beschikbare techniek van marktbeschikbare dagschermen (PE-AC folie gecombineerd met Luxous 1147FR) kan paprika geteeld worden met een warmtevraag van  $16\text{m}^3$  aardgas equivalent/ $\text{m}^3$ .
- Overdag kon er 41% energie bespaard worden. Over het volledige etmaal was er een energie besparing van 49%, zonder verlies van groei of kwaliteit.





- Vruchten waren iets kleiner bij het gebruik van het EB dagschersmsysteem en hierdoor was de omzet 6% minder.

## *Teeltproef Paprika 2020*

- Door de inzet van in het project ontwikkelde performante dagschermen (thermische PE-AC folies) gecombineerd met een nachtscherm dat een warmtereflectie heeft van ~50% aan beide zijden, kan paprika geteeld worden met minder dan 10 m<sup>3</sup> aardgas equivalent/m<sup>2</sup>. Dit is een energiebesparing van 65% t.o.v. een referentie met 2 SLS10 schermen.
- Geen verlies van groei of kwaliteit van de vruchten
- Productie bleef behouden
- 13 % meer omzet in de Glitch afdeling door hogere productie en grote vruchten in week 16 en week 17.

## *Teeltproef tomaat 2020*

- Door de inzet van een dampopen dubbel nachtscherm met een gemiddelde warmtestralingsreflectie van 70%, gecombineerd met een Luxous 1147 FR scherm, kon gedurende de nacht in tomaat 71% energie bespaard worden in vergelijking met de referentie (uitgerust met Phormitex bright). Wanneer ook het energieverbruik tijdens de dag in rekening wordt gebracht, komen we uit op een daling met 40%. Deze cijfers zijn het resultaat van een weloverwogen schermkeuze en een aangepaste klimaatsturing.
- De opgemeten isolatiewaarde van het kasdek is gemiddeld 1.8W/m<sup>2</sup>/K. Dit is beduidend hoger dan de isolatiewaarde gemodelleerd met het kasmodel (1.1W/m<sup>2</sup>/K). De oorsprong van deze discrepantie is niet achterhaald en bijkomend onderzoek zal dit moeten uitwijzen.
- 3 lagen dampopen folie laat gedurende de nacht voldoende damp door bij kleinere planten/koude buitenomstandigheden bij een maximaal ingestelde RV van 80%. Bij grotere planten/warmer weer moet gekierd worden. Het kieren resulteert in relatief veel energieverlies waardoor de temperatuur in de kas zakt.
- De producties van Merlice en Foundation onder de EB nachtschermen vielen lager uit dan in de referentieafdeling. Een verklaring hiervoor ligt in een lager vruchtgewicht door lichtverlies door het scherpakket, wat resulteerde in een tragere productiestart. Door een aangepast scherm en teelttechnische optimalisatie kunnen hier zeker nog stappen worden gezet.





*Teeltproef tomaat 2021*

- Het schermstelsel uit de teeltproef van 2020 bleef staan. Gedurende de nacht kon 62% energie bespaard worden in vergelijking met de referentie. Wanneer ook het energieverbruik tijdens de dag in rekening wordt gebracht, komen we uit op een daling met 41%.





## 6. Samenvattende conclusie

WP5 “Klimaatneutrale teeltsystemen en technieken” heeft in de praktijk bewezen dat de opgebouwde kennis rond energiebalancerende schermssystemen en efficiënte ontvochtiging de weg vrijmaakt naar een klimaatneutrale glastuinbouw.

Komende jaren zal de ontwikkeling van deze technieken verder gezet worden tot een optimaal inzetbaar product voor de teler. Door deze verdere optimalisatie zal de warmtevraag reductie die in dit project werd ingezet met bv telen met minder dan 10m<sup>3</sup> a.e./m<sup>2</sup> verder gereduceerd worden naar ingeschat 5m<sup>3</sup> a.e./m<sup>2</sup> en dit voor alle warme teelten. Hierdoor zal het mogelijk worden dat ook de noordelijke landen klimaatvriendelijke en economisch rendabel vruchtgroenten en andere warmtegevoelige gewassen kunnen telen.

Bij dit ontwikkelingsproces is het cruciaal te blijven co-creëren met volgende hoofdrolspelers: de wetenschappelijke onderzoeksinstellingen, de praktijkcentra en de industrie.







## 7. Literatuur

- Bronchart, F., Corbala, L. (2021). Van het meten van de warmtestralingseigenschappen van schermen tot het berekenen van de isolatiewaarde van een schermstelsel GLITCH INTERREG Vlaanderen Nederland. <https://glitch-innovatie.eu/>
- Bronchart F. (in preparation) Qualification and quantification of vapour transport through greenhouse screens.
- Corbala, L., Huysmans M., Bronchart, F. (2020) Testen van een marktbeschikbaar energy balancing dagschermsysteem in een paprikateelt. GLITCH INTERREG Vlaanderen Nederland, <https://glitch-innovatie.eu/>
- Corbala, L., Huysmans M., Bronchart, F. (2021) Een stap dichterbij klimaatneutrale glastuinbouw: nieuwe dagschermen en een verbeterd commercieel nachtscherf in de paprikateelt. GLITCH INTERREG Vlaanderen Nederland, <https://glitch-innovatie.eu/>
- Monteyne, H., Bronchart, F. (2021) Ontwerp van een prototype verdampert als onderdeel van de dampwarmtepomp. GLITCH INTERREG Vlaanderen Nederland, <https://glitch-innovatie.eu/>
- Wittemans, L., Corbala L. , Bronchart, F. (2021) Testen van een energiebalancerend nachtschermsysteem in een tomatenteelt -2020 GLITCH INTERREG Vlaanderen Nederland, <https://glitch-innovatie.eu/>

