

Teeltproef “WP5 Ontwikkeling klimaatneutrale glastuinbouw”

Testen van een energie balancerend nachtschermsysteem in een tomatenteelt – winter 2021

Lieve Wittemans (PSKW), Luis Corbala (ILVO), Filip Bronchart (ILVO)

Proefperiode: 5 januari 2021 – 30 april 2021

Proef uitgevoerd door: ILVO, PSKW, UGent, MKB.

In samenwerking met WALKI, Ludvig Svensson



Interreg



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

Titel	Testen van energy balancing nachtschermen in een tomatenteelt
Proefperiode	5 januari 2021 – 30 april 2021
Contactgegevens	<p>Proefstation voor de Groenteteelt Duffelsesteenweg 101, 2860 Sint-Katelijne-Waver (België) Lieve Wittemans Lieve.wittemans@proefstation.be</p> <p>ILVO Burg. van Gansberghelaan 115, 9820 Merelbeke Filip Bronchart Filip.Bronchart@ilvo.vlaanderen.be</p>
Project	<p>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.</p> <p>https://glitch-innovatie.eu/</p>
Steunvermelding	<p>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.</p>



Afkortingen

PE	Polyethylen
EB	Energie balancerende
PCH	Proefcentrum Hoogstraten
PSKW	Proefstation voor de Groenteteelt
MKB	Maurice Kassenbouw
ILVO	Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
PAR	Photosynthetically active radiation
PP	Polypropyleen
RV	Relatieve vochtigheid



Samenvatting / Abstract

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 geteste nachtscherm was een dampdoorlatende aluminium PP folie van het bedrijf WALKI met hoge warmtestralingsreflectie langs beide zijden. Het scherm werd dubbel toegepast als onderscherm. Onafhankelijk van dit EB-nachtsschermsysteem, werd als bovenscherm een Luxous 1147 FR geïnstalleerd. Dit scherm werd in de eerste plaats overdag gebruikt en versterkte 's nachts nog het isolerende vermogen van de Alu-PP schermen. De proef startte op 05 januari 2021 en gebeurde op twee rassen losse tomaten: Rebelski voor de vleestomaten en Mattinano voor de tussentype tomaten.

In 2020 werd een gelijkaardige proef aangelegd. Hierbij werden twee rassen tomaten geëvalueerd onder de EB nachtschermen. De plantdatum was 8 januari 2020, het energieverbruik werd opgemeten van 27 maart 2020 tot 19 november 2020. Het opzet van de proef in 2021 is om ook data te verzamelen over het energieverbruik tijdens de winterperiode. Daarom werd het energieverbruik opgevolgd van 5 januari 2021 tot 4 april 2021.

De energiebesparing, die we 's nachts tijdens deze winterperiode van 2021 realiseerden in de afdeling met de EB nachtschermen, bedraagt 62% ten opzichte van de referentieafdeling met een enkel Phormitex Bright scherm. Wanneer ook het energieverbruik tijdens de dag in rekening wordt gebracht, komen we uit op een daling met 42%.

Wanneer we deze cijfers combineren met de resultaten van de proef uitgevoerd van 27 maart 2020 tot 19 november 2020, krijgen we een totaal beeld van het energieverbruik in een afdeling uitgerust met een EB-nachtschermsysteem. Hieruit kunnen we concluderen dat er tijdens de nacht een energiebesparing mogelijk is van 68% en dat het totale energieverbruik over de volledige periode daalde met 41%.

Deze cijfers zijn het resultaat van een weloverwogen schermkeuze en een aangepaste klimaatsturing en bevestigen de resultaten van de vorige proef.

De teeltproef toont aan dat het beter isoleren van de serre een belangrijke eerste stap is om energie te besparen. Energie-balancerende nachtschermen blijken hierbij veelbelovend en kunnen ons een stap dichterbij de klimaatneutrale kas brengen.



Interreg



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

Inhoudstafel

Afkortingen.....	3
Samenvatting / Abstract.....	4
Inleiding	6
Proefopzet	7
Proefbeschrijving	7
Teeltgegevens	9
Metingen en beoordelingen.....	10
Resultaten en bespreking	11
Energieverbruik.....	11
Klimaatsturing.....	12
Sluiten van de schermen	12
Beheersing van het vochtgehalte in de serre	13
Openen van de schermen	13
Opbrengst	14
Plantontwikkeling	15
Conclusies	17
Referenties	17
Bijlage A. Netto vs bruto verwarming	18



Interreg



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

Inleiding

In Glitch worden technologieën ontwikkeld die leiden tot klimaatneutrale glastuinbouw, d.w.z. een glastuinbouw die niet/enkel nog beperkt afhankelijk is van fossiele energie. Klimaatneutraliteit in de glastuinbouw wordt gerealiseerd door de warmtevraag in de kas te reduceren en eventuele inzet van hernieuwbare energie.

In deze teeltproef worden de energy-balancing (EB) nachtschermen, die in werkpakket 5.2 werden ontwikkeld, getest en gedemonstreerd in een tomatenserre op het Proefstation voor de Groenteteelt. Een EB nachtschermsysteem bestaat uit schermen met een hoge reflectiviteit voor warmtestraling. Deze hebben een hoge isolatiewaarde. Met behulp van deze isolerende nachtschermen kan warmteverlies van de serre worden vermeden. Meerlagig toegepast levert dit een super isolatie en wordt de warmtevraag van de kas 's nacht beperkt.

Het doel van de proef bestaat erin om:

- de praktische toepasbaarheid en het energiebesparingspotentieel van het nachtschermsysteem tijdens de winterperiode te evalueren
- het gebruik van de schermen en het kasklimaat te optimaliseren met een zo hoog mogelijke energiebesparing als resultaat

Deze proef sluit aan op een teeltproef uitgevoerd in 2020. Hierbij werden twee rassen tomaten geëvalueerd onder de EB nachtschermen. De plantdatum was 8 januari 2020, het energieverbruik werd opgemeten van 27 maart 2020 tot 19 november 2020. Het opzet van de proef in 2021 is om ook data te verzamelen over het energieverbruik tijdens de winterperiode. Daarom werd het energieverbruik opgevolgd van 5 januari 2021 tot 4 april 2021.

Proefopzet

Proefbeschrijving

De proef werd uitgevoerd in twee afdelingen van 720m² op het Proefstation voor de Groenteteelt. De eerste afdeling (afd. 7) fungeerde als referentie. Hier werd een enkel standaard energiescherm Phormitex Bright (Phormium) gebruikt. De scherm- en klimaatsturing gebeurden conform de praktijkomstandigheden. In een tweede afdeling (afd. 6 GLITCH) werd een energy-balancing (EB) nachtschermsysteem geïnstalleerd. Dit bestond uit twee schermmechanieken die afzonderlijk van elkaar konden worden bestuurd. Als onderscherm werd geopteerd voor een dubbel aluminium scherm. Het bovenscherm was een Luxous 1147 FR (Figuur 1).



Figuur 1: Schematisch overzicht van het EB nachtschermsysteem

Voor de EB-nachtschermen zochten we materialen die goed isoleren. Hiervoor moet een scherm langs beide zijden een hoge reflectiviteit hebben voor warmtestraling (zie Bronchart 2021). Deze eigenschap zorgt ervoor dat de warmtestraling vertrekkende vanaf de warmere plaatsen (o.a. gewas, verwarmingsbuizen, grond) terug in de kas wordt gereflecteerd en de schermen geen warmte uitstralen naar de koudere plaatsen. Hierdoor gaat minder warmte verloren. Schermen met een hoge warmtestralingsreflectiviteit hebben dus een hoge isolatiewaarde.

Uit een screening van verschillende materialen uitgevoerd door ILVO en UGent in 2019 kwam de folie van het bedrijf WALKI vervaardigd uit polypropyleen (PP) met een dikte van 20 µm, gecoat met een 9 µm dun laagje aluminium, als beste optie naar voren. Deze folie werd bovendien voorzien van microperforaties, waardoor hij damp doorlaat via diffusie. Metingen uitgevoerd aan de UGent tonen aan dat de dampdoorlaatbaarheid net iets lager is dan deze van de klassieke gewezen doeken.



GLITCH

Om nog meer te kunnen isoleren, werd deze folie als dubbel scherm geïnstalleerd met een onderlinge afstand van 5 cm. Deze twee folieschermen gaan samen open en dicht.

Aluminium laat geen licht door. Daarom worden deze folieschermen alleen tijdens de nacht gebruikt. Om ook tijdens de ochtenduren of tijdens de dag energie te kunnen besparen, is er bijkomend een Luxous 1147 FR energiedoek van Svensson geïnstalleerd op het bovenste dradenbed. Dit scherm kan onafhankelijk van de aluminium folies worden aangestuurd.



Figuur 2: Onderaanzicht (links) en zij aanzicht (rechts) van het EB nachtschermstelsel in een afdeling met tomaat op PSKW.



Interreg



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

Teeltgegevens

De proef werd uitgevoerd bij twee rassen losse tomaten, geënt-getopt op Maxifort (De Ruiter). Rebelski (De Ruiter) is een vleestomaat, terwijl Mattinaro (Enza Zaden) een tussentype tomaat is. De proef liep van 5 januari 2021 tot 4 april 2021. Per herhaling werden respectievelijk 13 stengels en 24 stengels geëvalueerd. De extra stengels die aangehouden zijn, zijn op het tijdstip van schrijven van dit verslag, nog niet in productie en worden dus buiten beschouwing gelaten.

Tabel 1 geeft een overzicht van de proefopzet. Elk object werd in vier herhalingen aangelegd. Per herhaling werden respectievelijk 13 stengels en 24 stengels geëvalueerd. De extra stengels die aangehouden zijn, zijn op het tijdstip van schrijven van dit verslag, nog niet in productie en worden dus buiten beschouwing gelaten.

Tabel 1: Proefopzet

Proeflocatie	Vleestomaten	Tussentypes
Substraat	Steenwol	Steenwol
Ras	Rebelski (De Ruiter)	Mattinaro (Enza Zaden)
Onderstam	Maxifort (De Ruiter)	Maxifort (De Ruiter)
Planttype	Geënt-getopt	Geënt-getopt
Zaaidatum onderstam	05/11/2020	05/11/2020
Zaaidatum bovenstam	05/11/2020	05/11/2020
Plantdatum	05/01/2021	05/01/2021
Plantafstand	50 cm	55 cm
Extra stengels	-	1 op 4
Aantal stengels/m ²	2,5	2,84
Eerste oogstdatum	23/03/2021	16/03/2021
Laatste oogstdatum	30/04/2021	30/04/2021



Interreg



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



Metingen en beoordelingen

Tijdens dit onderzoek werd de opbrengst, plantontwikkeling, plantkwaliteit, kasklimaat en het energieverbruik opgevolgd en geëvalueerd in de referentie afdeling en in de afdeling met de EB nachtschermen:

- De opbrengst werd twee maal per week gemeten. Per herhaling werden de vruchten gewogen. Hieruit volgt het aantal stuks en hun gemiddeld vruchtgewicht.
- De plantontwikkeling werd maandelijks geëvalueerd door het opmeten van de lengtegroei en het aantal gezette trossen.
- De plantkwaliteit werd maandelijks geëvalueerd door een beoordeling van de groeikracht, de gewasgeslotenheid en de vruchtzetting.
- Het energieverbruik werd tijdens de proef continu geëvalueerd. Het energieverbruik is het netto energieverbruik van elk compartiment, d.w.z. de warmte-overdracht over de zijwanden werd verwijderd van de totale warmtevraag (bruto). De berekening van dit netto energieverbruik wordt verder toegelicht in Bijlage A – met een voorbeeld uit een teeltproof die plaatsvond op het Proefcentrum Hoogstraten.

In tweewekelijkse overlegmomenten werden de resultaten besproken en werd de sturing van de schermen en het kasklimaat bijgesteld om de energiebesparing zoveel mogelijk te optimaliseren zonder verlies van productie en kwaliteit.



Interreg



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

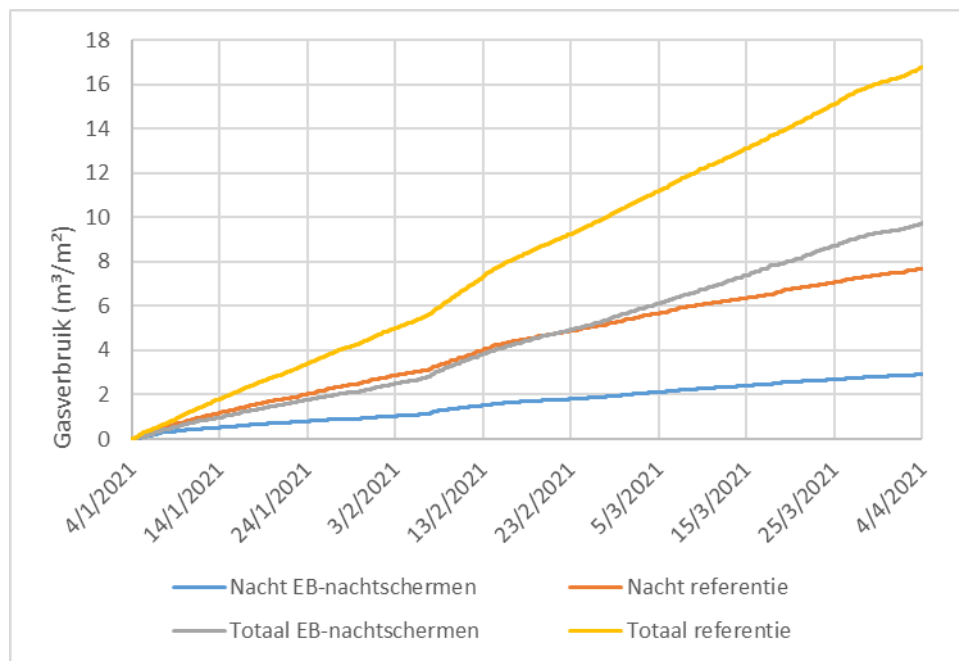


Resultaten en bespreking

Energieverbruik

De EB nachtschermen werden in gebruik genomen vanaf de start van de teelt. De proef liep tot 4 april 2021.

In de afdeling met de EB-nachtschermen realiseerden we tijdens de nacht een energiebesparing van 62% ten opzichte van de referentieafdeling met een enkel Phormitex Bright scherm. Het gasverbruik tijdens de nacht bedroeg in de afdeling met de EB-nachtschermen 2,92 m³ aardgas equivalent per m² (31.5 MJ = 1 m³ a.e.), terwijl in de referentieafdeling 7,71 m³ a.e. per m² werd verbruikt (Figuur 3).



Figuur 3: Cumulatief energieverbruik in de afdeling met de EB nachtschermen en in de referentie afdeling

Wanneer ook het energieverbruik tijdens de dag (van zonsopgang tot zonsondergang) in rekening wordt gebracht, komen we uit op een daling van het gasverbruik van 16,95 m³ a.e./m² in de referentie naar 9,84 m³ a.e./m² bij de GLITCH afdeling. Dit is een energiebesparing van 42%.

Deze mooie cijfers zijn het resultaat van een weloverwogen schermkeuze en een aangepaste klimaatsturing en liggen in lijn met de resultaten behaald tijdens de proef van 2020. Toen werd er in de periode van 27 maart 2020 tot 26 november 2020 in totaal 40% energie bespaard. Tijdens de nacht realiseerden we een besparing van 71%.



Wanneer we de cijfers van 2020 en 2021 optellen, krijgen we een beeld van de energiebesparing tijdens het volledige teeltseizoen. Het energieverbruik in de referentie afdeling bedroeg in totaal 46,85 m³ a.e./m² (1476 MJ/m²), dit van de GLITCH afdeling 27,74 m³ a.e./m² (874 MJ/m²). Over de volledige periode werd bijgevolg 41% energie bespaard. Tijdens de nachtperiode – wanneer het EB-nachtschermsysteem kon worden gebruikt – daalt het energieverbruik van 21,31 naar 6,92 m³ a.e./m², wat neerkomt op een reductie met 68%.

Klimaatsturing

Het verkregen resultaat is niet alleen toe te schrijven aan een ander type schermen. Ook de aansturing van de schermen (Tabel 2) en de sturing van het kasklimaat spelen een cruciale rol in de energiebesparing.

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. Voor elk moment dat er een warmtevraag was in de kas, werd de vraag gesteld of deze noodzakelijk was, of we deze hadden kunnen voorkomen en hoe we deze zouden kunnen verkleinen. De EB nachtschermen werden zoveel mogelijk ingezet. Hoewel de proef pas eind maart van start ging, hebben we gedurende het hele jaar regelmatig het schermdoek gesloten. Zelfs in de zomer ging het schermdoek 's nachts soms één of twee uurtjes dicht.

Tabel 2. Overzicht van de controlestrategie voor de schermen

	Referentie Phormitex Bright	Glitch Luxous 1147 FR	Glitch Aluminium duo
Sluiten	buisvraag van 45°C instraling <100W	buisvraag van 20°C instraling <100W	buisvraag van 20°C 1u na zonsondergang
Openen	45 min na zonsopgang	45 min na zonsopgang	Vanaf zonsopgang
RV	Max 78%	Max 80%	Max 82%
Kieren op vocht	Max 10%	Max 5%	Max 5%
Luchting	6%/1%RV	4%/1%RV	4%/1%RV

Sluiten van de schermen

De schermen konden 's avonds sluiten wanneer er warmtevraag was. Als indicator voor de warmtevraag werd gewerkt met een instelling in de klimaatcomputer, namelijk de berekende buistemperatuur. Deze parameter is een berekende waarde, die werd gebruikt voor het aansturen van de schermen. Deze parameter wordt berekend op basis van de gemeten



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



temperatuur in de serre en de ingestelde minimum verwarmingstemperatuur. Wanneer de kasttemperatuur onder de ingestelde verwarmingstemperatuur zakt, berekent de klimaatcomputer de gewenste buistemperatuur die dit temperatuurverschil moet compenseren. Zodra er werd berekend dat er een minimum buistemperatuur nodig was, konden de schermen sluiten. De drempelwaarde voor deze parameter bedroeg 45°C in de referentie afdeling. In de afdeling met de EB nachtschermen was de drempelwaarde 20°C, om de EB nachtschermen sneller te kunnen sluiten zodra er warmtevraag was. Daarnaast waren er nog enkele voorwaarden verbonden aan het sluiten van de schermen. De aluminium nachtschermen mochten pas sluiten 1 uur na zonsondergang om de voornacht temperatuur goed te kunnen halen en de etmaaltemperatuur te drukken.

Beheersing van het vochtgehalte in de serre

Door het sluiten van de schermen wordt de uitwisseling van vocht sterk beperkt. Dit resulteert in een oplopend vochtgehalte in de serre. Om te voorkomen dat de relatieve luchtvochtigheid (RV) te hoog zou oplopen, werden er een aantal acties genomen. In eerste instantie konden de schermen openen met een kier. De drempelwaarde van RV voor opening lag hoger in de afdeling met de EB nachtschermen zodat er zo weinig mogelijk warmte verloren kon gaan. Het Luxous-doek kon eerst open gaan. De aluminium folies gingen pas open met een kier wanneer de RV nog verder toenam. De grootte van de kier was ook kleiner in de afdeling met de EB nachtschermen. De snelheid van kieren was dezelfde voor alle schermtypes.

Wanneer er een schermkier werd getrokken, bleven de ramen in eerste instantie gesloten. Hierdoor kon de warmte in de serre worden gehouden. Het vocht in de lucht kon condenseren tegen het kasdek. Wanneer de RV toch nog verder opliep, mochten de ramen open gaan. De snelheid van raamopening was groter in de referentie afdeling.

Openen van de schermen

Wanneer de kasttemperatuur hoger was dan de ingestelde ventilatietemperatuur (= maximum gewenste temperatuur) konden de schermen open gaan. Omdat de aluminium folies geen licht doorlaten, moesten ze ook open zijn zodra het 's ochtends terug licht werd. Het Luxous- en Phormitex-scherm konden langer gesloten blijven.



Interreg



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

Opbrengst

De opbrengst werd bepaald vanaf de eerste oogst tot 30 april 2021. De productie voor deze oogstdagen is weergegeven in Tabel . De planten in de serre met de EB-nachtschermen komen trager in productie en hebben een significant lager vruchtgewicht. De productieperiode is echter te kort om algemene conclusies uit deze gegevens te trekken.

Tabel 3: Opbrengst, aantal vruchten en gemiddeld vruchtgewicht per object.

	Opbrengst (kg/m ²)	Relatief tov referentie	Vruchten per m ²	Vrucht- gewicht (g)
Rebelski referentie	4,3 a	100	22	200 a
Rebelski EB nachtschermen	3,0 b	70	17	177 b
Mattinano referentie	5,1 a	100	32	159 a
Mattinano EB nachtschermen	4,9 a	96	35	139 b

Tabel 4: Cumulatieve productie per week (kg/m²)

	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18
Rebelski referentie	0,1	1,1	1,7	2,6	3,2	4,3	4,3
Rebelski EB nachtschermen	0	0,1	0,8	1,3	1,8	2,3	3,0
Mattinano referentie	0,4	1,1	2,1	3,0	3,9	3,9	5,1
Mattinano EB nachtschermen	0,0	0,4	1,1	2,0	2,5	3,4	4,9



Interreg



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

Plantontwikkeling

De plantlengte en de behanglengte zijn significant verschillend tussen de objecten voor het ras Rebelski, maar de verschillen zijn klein (Tabel 5). Het aantal aangelegde trossen verschilt niet significant. Ook de maandelijkse gewasbeoordelingen tonen weinig verschillen (Tabel 6).

Tabel 5: Resultaten plantmetingen per object (totaal).

	Plantlengte (cm)	Behanglengte (cm)	Aantal trossen
Rebelski referentie	298 b	182 b	8,6 a
Rebelski EB nachtschermen	310 a	195 a	8,6 a
Mattinano referentie	302 a	207 a	8,4 a
Mattinano EB nachtschermen	310 a	197 a	8,2 a

Tabel 6: Resultaten gewasbeoordelingen per object (gemiddelde van maandelijkse beoordeling).

	Groeikracht	Gewas- geslotenheid	% trossen met achterblijvende vruchten	% onvolledige trossen
Rebelski ref.	6,9	7,2	3	3
Rebelski EB ns	6,8	7,8	3	5
Mattinano ref.	6,7	6,0	1	3
Mattinano EB ns	6,6	5,8	1	1
	Score 0-10	Score 2-10	%	%

Eind april werden vruchten geoogst voor een houdbaarheidsproef. De vruchten van Mattinano afkomstig uit de afdeling met de EB nachtschermen waren minder gemoot en hoogronder (

Tabel 7). Dit is waarschijnlijk gerelateerd aan het lagere vruchtgewicht. We zagen ook iets meer krimpscheurtjes op deze tomaten (Tabel). De Brix-waarde van de vruchten uit de afdeling met de EB nachtschermen was lager, zowel bij Rebelski als bij Mattinano (Tabel).



Interreg



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

Tabel 7: Vruchtvorm per object (% , gemiddelde van 1 houdbaarheidsproef).

Object	Geribd	Gemoot	Niet geribd	Hoekig	Hooggrond	Gemiddeld	Laaggrond
Rebelski ref.	16	80	4	4	0	24	76
Rebelski EB ns	11	83	6	6	0	17	83
Mattinano ref.	0	53	48	13	0	63	38
Mattinano EB ns	0	35	65	18	35	65	0

Tabel 8: Vruchtkwaliteit per object (gemiddelde van 1 houdbaarheidsproef).

Object	Gevlamde vruchten	Bewaarstip	Krimpscheurtjes	Gele kronen
Rebelski ref.	0	0	9,0	10
Rebelski EB ns	0	0	8,7	10
Mattinano ref.	0	0	10	10
Mattinano EB ns	0	0	8,4	10
	%	%	Score 2-10	Score 2-10

Tabel 9: Hardheid en Brix-waarde per object (gemiddelde van 1 houdbaarheidsproef).

	Hardheid 3 dagen na oogst	Hardheid 10 dagen na oogst	Brix-waarde
Rebelski ref.	82	73	4,1
Rebelski EB ns	83	70	3,7
Mattinano ref.	91	84	4,3
Mattinano EB ns	92	80	4,0
	0-100	0-100	°



Interreg



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

Conclusies

De serre beter isoleren is een belangrijke eerste stap om energie te besparen. Energie-balancerende nachtschermen blijken hierbij veelbelovend en kunnen ons een stap dichterbij de klimaatneutrale kas brengen. Door middel van deze schermen, gecombineerd met een aangepaste klimaatsturing, konden we in de winter tijdens de nachtperiode 62% energie besparen in een tomatenteelt.

Wanneer we de cijfers van 2020 en 2021 optellen, krijgen we een beeld van de energiebesparing tijdens het volledige teeltseizoen. Het energieverbruik in de referentie afdeling bedroeg in totaal 46,85 m³ a.e./m², dit van de Glitch afdeling 27,74 m³ a.e./m². Over de volledige periode werd bijgevolg 41% energie bespaard. Tijdens de nachtperiode – wanneer het EB-nachtschermsysteem kon worden gebruikt – daalt het energieverbruik van 21,31 naar 6,92 m³ a.e./m², wat neerkomt op een reductie met 68%.

Referenties

Bronchart, F., Corbala, L. (2021) Rapport energy balancing dag- en nachtschermontwikkeling. GLITCH INTERREG Vlaanderen Nederland. <https://glitch-innovatie.eu/>



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

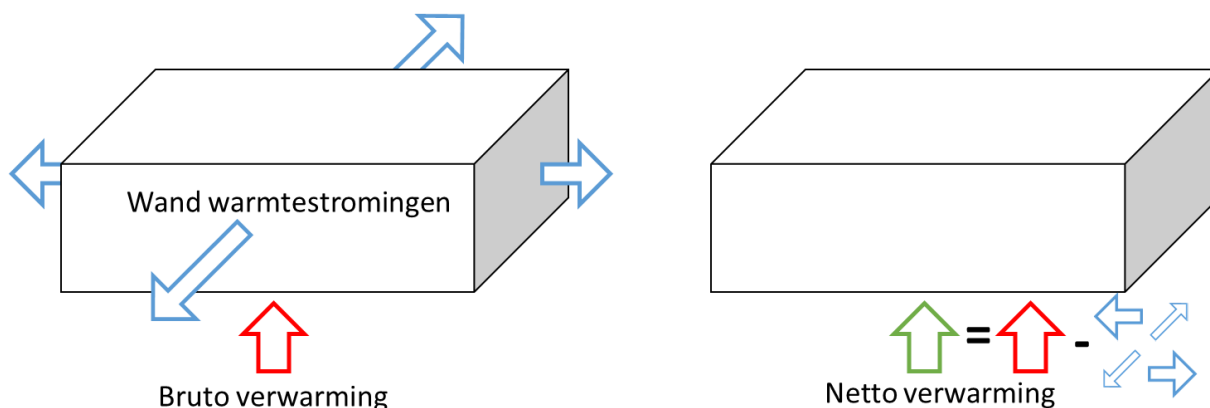
provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

Bijlage A. Netto vs bruto verwarming

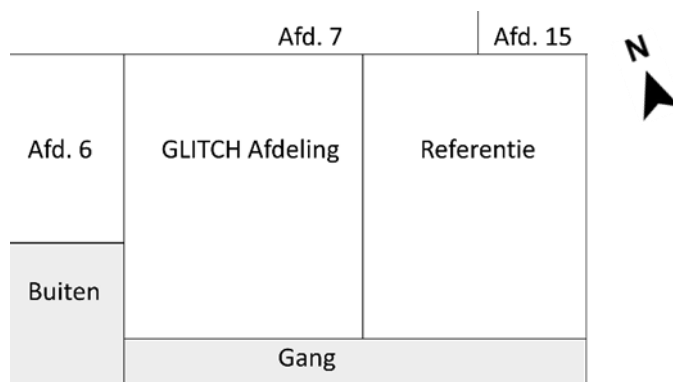
In commerciële serres is het grondoppervlak veel groter dan het muuroppervlak – energieverliezen naar buiten treden voornamelijk op via het dak. Bij de compartimenten die voor de GLITCH-proef werden gebruikt, is het grondoppervlak (490 m²) kleiner dan de wandoppervlakte (622 m²) - en is er dus meer warmteverlies langs de zijwanden dan in een commerciële serre. Om de warmtevereisten in het GLITCH- en Referentiecompartiment van onze proef te kunnen vergelijken met commerciële serres, moeten we deze randeffecten uit de resultaten verwijderen. Dit is de vertaling van bruto verwarming naar netto verwarming (Figuur A1)



Figuur A1. Bruto tot netto verwarmingsvereisten.

Figuur A2 situeert de GLITCH en referentie afdeling t.o.v. van hun omgeving. A2. De netto verwarmingsvereisten in de GLITCH afdeling zijn daarom:

$$Q_{GLITCH_{netto}} = Q_{GLITCH_{bruto}} - Q_{G \rightarrow Ref} - Q_{G \rightarrow Afd.7} - Q_{G \rightarrow Afd.6} - Q_{G \rightarrow Buiten} - Q_{G \rightarrow Gang}$$



Figuur A2. Situering van de GLITCH- en referentiecompartiment op het PCH.

Voor de berekeningen van de warmtedoorgang tussen de verschillende afdelingen:

$$Q_{G \rightarrow i} = U_i * A_{wall_i} * (T_G - T_i)$$

Waar i ofwel een aangrenzend compartiment, de gang of de buitenkant is.

Hierbij werden volgende U waarden gebruikt:

- Tussen gang en de afdeling: $U_{corridor} = 1.2863 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$. Deze waarde is lager omdat een folie voorzien is om de warmteoverdracht te verminderen.
- Tussen 2 compartimenten: $U_{afd} = 3 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$,
- Tussen afdeling en buiten: $U_{buiten} = 2.5 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$. Ook hier is een folie voorzien maar de overdracht naar buiten is groter door buitenwind en lagere stralingstemperaturen.

Deze coëfficiënten zijn gebaseerd op warmteoverdracht berekeningen waarbij viewing factors gebruikt werden.

De temperaturen in elk van de aangrenzende compartimenten en buiten werden gemeten door een priva meetbox verbonden met de klimaatcomputer. Er staat echter geen priva meetbox in de gang, daar werd de temperatuur gemeten, maar tijdens zonnige momenten leverde dit geen betrouwbare metingen op. Daarom is voor de gang een temperatuurprofiel geïmplementeerd.

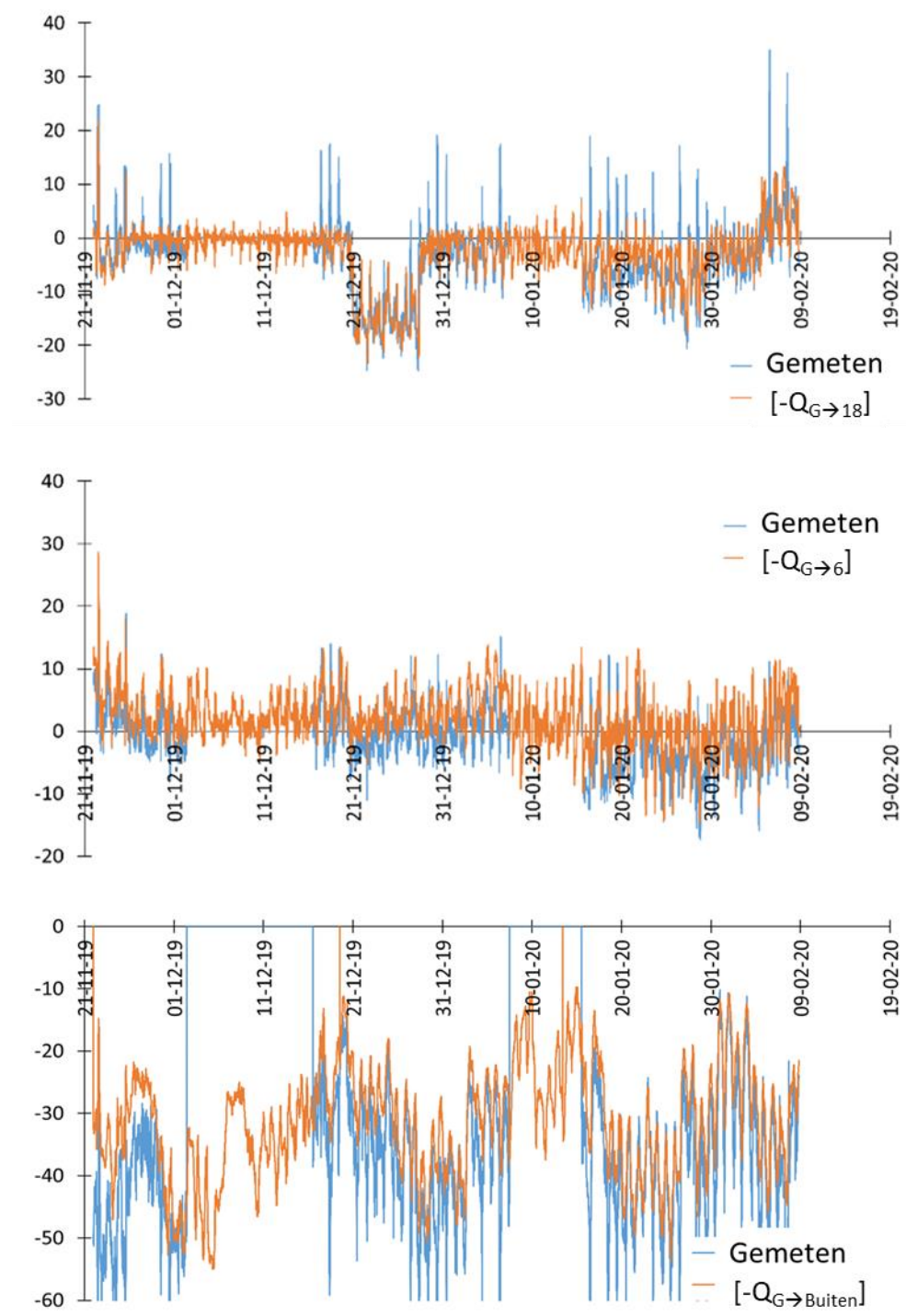
Om de juistheid van deze berekening van de netto warmte te beoordelen, werd de warmtestroom door compartimenten experimenteel gemeten m.b.v. warmtedoorgangssensoren van hukseflux. Deze sensoren van hukseflux werden aangepast zodat deze toegepast kunnen worden voor het meten van de warmtedoorgang door glas (Figuur A3)



Figuur A3. Aangepaste hukseflux sensoren.

De vergelijking van sensormetingen en de voorspellingen met behulp van de bovengenoemde waarden wordt getoond in Figuur A4. Er werd geconcludeerd dat de berekende waarden en de gemeten waarden vergelijkbaar genoeg zijn voor de evaluatie van het netto energieverbruik

in de afdelingen. Daarom werd de warmteflux tussen compartimenten berekend met de hierboven vermelde U-waarden en het temperatuurverschil tussen afdelingen.



Figuur A3. Vergelijking van sensormetingen en de berekende voorspelling