



Demokas 2030; emissiearm telen

Teelt 2022-2023. Verhogen isolatie en verkennen schaduw spectrum potanthurium.
Aanvulling op het rapport WPR-1366

Nieves García Victoria, Frank Kempkes, Ada Leman, Gert Vletter, Alexander van Tuyll



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Referaat

In het Demonstratieproject Kas2030 is met financiering van het programma Kas als Energiebron een emissiearme teelt van potanthurium gedemonstreerd. Dit deelrapport bespreekt de resultaten van het vierde teeltjaar (vanaf het najaar van 2022 tot de zomer van 2023) waarin de drie gestelde emissie doelen nagenoeg zijn gehaald: 1) Nul emissie van CO₂ uit fossiele brandstoffen voor belichting en verwarming; 2) Nul emissie van chemische gewasbeschermingsmiddelen voor de bestrijding van ziekte- en plagen; 3) Nul emissie van water en meststoffen uit de irrigatie en plantenvoeding. De ervaringen van de eerste drie jaren leerden ons dat het eerste doel, een CO₂-emissievrije teelt van potanthurium, de grootste uitdaging vormde: de warmtevraag voor verwarming is door de warme en vochtige teelt hoog en moeilijk uit latente warmte te oogsten. In het vierde jaar zijn de inspanningen daarom gericht op het zoveel mogelijk in te vullen van de warmtevraag door warmte in de zomer te oogsten. Dit vraagt wel om een voorziening voor seizoensopslag maar is bij deze teelt succesvol gebleken: er is zelfs meer warmte in de zomer geoogst dan nodig was om de kas de hele winter te verwarmen. Voor een fossielvrije teelt blijft de behoefte aan CO₂ een belangrijke uitdaging voor de komende jaren. Deze teelt kan daar een voorbeeldfunctie in nemen, daar we het volledig hebben kunnen voltooien met slechts 2 kg CO₂ /m².

Abstract

Greenhouse 2030 is a Demonstration Project for low-emission cultivation of pot Anthurium funded by the program "Greenhouse as Source of Energy". This report focusses on the results of the fourth cultivation year (from autumn 2022 to summer 2023) in which we just about achieved the three No-emission goals formulated: 1) Zero emissions of CO₂ from the combustion of fossil carburants; 2) Zero emissions of chemical crop protection for the control of pests and diseases and 3) Zero emissions of water and fertilizers from fertigation leakages. During the first three years we learned that the greatest challenge was to achieve the first goal, CO₂ emission-free cultivation of pot Anthurium: the high heat demand is impossible to harvest from latent heat due to the warm and humid cultivation requirements. Therefore, the efforts in the fourth year focused on fulfilling the heat demand as much as possible by harvesting heat in the summer. This requires a system for seasonal storage, but has proven very successful in this cultivation, as more heat was harvested in the summer than needed to heat the greenhouse all winter. For fossil-free cultivation, the need for CO₂ remains an important challenge for the years to come. This cultivation can serve as an example, as we were able to complete it with only 2 kg CO₂ /m².

Rapportgegevens

Rapport WPR-1457

Projectnummer: 3742329300

DOI: <https://doi.org/10.18174/698788>

Dit project is tot stand gekomen door de bijdrage van Kas als Energiebron, het innovatie en actie programma van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Glastuinbouw Nederland.



Disclaimer

© 2025 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Businessunit Glastuinbouw
Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, wur.nl/plant-research
Kamer van Koophandel-nr.: 09098104 | BTW-nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research. Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Adresgegevens

Wageningen University & Research, Businessunit Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

wur.nl/glastuinbouw

Postbus 644, 6700 AP Wageningen

Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen

T +31 (0)317 48 60 01

wur.nl/glastuinbouw

Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Doelstellingen en focus van het vierde teeltjaar	9
1.2 Samenwerkingsstructuur en teeltbegeleiding	9
2 Opzet en uitvoering	10
2.1 Kasinrichting	10
2.1.1 Kasisolatie	10
2.1.2 Belichting	10
2.2 Gewas	12
2.3 Het fossielvrije teeltconcept	12
2.3.1 Impact van de energiecrisis op de uitvoering van het teeltconcept	14
2.4 Plan van aanpak gewasgezondheid	14
2.4.1 Verkenning entomopathogene schimmels als bestrijders van pepertrips	15
3 Resultaten en discussie	16
3.1 Teeltverloop	16
3.1.1 Plantbeoordelingen tijdens en bij einde teelten	16
3.1.2 Analyse teelt	20
3.1.3 Leerpunten teelt	20
3.2 Energiegebruik	21
3.2.1 Verloop licht en belichting	21
3.2.2 Verloop kastemperatuur en warmtevraag	22
3.2.3 Verloop van het warmte tekort	24
3.2.4 Verloop van het elektra gebruik	24
3.2.5 Gedoseerd CO ₂	25
3.2.6 Resultaten in relatie tot het gestelde nul-emissie doel	25
3.3 Gewasgezondheid	25
3.3.1 Verloop gewasgezondheid	25
3.3.2 Verkenning entomopathogene schimmels	27
3.3.3 Resultaten in relatie tot het gestelde nul-emissie doel	27
3.4 Water en Nutriënten	27
3.4.1 Resultaten in relatie tot het gestelde nul-emissie doel	28
4 Communicatie	29
5 Conclusies	30
6 Vervolg stappen	31
Literatuur	32
Bijlage 1 Licht- en spectrummetingen in kas	33
Bijlage 2 Uitzet natuurlijke vijanden	35
Bijlage 3 Gerealiseerde klimaat	37
Bijlage 4 Voedingsanalyses (gift / potgrond)	41
Bijlage 5 Overzicht communicatie	43
Bijlage 6 Resultaten teelt (plantmetingen Kas2030 vs praktijk)	44
Bijlage 7 Resultaten teelt (plantmetingen), 2 spectra Kas2030	46

Voorwoord

Om te werken aan de uitdagingen van de glastuinbouwsector voor de toekomst, heeft het ministerie van LNV al in 2018 gevraagd om met de kennis en de technieken van toen, een emissiearme demonstratiekas, KAS2030, te ontwerpen en te bouwen voor de wat minder energie-intensieve maar economisch belangrijke teelten. Voor deze inspirerende uitdaging willen we de coördinatoren van het programma Kas als Energiebron bedanken. Na de afronding van de bouw van de kas in het voorjaar van 2019 is deze in gebruik genomen.

De emissie van CO₂, water en nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen moeten op een steeds kortere termijn naar nul worden teruggedrongen. Daarbij is er vaak interactie tussen deze afzonderlijke emissiestromen, en tussen deze stromen en de plant, terwijl tot nu toe vrijwel nooit naar de interactie is gekeken.

Bij het schrijven van dit rapport is er al met veel gewassen ervaring opgedaan in Kas2030: Freesia, Gerbera, aardbei, paprika, groene potplanten, paprika, meloen, lelie, potanthurium en Spathiphyllum. Wat al deze teelten met elkaar delen is een grote bereidheid bij de telers om te leren, te veranderen en te innoveren. Wat hen verschillend maakt, zijn de knelpunten die de transitie naar een nul-emissie glastuinbouw in de weg staan.

Door deze samen met de ondernemers één voor één aan te pakken komen we verder.

Dit verslag vat de ervaringen van het vierde jaar potanthurium telen samen. Waar staan we aan het einde van de teeltjaar, wat moet er nog gebeuren?

De teelt is met veel toewijding en inzicht uitgevoerd door onze collega Gert Vletter. Voor de begeleiding zorgde een enthousiaste groep telers die telkens planten hebben geleverd, beoordeeld en opgehaald, aangevuld met adviseurs en leveranciers. Zij hebben elke twee weken de teelt bezocht. De auteurs danken collega en ondernemers voor de interessante discussies die gevoerd zijn tijdens hun bezoeken aan de proef, en die bijgedragen hebben aan een beter begrip van het gewas en aan de resultaten. Zij hebben een belangrijke rol gespeeld in het doorgeven van de opgedane kennis naar de praktijk. De ervaringen uit deze demonstratie hebben geleid tot diverse veranderingen aan de kas en het teeltsysteem. Met hopen we ze een terugblik te kunnen bieden en een vooruitblik naar de toekomst.

Frank Kempkes, Nieves García en Ada Leman
Wageningen University & Research
November 2025

Samenvatting

Met als doel het demonstreren van een “nul-emissie” teeltconcept in Kas2030 is in het teeltjaar September 2022 tot Augustus 2023 voor het vierde jaar potanthurium geteeld, voortbordurend op de ervaringen van de drie jaar ervoor, die onderdeel vormen van een eerder basisrapport. Het betreft een “all-electric” benadering van de teelt voor nul emissie van CO₂ uit fossiele brandstoffen met een hoge mate van kasisolatie, hoge intensiteit LED-belichting en een warmtepomp voor ontvochtiging in combinatie met in een seizoen warmteopslag. In de demonstratieteelt wordt integraal gekeken naar een reductie van andere emissie bronnen, zoals bemesting en gewasbescherming. Het telen van een goede plant blijft een vereiste.

Nieuwe elementen bij het in dit verslag beschreven vierde teeltjaar waren: 1- een verhoging van het niveau van kasisolatie door een noppenfolie aan de gevel aan te brengen; 2- een test in een kwart van de kas met een nieuw spectrum van de LED belichting waarvan verwacht werd een positief effect tegen bloemsteelstrekking; 3- een onverwacht nieuw element wat door de energiecrisis van eind 2022 is ingebracht: te weten een aangepaste energetische strategie: minder belichten en een evenredige verlaging van de streef temperatuur.

Uit de ervaringen, metingen en resultaten blijkt dat de anthuriumteelt in Kas2030 in het teeltjaar 2022–2023 fossielvrij en nagenoeg emissievrij kon plaatsvinden. Dankzij verbeterde kasisolatie, lagere setpoints en maximale warmteopslag in de zomer kon de kas in de winter volledig met de uit de kas geoogste warmte worden verwarmd. Hiervoor moet wel een seizoensopslag beschikbaar zijn. Anders gezegd, met een totale elektriciteitsinput van bijna 100 kWh/m², is de kas geklimatiseerd, belicht en is er nog een warmteoverschot van 67 kWh/m², een equivalent van 7.6 m³/m² aardgas ontstaan. Zou er gestuurd zijn op een overschot van 0, dan had nog 16.8 kWh/m² aan stroom voor de wp bespaard kunnen worden en was het totaal elektragebruik op ruim 82 kWh/m² uitgekomen. De lampen zijn met 62 kWh/m² de grootste gebruiker. De beperkte CO₂-behoefte (1,9 kg/m²) moet nog wel extern worden aangevuld.

De toegepaste gewasgezondheidsstrategie leidde tot minimaal middelengebruik, met slechts één chemische correctie. Tot dat moment was sinds week 41 van 2021 geen chemie gebruikt. Hoewel de emissie daardoor strikt genomen niet nul is, is deze zeer beperkt gebleven. De afwezigheid in het teeltjaar van exotische plagen droeg hier positief bij aan het succes, maar ze zijn altijd een potentieel risicofactor: het blijft een kwetsbaar evenwicht. Het knelpunt dat de genoemde chemische correctie nodig maakte was de bladluis, waarvan er bekend is dat het moeilijker te bestrijden is in de winter bij lagere lichtsommen en temperaturen.

Op het gebied van water en meststoffen werd in dit teeltjaar geen drainwater geloosd. Door het substraat gelijkmatiger vochtig te houden (hogere watergeef frequentie), werd het bovendoor bijbroezen overbodig en de kans op uitspoeling tussen tafels sterk beperkt. In plant-substraat combinaties waar broezen nodig was, werd schoon water gebruikt, waardoor meststofemissie werd voorkomen.

De teeltresultaten tonen aan het teeltconcept in Kas2030 bijdraagt aan versnelde groei (meer bloemen en meer versgewicht van de plant) ten opzichte van conventioneel telen in de praktijk met een grotendeels vergelijkbare productkwaliteit. Verlaging van licht en temperatuur in de winter bleek mogelijk zonder kwaliteitsverlies, maar leidt wel tot een langere teelt. Een test met een aangepast lichtspectrum (de vervanging van een deel van het rood licht door FR licht) leverde als gewenst compactere planten (minder bloemsteelstrekking) en enkele cultivarafhankelijke voordelen op, al kan dit bij sommige cultivars gepaard gaan met groeivertraging. De oorzaak moet gezocht worden in het lagere PAR lichtopbrengst.

Vervolg stappen zijn uitgestippeld voor het teeltjaar 2023-2024, het laatste demonstratiejaar met het gewas potanthurium. De focus zal daar liggen op de mogelijkheden om latente warmteogst te vergroten door de kasisolatie een laatste slag te vergroten (kasdek van diffuus glas vervangen door diffuus glas met een lage emissie coating (low-ξ glas)), een schaduw spectrum te gebruiken die niet ten koste gaat van het PAR licht, en het aanvullen van de beschikbare natuurlijke vijanden voor het verder verbeteren van de gewasgezondheid, en daarmee de emissies van gewasbeschermingsmiddelen werkelijk naar 0 te reduceren.

1 Inleiding

Tussen September 2022 en Augustus 2023 is in de potplanten afdeling van "Kas2030" verder gewerkt aan een nul-emissie teeltconcept voor potanthurium. Het verloop van deze teelt en de resultaten zijn in dit rapport beschreven. Het borduurt voort op de ervaringen en resultaten uit de drie teeltjaren ervoor. Het rapport kan daarom worden beschouwd als een aanvulling op het rapport WPR-1366: "Demokas 2030; emissiearm telen". Daarin zijn de teeltresultaten voor dit gewas in de drie jaren ervoor beschreven en vormt de basis voor het vierde teeltjaar.

1.1 Doelstellingen en focus van het vierde teeltjaar

Het doel was onveranderd: het streven met bestaande technieken en methodes naar een teelt van potanthurium volledig vrij van emissies.

- Vrij van emissies van CO₂ uit fossiele brandstoffen. Dit vereist een "all-electric" benadering van de teelt: enerzijds door een hoge mate van isolatie van de kas de warmteverliezen minimaliseren. De toegepaste hoge intensiteit belichting met full LED brengt anderzijds veel licht en warmte in, en zorgt voor verdamping door de planten die via een warmtepomp kan worden teruggewonnen om de resterende warmtevraag in te vullen. Dit blijkt (na drie jaar telen in deze afdeling) de grootste uitdaging te vormen bij een warme en vochtige teelt als anthurium. Het blijft lastig om latente warmte te oogsten bij de zeer beperkte ontvochtigingsvraag. Bij duurzaam en fossielvrij opwekken van alle benodigde stroom, dan zijn we na drie jaar nog niet volledig fossielvrij; de inspanningen van dit vierde teeltjaar zijn daarom erop gericht om de resterende warmtevraag voor verwarming verder te verlagen door een extra slag te maken in de isolatie van de kas of anderszins in te vullen.
- Vrij van emissies van meststoffen uit het irrigatiewater naar grond en oppervlaktewater. Bij het ontwerp is de afdeling voorzien van eb-vloed tafels voor irrigatie. Bij dit onderdeel waren op voorhand de minste uitdagingen te verwachten, en dat bleek uit de eerste drie jaar met een lozing van totaal over drie jaar van 2 l drainwater per m². De oorzaak lag in de afkeur van batches door de bemestingsunit (eenvoudig tot 0 te brengen door de marges voor afkeur te verruimen), en in emissie over de randen van de tafels via gebroed water. De focus van dit vierde teeltjaar ligt daarom niet zeer nadrukkelijk op dit onderdeel.
- Vrij van emissies van (chemische) gewasbeschermingsmiddelen voor de bestrijding van ziekte- en plagen. De gekozen aanpak is die van de "Standing Army", een aanpak gebaseerd op het preventief inzetten van biologische middelen en natuurlijke vijanden. Gedurende de eerste drie jaar zijn grote stappen gemaakt met een tot nul afnemend gebruik van niet-groene gewasgezondheidsmiddelen in het laatste jaar, ondanks de besmetting van de gewassen met nieuwe en exotische plagen waarvoor geen natuurlijke vijanden beschikbaar of bekend was bij de start in 2019. In dit vierde teeltjaar beproeven we de succesvolste strategie uit de eerste drie jaar en vullen we deze aan met nieuwe elementen.

Bij de demonstratieteelten staat het gewas centraal met het telen van een goede plant voorop. In dit teeltjaar is er ook aandacht voor de effecten van het spectrum van de LED-belichting. Hiertoe is in een kwart van de kas, een ander spectrum dan in de overige driekwart van de kas geïnstalleerd.

1.2 Samenwerkingsstructuur en teeltbegeleiding

De begeleiding is uitgevoerd door vijf telers, een teeltadviseur en de netwerk coördinator van Glastuinbouw Nederland. Het was dezelfde begeleidingscommissie onderzoek (BCO) die al was betrokken bij de eerste drie teeltjaren. Ze bezochten Kas2030 om de week, bespraken de plant ontwikkeling en gaven advies over klimaatinstellingen, bemesting, gewasbescherming. Eens in de 6 weken kwam de volledige BCO bijeen, aangevuld met de betrokken leveranciers van de LED-belichtingsinstallaties, voor een uitgebreidere discussie.

2 Opzet en uitvoering

2.1 Kasinrichting

De basis voor de kasinrichting is beschreven in het deelrapport over de kasconstructie en de watersystemen. Elementen die specifiek voor potanthurium zijn ingebracht worden in het deelrapport over de eerste drie jaar potanthurium telen, WPR-1366 beschreven.

Aanvullend zijn speciaal voor dit vierde teeltjaar, twee nieuwe elementen toegevoegd: Noppenfolie aan de gevels voor extra isolatie, en een tweede lichtspectrum. Hieronder meer informatie over deze nieuwe elementen in de kasuitrusting.

2.1.1 Kasisolatie

De kas is uitgerust met diffuus glas met antireflectie coating maar geen low-emission coating. De gevel is dubbel beglaasd met een diffuus en een helder glas.

Horizontale beweegbare schermen zorgen voor extra lichtafscherming (waar nodig) en isolatie:

- Scherm 1: Boven, een Obscura 10070 FR WB+B voor lichtafscherming als er belicht wordt in de nachturen
- Scherm 2: Het middelste scherm is een Harmony 2315 O FR, voor zonwering
- Scherm 3: Het onderste scherm is een Luxous 1147 FR, voor het afschermen van overvloedig zonlicht
- Scherm 4: op hetzelfde draden bed als het zonnescherm en vast aan deze, een doek dat minder vocht doorlaat.

Omdat schermen 3 en 4 aan elkaar vastzitten, kunnen ze niet tegelijk dicht: als de ene dicht is, is de andere open.

- "Scherm laag 5": Onder de beweegbare schermen en doorlopend over de gevels, is een vast, ongeperforeerd folie aangebracht.
- "Scherm laag 6": voor de winter van 2022 is aan de gevels een isolatielaag van noppenfolie aangebracht (Polydress® LP Keder), eerder gebruikt als kasdek materiaal (BEST kas, Kempkes et al., 2020; Boedijn et al., 2024).



Figuur 1 Links aanblik van het ongeperforeerd folie ("schermlaag 5") en rechts detail van de gevel bedekt met het noppenfolie ("schermlaag 6").

2.1.2 Belichting

De belichting installatie bestaat voor drie kwart van de kas uit full LED licht van Signify (spectrum 85% R, 5% B en 10% G) in hoge intensiteit (200 $\mu\text{Mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ PAR/ PFD).

In het rapport WPR-1366 is beschreven dat de groei en ontwikkeling van het gewas onder dit spectrum veel sneller zijn dan in de praktijk, maar dat er een nadeel leek te zijn in de vorm van kwaliteitsproblemen zoals overmatige strekking van blad en bloemstelen, een probleem wat ook bekend is van belichting met minder energie-efficiënte SON-T, en een vlekkerige vergeling van het ouder blad. Uit een probleemanalyse is geconcludeerd dat het gebruikte spectrum van de belichting een rol van betekenis zou kunnen spelen als oorzaak van de in Kas2030 waargenomen kwaliteitsproblemen bij potanthurium. Met als hypothese dat de strekkingsreactie bij deze schaduwplant juist wordt gestimuleerd door het ontbreken van Ver rood licht (FR) in het spectrum, is een apart onderzoek gedaan naar de groei van anthurium onder zes verschillende spectra (García Victoria, 2022). De spectra hadden een afnemende verhouding R:FR (85, 6.4, 2.9, 1.5, 1, 0.6). Uit dit onderzoek is gebleken dat de strekking van zowel bloemstelen als van blad stelen inderdaad te beheersen is met een spectrum van de LED-belichting met een lage tot zeer lage R:FR verhouding (2.9 tot 0.6). Dit is de omgekeerde reactie van licht minnende planten, die strekken bij lage R:FR verhouding.

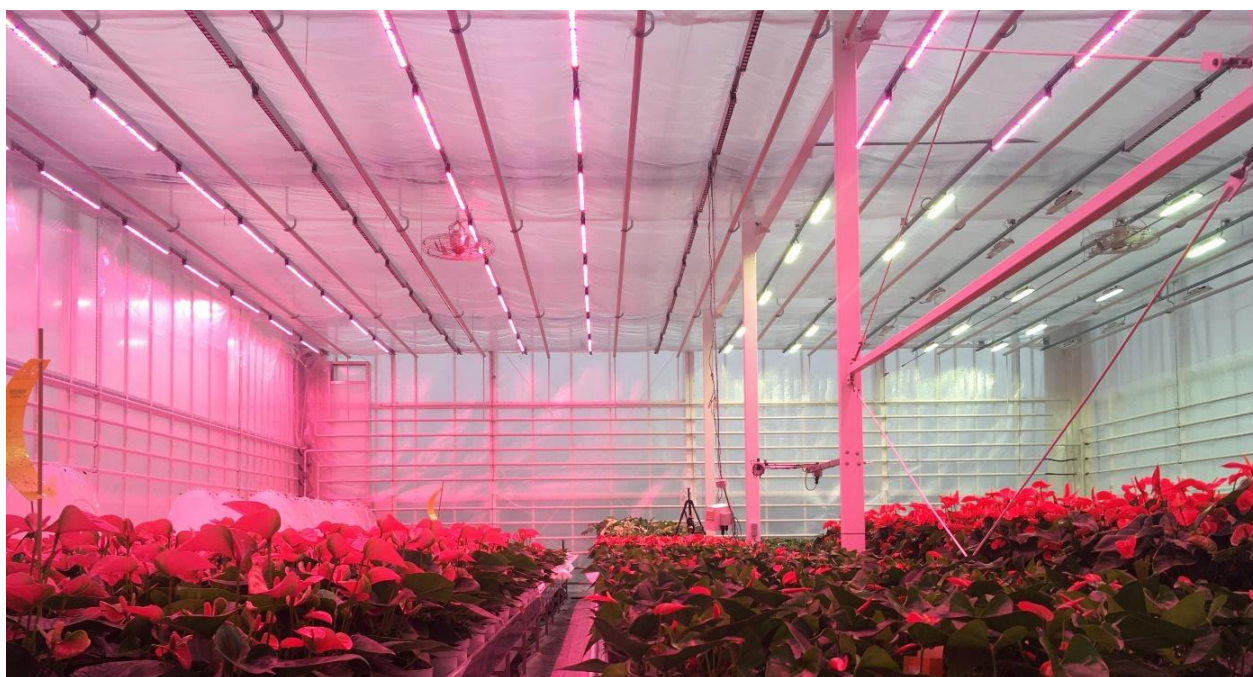
Bij wijze van eerste praktijk verificatie is een kwart van de belichting vervangen door lampen in een van de spectra die in het apart spectrum onderzoek effectief de bloemsteelrek tegen konden gaan.

De nieuwe lampen zijn geleverd door Tungsram met als spectrum (40% R, 14% B, 22% G en 24%FR) in hoge intensiteit (200 $\mu\text{Mol}/\text{m}^2.\text{s}$ PFD). De efficiency van de lampen is 2.56 μMol per Joule.

Alle lampen (zowel het "Signify" als het "Tungsram" deel) zijn in meerdere groepen schakelbaar (drie groepen van 67 $\mu\text{Mol}/\text{m}^2.\text{s}$) zodat dynamisch op wisselende lichtintensiteit van de zon kan worden gereageerd.

Vanwege de kleur die de lampen verspreiden, worden de spectra voortaan in dit rapport bij het toelichten van de resultaten, aangegeven met

- "Rood" of Referentie, voor het Signify spectrum 85% R, 5% B, 10% G en 1% FR
- "Groen", voor het Tungsram spectrum 40% R, 14% B, 22% G en 24%FR



Figuur 2 Overzicht van de kas waarbij de twee type en spectra van de lampen zichtbaar zijn. Rechtsachter is het "Groene" spectrum; in de rest van de kas is het "Rode" spectrum nog aanwezig. Van elke drie rijen lampen is op het moment van de foto een rij uit.

Na de installatie is de verdeling van het licht en het spectrum gecontroleerd met een Jeti spectrofotometer. De resultaten van de lichtmetingen (totaal en per lichtkleur) zijn weergegeven in Bijlage 1.

2.2 Gewas

In voortzetting van de strategie die in eerdere teelten is vervolgd, bestaat het gewas uit planten die geleverd worden door leden van de Begeleidingscommissie (BCO). Ze brengen een deel van een eigen partij bestaande uit ca. 300 recent opgepot jonge planten. We telen de planten in Kas2030 tot het als leverbaar wordt beschouwd. Op dat moment wordt het product door de teler opgehaald voor de verkoop. Op deze manier zijn er, zoals in de praktijk het geval is, steeds planten van verschillende leeftijden in de kas. Sommige teelten liepen al bij de start van deze teelt in September 2022 en zijn binnen dit jaar "afgemaakt". Andere werden geleverd en pas na de afronding van deze teelt "afgemaakt".

Een assortiment van in totaal 10 verschillende partijen is geheel of gedeeltelijk binnen deze periode geteeld. Een overzicht is te vinden in Tabel 1. Als in de tabel geen pot maat is vermeld, dan betreft het een partij geleverd in een 14 cm pot. Bij afwijkende potmaten geldt een afwijkend uitzetschema en teeltduur.

Tabel 1 Overzicht teelten: cultivars, herkomst, datum binnenkomst en leverbaar (geel= niet vermelden in deze tabel).

Ras	Herkomst	Datum (start)	Datum uitzet 1 (45--> 30)	Datum uitzet 2 (30-->15)	Datum leverbaar /opgehaald	Referentie partij?
Turenza	Groene Tint	*19-01-2022	04-05-22	22-06-22	23-09-2022	Ja
Aristo	Stolk brothers	*17-02-2022	04-05-22	22-06-22	11-11-2022	Nee
Madural, 17 cm pot	Kw. Amazone	*22-02-22 (37 pl/m ²)	01-06-22 (25 pl/ m ²)	22-06-22 (12.5 pl/ m ²)	1-12-22	Ja, 7-12-22
Turenza	Groene Tint	*01-04-22 (45 pl/m ²)	01-06-22 (30 pl/ m ²)	04-07-22	14-11-22	Ja, 18-11-22
Turenza	Groene Tint	*9-06-2022	03-08-22	19-09-22	16-01-23 (Rd) 23-03-23 (Gr)	Ja, 18-01-23
Pink Champion	Stolk brothers	*22-06-22	03-08-22	19-09-22	13-01-23	Ja, 16-01-23
Aristo	Stolk brothers	03-11-22	12-01-2023	23-03-23	06-07-23	Nee
Main	Breugem Plants		09-11-22 gestart bij 30 pl/ m ²)	Niet verder wijdergezet	15-02-22 (vervroegd afgeleverd)	Ja, 21-02-23
Edison	Kw. Amazone	2-12-22	13-02-23,	23-03-23	03-08-23 (oversized)	Nee
Samora	Kw. Amazone	2-12-22	13-02-23,	23-03-23	03-08-23- (oversized)	Nee
Pink Champion	Stolk Brothers	12-01-23	24-02-23,	24-04-23	**28-09-23	Nee
Minnesota	Groene Tint	18-01-23	23-03-23	09-06-23	**28-09-23	Nee
Everio, 12 cm pot	Groene Tint (alleen Rood sp)	23-03-23 70 pl/ m ²	24-04-23 70→ 45 pl/m ²	08-06-23	**28-09-23	Nee

*in vorig project (teeltjaar 21-22) aangeleverd.

**voorbij project periode (teeltjaar 23-24) afgeleverd.

2.3 Het fossielvrije teeltconcept

Het teeltconcept (Tabel 2) dat in dit vierde jaar teelt is beproefd is het resultaat van de eerste drie jaar telen, en is per teelt onderdeel beschreven in het rapport WPR-1366. Het is beschreven voor planten in een 14 cm pot voor alle teeltonderdelen: licht en belichting, klimaat, kasdek en isolatie, gewasgezondheid strategie, voeding en watergift. Bij de gewasgezondheid is de basis het regelmatig scouten en het bepalen van het risico op basis van de verhouding tussen plaag en bestrijder, en veel onderzoek loopt nog, wat tot bijstellen kan leiden. De teeltduur is gemiddeld voor de lichtsom en afhankelijk van de grootte van de startmateriaal en van de afzetmarkt van de teler, en daarom indicatief.

Tabel 2 Beschrijving van het teeltconcept op onderdeel.

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Opmerkingen	Kennishiaten
Plantdichtheid (14 cm pot)	45	30	15		
Duur fase (weken)	8 wk	7 wk	11 wk	Teeltduur 26 wk bij ≈8.5 Mol/m² dag	
Licht en belichting					
Lichtsom	8-9 Mol/ dag inclusief daglicht*			Bij lagere lichtsommen neemt teeltduur toe	
Intensiteit belichting	70 tot 200 μMol.m ⁻² .s ⁻¹ l, af schakelbaar in 3 fasen of dimbaar				Geen ervaring met dimmen
Intensiteit natuurlijk licht	Maximaal 300-350 μMol momentaan; midden op de dag enkele uren lager maximum ca. 150-200 μMol.m ⁻² .s ⁻¹			Max. 9-10 Mol/m².dag Bladtemperatuur onder 30°C	
Lichtspectrum	Moet ca. 19% FR bevatten voor compactheid.			Onderzoek loopt nog bij de start van deze teelt	Invloed groen en blauw op bladvlekken?, FR continu aan?
Daglengthe	Max. 12 uur met belichting, zomer natuurlijke daglengthe toelaten				
Belichtingsperiode	Lampen aan 12 uur voor zononder				
Klimaat					
Temperatuur etmaal	19°C tot 22°C afhankelijk van lichtsom			RTR is empirisch bepaald door telers, is niet vergeleken met andere RTR's.	19°C etmaal bij 6 Mol/(m².dag) oplopend tot 22 etmaal bij 9 Mol/(m².dag)?
Temperatuur dag	Max. 24°C			Bij hogere momentane temperatuur meer kans op bloemmisvormingen	
Temperatuur nacht	Min. 15°C				Niet bekend of lager mogelijk is
RV etmaal	80%				
RV dag	70%				
RV nacht	90%				
CO ₂	500 ppm voldoende bij de lichtsom				
Verwarming	Primair onderverwarming				
Negatieve DIF en DROP	Zo veel mogelijk vermijden				
Setpoint verwarmen nacht	15°C				
Setpoint verwarmen dag	18°C				
Setpoint ontvochtigen/ koelen	Ontvochtigen 2 VD Koelen 23 °C			Warmte oogst in zomer goed, ontvochtiging vraag beperkt	Moet nog een slag in gemaakt worden in (latente) warmteogst
Setpoint ventilatie	25°C				
Kasdek en isolatie					
Kasisolatie	Gevels noppenfolie, Ongeperforeerd folie op kasdek en gevels 3 schermen waarvan een niet vocht doorlatend				Er zou nog een slag in gemaakt moeten worden
Kasdek materiaal	Diffuus kasdek met dubbele AR coating			Door veel schermgebruik niet duidelijke meerwaarde van diffuus?	Kan hier winst behaald worden door low-ξ coating?
Schermen – zon	Donkerdoek met grote kieren				
Schermen – energie	Een transparant doek dat vocht tegenhoudt				
Gewasgezondheid					
Basis	Bladroofmijten (<i>T. montdorensis</i>), groene gaasvlieg larven (<i>C. carnea</i>), spinnen Linyphiidae sp.			Niet bestrijden van rouwmuggen en oevervliegen die op het menu van de spinnen staan	Spinnen nog in onderzoek

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Opmerkingen	Kennishiaten
Signaalplaten en scouten	Groene vangplaten voor Echinotrips, gele vangplaten overige trips en luis. Feromoon vangplaten hogere trips vangst- snellere signalering				Vangplaten kleuren in onderzoek
Herintroducties	Elke 4-6 weken roofmijten, elke week gaasvlieg larven				
Bladluis	Om de week galmuggen				
Echinotrips	Roofwants <i>Orius laevigatus</i> (curatief), rooftrips <i>Franklinothrips vespiformis</i> (curatief)			Orius en Franklinothrips vestigen slecht in anthurium, ook bijgevoerd	
Anthuriumtrips					Onderzoek loopt
Pepertrips	Roofwants <i>Orius laevigatus</i> (curatief)				Onderzoek loopt
Voeding en Watergift					
Watergift	Om de dag	Elke dag	Elke dag	Eb-vloed Korte beurten	
Voedingsoplossing	Gebaseerd op BemestingsAdviesBasis'92				
EC	1.9-2.1 (zomer) en 2.2- 2.5 (winter)				
Spoorelementen	25% hoger dan BAB (Molybdeen)				
Afkeuren batches uit unit	Ruime marge instellen				

2.3.1 Impact van de energiecrisis op de uitvoering van het teeltconcept

Bij de start van de teeltwinter was er overeenstemming bereikt over de uitgangspunten tussen de onderzoekers en de telers van de BCO. De energiecrisis die naar aanleiding van de oorlog in Ukraine is ontketend, heeft wel tot grote veranderingen geleid in de wijze waarop de publieke opinie en ook telers zich vragen zijn gaan stellen over sierteelt. Is zo veel input van schaarse en dure elektra en warmte voor een sierproduct gerechtvaardigd? Kan ik nog mijn product afzetten, en zo ja, wat worden de kosten voor mijn bedrijf en de kosten voor het milieu? Kunnen we niet in de proef ons richten op de vraag of we ook een goed product kunnen telen met minder elektra? Deze overdenkingen hebben geleid tot een wijziging in de uitgangspunten voor belichting en verwarmen na de BCO van begin december van 2022:

- Belichting: maximaal 12 uur per dag het daglicht aanvullen tot 5 Mol PAR/m² dag (in plaats van 8 Mol PAR/m² dag)
- Verwarming: er wordt een etmaal temperatuur 19°C nagestreefd (in plaats van 22 °C etmaal).

De verandering in klimaat heeft consequenties gehad voor het gewas en ook voor de behoefte aan warmte en stroom, maar heeft het ook mogelijk gemaakt om meer latente warmte te oogsten.

2.4 Plan van aanpak gewasgezondheid

Het gewasbeschermingsplan tegen trips was gebaseerd op hangmatspinnen (familie Linyphiidae), de larven van de groene gaasvlieg (*Chrysoperla carnea*) en de roofmijten (*Transeius montdorensis*), alle drie generalistische predatoren. Om de spinnenpopulatie te laten groeien, werden varenrouwmuggen en oevervliegen, die altijd uit het substraat tevoorschijn komen, niet bestreden. Daarnaast werden experimenten uitgevoerd met *Orius laevigatus* (een roofwants) en bankerplanten. Bloeiende *Kalanchoë* werd gekozen als bankerplant en een deel van de tafel werd gevuld met de planten (Figuur 3). *Orius* werd vervolgens meerdere keren uitgezet en bijgevoerd met *Artemia*-cysten. De *Orius*-populaties op de *Kalanchoë* planten en op de vallen in de kas werden gemonitord. Ook werd een hangpot met *Kalanchoë* in het midden van de kas geplaatst en werd er gezocht naar *Orius*.

Om bladluisuitbraken te voorkomen, werden sluipwespen en galmuggen ingezet, maar de eerder genoemde generalistische predatoren hebben ook bladluizen op hun menu staan.

Een overzicht van de van de uitgezette natuurlijke vijanden (exacte aantallen op datum) is te vinden in Bijlage 2.



Figuur 3 *Bloeiende Kalanchoë planten als bankerplanten voor Orius.*

2.4.1 Verkenning entomopathogene schimmels als bestrijders van pepertrips

In dit teeltjaar is ook een oriënterend onderzoek beoordeeld, wat al gestart was in het voorjaar van 2022 (de teeltjaren liepen in elkaar over en daarom was er soms wat overlap).

Het betreft hier een eerste verkenning naar de effectiviteit van preparaten op basis van entomopathogene schimmels tegen *Trips parvispinus* (pepertrips). Zoals beschreven in rapport WPR-1366 was er in het voorjaar van 2022 een flinke aantasting van de planten door deze exotische trips, wat een knelpunt vormde voor de gestelde Nul-emissie van gewasgezondheidsmiddelen doel.

Pontanthurium planten van de Cv. White Champion, waar de schade duidelijk zichtbaar was, zijn zes keer behandeld met Mycotal (Koppert) of Velifer (BASF), beide commerciële middelen op basis van entomopathogene schimmels, met toevoeging van Motto als uitvloeier. De behandeling werd elke 4-5 dagen herhaald en de dode trips op en rond de planten werd verzameld. De resultaten van deze behandelingen reeks waren pas bekend toen deze teelt al was gestart, en worden daarom besproken in paragraaf 3.3.2.

3 Resultaten en discussie

3.1 Teeltverloop

De betrokken BCO oordeelde wisselend over de plantkwaliteit in de tijd. Begin september stonden de gewassen (die uit de zomer kwamen) nog heel mooi: een goede kleur, veel bloemen en bladeren aan de planten, en op het oog zeer compact; een paar weken later hadden ze te weinig uitrollende bladeren, waren ze in het algemeen vrij hard en stug alsof die te veel assimilaten had gemaakt en niet in nieuwe bladeren waren omgezet. Dit is mogelijk een gevolg van het toelaten van een lagere nacht temperatuur.

Enkele weken na de overgang naar lagere lichtsommen met lagere etmaal temperatuur (zie 2.3.1, 3.2.1 en 3.2.2) half december wordt bij Pink Champion veel glazige en blauw verkleurde bloemen waargenomen. Dit is niet eerder gezien in deze kas; kenners menen dat dit het gevolg kan zijn van relatief koude ochtenden, mogelijk omdat door het aanhouden van lagere lichtsommen, de planten minder opwarmen met de lampen dan ervoor.

Uit dit alles blijkt dat het spel van licht en temperatuur een sterke invloed kan hebben op de groei en het uiterlijk van de plant. Een duidelijke richtlijn voor een lichtsom- etmaal temperatuur verhouding (RTR zie 3.2.2) ontbreekt. Daar lijkt wel behoefte aan te zijn.

De eerste teelten die zijn afgeleverd (tot en met januari 2023) zijn grotendeels ontwikkeld ruim voor de zomer, in de periode vóór de start van dit teeltjaar. Bij deze teelten is er niet altijd gekeken naar de invloed van het spectrum op de groei (ze hebben niet allemaal onder beide spectra gestaan; als er geen vermelding naar spectrum is in de groeidata, dan hebben ze alleen gestaan onder het "oorspronkelijk, referentie of rood", spectrum, 85% R, 5% B, 10% G en 1% FR).

De laatste teelten die zijn binnengekomen, zijn ook afgeleverd buiten de duur van dit project. Deze resultaten zijn onderdeel van het rapport over de teelt in het jaar 2023-2024.

3.1.1 Plantbeoordelingen tijdens en bij einde teelten

3.1.1.1 Kwalitatief

Over de plantkwaliteit (uitgedrukt als "visuele indruk") zijn er twee punten te noemen die niet tot uitdrukking komen in de meetcijfers: Bladvergeling en bloem verkleuring.

Bladvergeling

Bij de start van de teelt was er wat bladvergeling waargenomen bij de planten die vanaf halverwege de winter in de kas hadden gestaan. In de foto's hieronder (Figuur 5) is dat enigszins te zien in de Pink Champion. Bij Madural (een 17 cm pot plant die in kas2030 was vanaf februari tot december, en technisch gezien dus deels hoort bij het vorige rapport (WPR-1366) en deels bij deze) werd de bladvergeling als zorgelijk beschouwd (Figuur 4, links). De oorzaak werd gezocht in de voeding (zie ook 3.4), maar vermoedelijk speelt het spectrum in combinatie met de gevoeligheid van het ras, een belangrijke rol (García Victoria et al., 2025, in press). Het komt vaker voor in het ouder blad; zie ook Turenza in Figuur 7: enige bladvergeling onder het referentiespectrum, geen vergeling onder het "groene" spectrum.

Bloemverkleuring

Richting de zomer, als het aandeel van de belichting afneemt en de daglichtsommen van de zon toenemen, zagen we in deze teelt wederom wat verbleking van de roze kleur bij de cultivar Pink Champion. Dit was eerder opgemerkt in de teelten die hieraan voorafgingen. Om de kleur van dit ras specifiek te behouden werd er tussen mei en afleveren in juli, een kaasdoek over de bloemen gespannen om wat extra licht alleen bij deze cultivar af te schermen. (Figuur 4, rechts).

3.1.1.2 Kwantitatief

Kwantitatief (uitgedrukt in getallen uit meetbare plantkenmerken), is er, net als in alle eerdere teeltjaren, een groot verschil in aantal bloemen, aantal bladeren en totaal versgewicht tussen de teelten in Kas2030 en de referentie teelten van dezelfde leeftijd uit de praktijk. De toename is afhankelijk van ras, teeltperiode en of de referentie in een onbelichte of een belichte afdeling stond, en hoeveel het daar werd belicht. Een van de uitgelichte voorbeelden (Figuur 5) laat zien dat het gewas in Kas2030 wel 50% meer bloemen en 77% meer bladoppervlakte had dan het gewas uit dezelfde oppotweek die bij de teler was blijven staan. Het verschil in versgewicht per plant was maar liefst 109%. Dit is het gevolg van de hogere lichtsommen die tot half december werden nagestreefd in Kas2030 in vergelijking met de praktijk.



Figuur 4 Links bladvergelting bij Madural in September 2022; rechts extra afscherming met kaasdoek boven de Pink Champion waarvan de bloemen door het hoge licht verbleken.



Figuur 5 Pink Champion uit 23-06-22, afgeleverd op 16-01-2023, dus na 29 weken teelt. Foto links, bovenaanzicht; foto rechts, vooraanzicht. In beide foto's, links geteeld bij de teler (praktijk referentie); rechts geteeld in Kas2030.

In het algemeen is deze trend naar een snellere ontwikkeling gemeten in alle partijen waar planten uit de praktijk zijn aangeleverd ter referentie. Bij voorbeeld de cultivar Main (Figuur 6): Deze planten kwamen in Kas2030 op 4 november niet direct vanaf het vroege oppotstadium (bij binnenkomst waren ze toe aan de tweede teeltfase). Op 24-02, na 15 weken, zijn ze opgehaald voor de verkoop. In vergelijking met de planten die bij de teler waren blijven staan, hadden de planten die groeiden onder het "referentie" spectrum 1.9 bloemen meer per plant (+49%) en 5 bladeren (+24%), en bijna een verdubbeling van het versgewicht per plant.

De onderliggende meetresultaten van de verschillende planten zijn te vinden in Bijlage 6.



Figuur 6 Cv. Main uit 9 november (al klaar voor fase 2 geleverd), op 24-02. Links en midden de planten uit Kas2030 (links referentiespectrum of "rood", midden spectrum "groen"). Rechts de praktijk geteelde planten (onbelicht).

3.1.1.3 Invloed spectrum op compactheid (bloemsteelstrekking)

In november, na enkele weken belichten, was het positief effect van het nieuwe lightspectrum (op slechts ¼ van de kas) op de compactheid van het gewas heel duidelijk met het blote oog waarneembaar: de planten onder het "referentie, rood" spectrum zijn duidelijk gerekter dan onder de nieuwe lampen (4 van de 7 cultivars gemeten). Dat was volgens de bedoeling en de verwachting, op basis van een eerder die zomer uitgevoerd kort onderzoek (García Victoria, 2023).

Een teler oordeelde dat voor zijn cultivar, de planten van onder het groene spectrum vandaan een veel homogener partij waren in strekking en bloeigelijkheid.

Gedurende de winterweken nemen de verschillen in strekking toe, om vervolgens weer af te nemen in het voorjaar, als het aandeel van de belichting in de totale lightsom afneemt.

De 3 cultivars met een zeer gering effect op compactheid zijn in de zomer afgeleverd; dat betekende dat in de laatste maanden voor afleveren (vanaf april) nog nauwelijks zijn belicht.

De onderliggende meetresultaten van deze vergelijkende metingen zijn te vinden in Bijlage 7. In Tabel 3 zijn de resultaten voor deze plantkenmerken samengevat. De foto's (Figuur 7, Figuur 8) tonen de aanblik van de planten op het moment van de metingen

Tabel 3 Effecten spectrum "Groen" op bloemsteelstrekking (compactheid).

Cultivar, uit datum	Bloemsteellengte verschil (Groen vs. Rood)	Bladsteellengte verschil (Groen vs. Rood)	Compacter Groen spectrum?
Turenza, 9-06-22	8 cm korter (22%)	6 cm korter (21%)	ja
Aristo, 3-11-22	5 cm korter (14%)	4,3 cm korter (15%)	ja
Main, 9-11-22	5 cm korter (13%)	1,6 cm korter (5%)	ja
Edison, 2-12-22	1,5 cm korter (4%)	0,5 cm korter (2%)	nee
Samora, 2-12-22	3 cm korter (7%)	3,5 cm korter (7%)	nee
Pink Ch. 12-01-23	6 cm korter (29%)	5 cm korter (26%)	ja
Minnesota, 24-01	0,3 cm korter (1%)	1 cm langer (-5%)	nee

3.1.1.4 Invloed spectrum op groei (plant vers gewicht)

De test spectrum blijkt ook een grote invloed te hebben op de plantgroei bij enkele cultivars: er trad onder het groene spectrum na enkele maanden telen een groeiachterstand op (Tabel 4). Hoewel dit, op basis van het kort onderzoek wat eerder die zomer was uitgevoerd, onverwacht was, is het ook logisch omdat in het "groene spectrum", een deel van het rode licht wordt vervangen door Groen en FR (ver rood) licht. Deze laatste draagt niet bij aan het PAR licht, daar deze is gedefinieerd als licht met een golflengte tussen 400 en 700 nm.

Een teler vond dat er meer bloemen waren bij de planten die onder het groene spectrum vandaan kwamen, maar dat de bloemen iets kleiner waren. De tellingen laten zien dat ook deze reactie wisselde per cultivar (ook Tabel 4).

Het gemis aan PAR is waarschijnlijk de oorzaak dat de groei achter blijft bij twee cultivars.

Bij een van de partijen van de cultivar Turenza was deze achterstand zo groot dat de planten die onder het "Groene" spectrum werden geteeld, 9 weken later (Zie Tabel 1). Voor de verkoop zijn opgehaald.

Voor twee cultivars is geen tot nauwelijks verschil waargenomen (maar de meting betreft een tussenmeting, nog niet het eindgewicht dat de planten zouden bereiken). Bij twee cultivars is er juist een toename van het versgewicht; deze cultivars reageerden in het begin heel positief op het "groene spectrum" naar de mening van de teler. Het is lastig om vast te stellen of de meer bloei en groei aan het einde is veroorzaakt door het spectrum, of doordat de planten langer in de kas gestaan hadden dan nodig, waarvan de laatste maanden onbelicht.

Tabel 4. Effecten "Groene" spectrum op bloei (# bloemen) en groei (versgewicht) in vergelijking met de "Rode" spectrum referentie.

Cultivar, uit datum	Meetdatum	Verskil in versgewicht (Groen vs. Rood)	Verskil in # bloemen (Groen vs. Rood)	Groeiachterstand door Groen spectrum?	Bloeiachterstand door Groen Spectrum?
Turenza, 9-06-22	24-01-2023	60 gram (27%)	0	Ja	Nee
Aristo, 3-11-22	6-7-2023	58 gram (25%)	1 (5%)	Ja	Nauwelijks
Main, 9-11-22	24-02-2023	7 gram (5%)	1 (14%)	Nauwelijks	Ja
Edison, 2-12-22	03-08-2024	-55 gram (-54%)	- 3 (-31%)	Nee, meer groei	Nee, meer bloemen
Samora, 2-12-22	03-08-2024	-98 gram (-31%)	- 7 (-73%)	Nee, meer groei	Nee, meer bloemen
Pink Ch. 12-01-23	6-03-2023	--	0,5 (11%)	--	Ja
Minnesota, 24-01	9-06-2023	-12 gram (-13%)	-0,4 (-8%)	Nee	Nauwelijks



Figuur 7 Foto links, Turenza, opgepot 9 juni 2022, op het moment dat ze afleverbaar waren op 17 januari 2023. Foto rechts, Aristo uit 4 november 2022, bij een tussenmeting op 12-01-2023. In beide foto's links plant(en) geteeld onder het referentiespectrum, rechts planten geteeld onder het groene spectrum.



Figuur 8 Foto links, Samora, en rechts, Edison, beide uit 2-12-2022 bij een tussenmeting (2e wijderzet moment) op 23 maart 2023. In beide foto's links plant(en) geteeld onder het referentiespectrum ("rood"), rechts planten geteeld onder het "groene" spectrum.

3.1.2 Analyse teelt

Teeltverloop, kwalitatieve beoordelingen door de betrokken telers en adviseurs, en meetresultaten in ogenschouw nemend, kunnen we oordelen dat de teelt in Kas2030, zelfs deze winter waarbij de lichtsommen en de temperaturen zijn verlaagd rond half december om gehoor te geven aan de energiecrisis, tot een groeiversnelling leidt in vergelijking met de praktijk.

In vergelijking met de drie teeltjaren ervoor (García Victoria et al., WPR-1366), is de teelt wel trager verlopen (er was meer tijd nodig om tot het stadium van afleverbare plant te komen). Logisch, omdat er een haast lineair verband bestaat tussen de totale lichtsom die de planten ontvangen en de biomassa die wordt aangemaakt (García Victoria et al., WPR-1366). Daartegenover staat (zie 3.2.1) een energiebesparing aan de elektra voor de belichting.

Ten aanzien van het bij wijze van proef op $\frac{1}{4}$ van de kas geïnstalleerd test spectrum ("Groen"), blijkt uit telers indruk en metingen dat hij als verwacht inderdaad tot een compactere plant leidt, met minder bloemsteelstrekking dan de "referentie spectrum" dat nog altijd op $\frac{3}{4}$ van de kas hangt. Dat is positief. Negatief is echter het feit dat het gemis aan PAR licht door dit test spectrum in combinatie met de verlaging van de daglichtsommen (gemeten onder het "referentie spectrum") tot groeiachterstand kan leiden midden in de winter.

3.1.3 Leerpunten teelt

- Het teeltconcept zoals het wordt uitgevoerd in kas2030 leidt in het algemeen tot teeltversnelling (meer bloemen en meer groei, zwaardere planten binnen dezelfde periode dan in de praktijk).
- Het is mogelijk om de daglichtsommen en de streef temperaturen te verlagen in de winter zonder grote gevolgen voor de plantkwaliteit; dit leidt wel tot een zekere groeivertraging in vergelijking met het vasthouden van hogere lichtsommen, maar bespaart energie.
- Een duidelijke richtlijn voor een lichtsom- etmaal temperatuur verhouding (RTR zie 3.2.2) ontbreekt. Er is behoefte aan strategie definiëren; de definitie van een "goede plant" is lastig, omdat dit wisselt met teler, ras en marktsegment (zie rapport WPR-1366).
- Bladvergeling van het ouder blad is eerder een reactie op het lichtspectrum dan een uiting van voedingsproblemen (zie ook 3.4). Dit verdient meer aandacht in vervolgonderzoek.
- Pink Champion en mogelijk andere cultivars zijn gevoelig voor hoge daglichtsommen (vooral in zomer relevant) en dat uit zich in bloemkleur verlies.
- De voordelen van het "Groene spectrum" ten aanzien van compactheid worden bij sommige cultivars tenietgedaan door groeiachterstand. Er zijn wel mogelijke voordelen ten aanzien van bladkleur en gewas homogeniteit. Een aanpassing van dit spectrum is nodig zodat het gemis aan PAR door vervanging van Rood door FR licht gecompenseerd wordt.

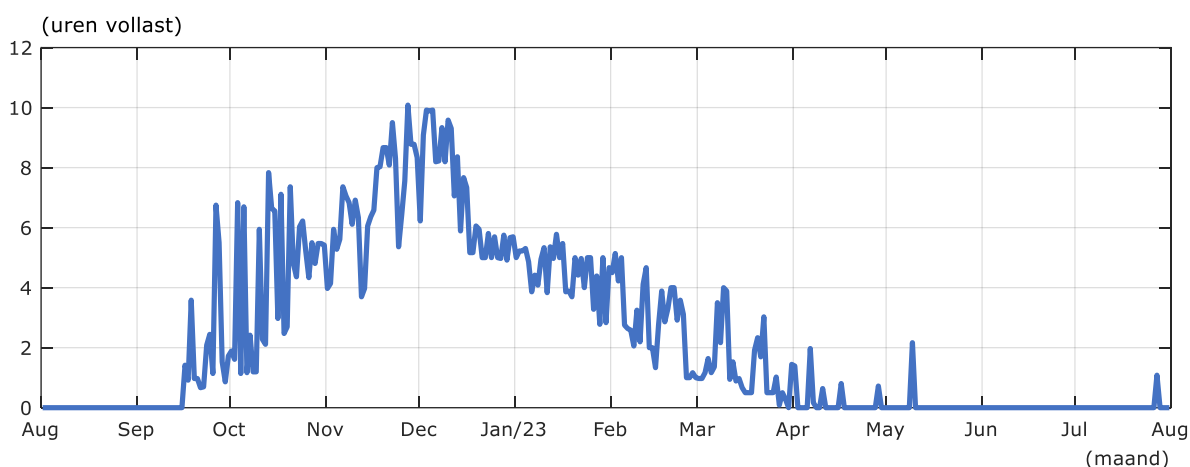
3.2 Energiegebruik

Een overzicht van het buitenklimaat tijdens de teelt en het gerealiseerd klimaat is te vinden in Bijlage 3; dit is belangrijk omdat het energiegebruik sterk afhankelijk is van beide. Waar het nuttig is voor een toelichting van de energiestromen, worden klimaatresultaten getoond.

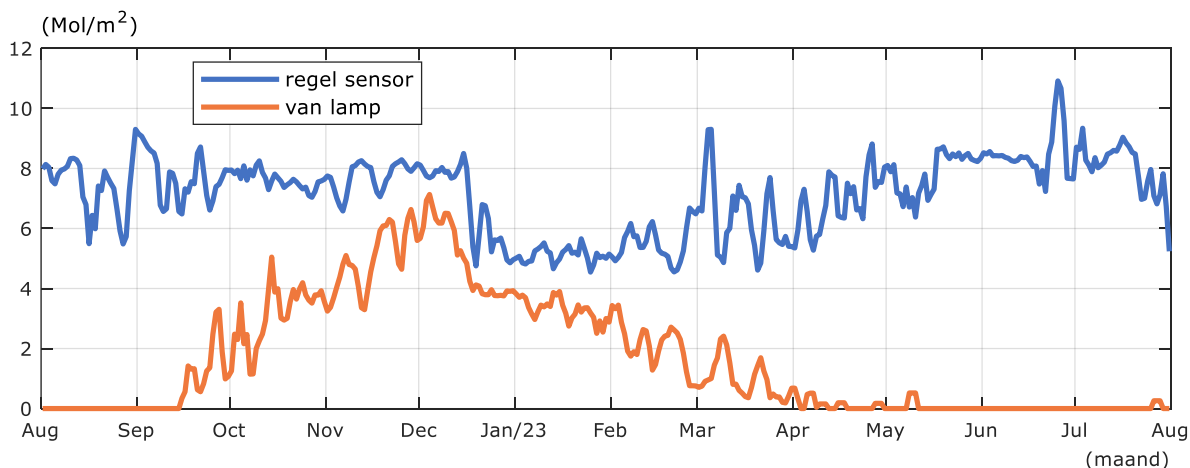
3.2.1 Verloop licht en belichting

Bij de start werd het licht in de kas geregeld zodanig dat het daglicht met de lampen werd aangevuld tot een lichtsom van 8 Mol PAR/m² per dag. Zoals in 2.3.1 aangegeven, is de strategie in de eerste helft van December aangepast naar een energiezuinigere strategie, waarbij een lagere daglichtsom (5 Mol/m² dag in plaats van 8) werd nagestreefd (Figuur 10). Dit betekende dat de lampen minder uur per dag hoefden te branden om de gewenste lichtsom te halen (Figuur 9).

Deze aanpassing in de licht strategie heeft geleid tot een energiebesparing van ca. 30 kWh/m².



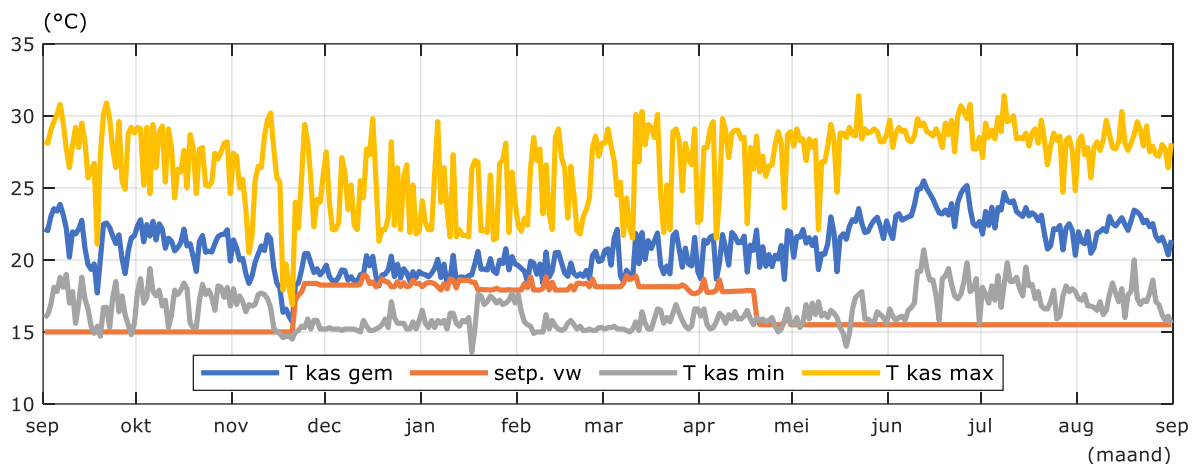
Figuur 9 Verloop in de tijd van het aantal uren dat de lampen op volledige sterkte hebben gebrand om de gewenste daglichtsom (zonlicht plus daglicht) te halen.



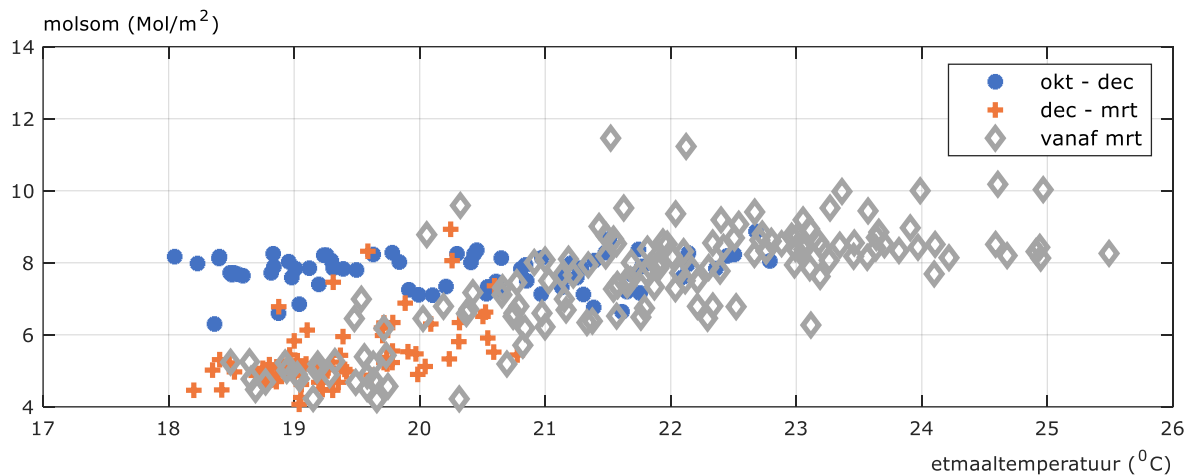
Figuur 10 De daglichtsom (Mol PAR/m².d) totaal (gele lijn) als gemeten door de regelsensor in de kas, en de bijdrage van de lampen (blauwe lijn) aan de totale PAR som.

3.2.2 Verloop kasttemperatuur en warmtevraag

Ook in de na te streven kasttemperatuur zijn wijzigingen geweest in de oorspronkelijke strategie (Figuur 11): in het begin van het seizoen werd een etmaal van 22 °C nagestreefd, met de bedoeling de nachttemperatuur flink te laten zakken voor het creëren van meer ontvochtigingvraag. Dit stuitte op weerstand in de BCO en is half november aangepast. Begin december, met het verlagen van de streef daglichtsom (zie ook 3.2.1), is ook de gewenste etmaal temperatuur verlaagd naar 19 °C, in overeenstemming met de gebruiken van Het Nieuwe Telen (Geelen et al., 2015). Empirisch door BCO-telers is een RTR bepaald (19 graden bij 6 Mol, 22 graden bij 9 Mol). Ondanks deze aanpassingen, blijven de RTR-relaties (Relation Temperature to Radiation) zwak (Figuur 12).



Figuur 11 Kasttemperatuur (etmaal-gemiddelde, minimum en maximum) en setpoint verwarming (etmaal gemiddelde).

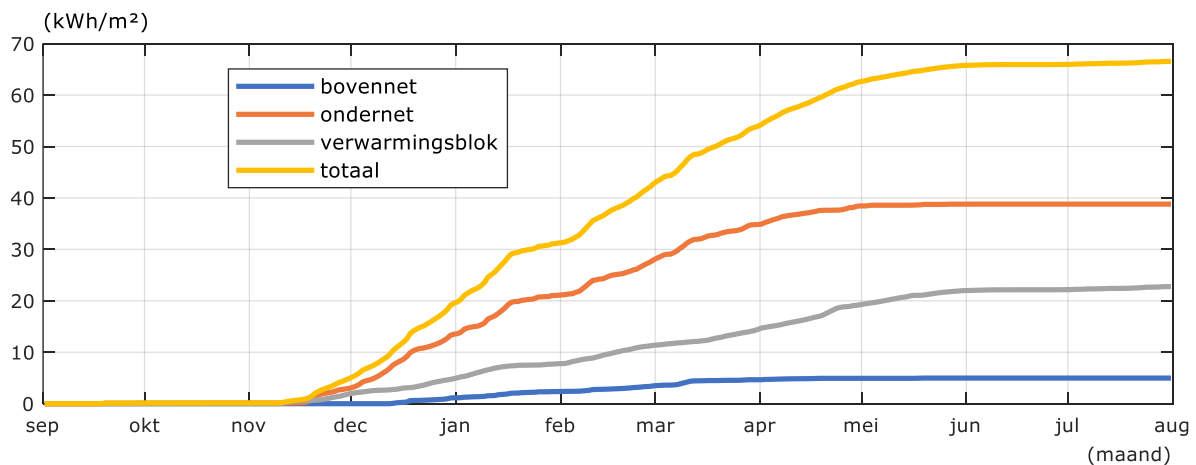


Figuur 12 Gerealiseerde RTR; op de x-as de etmaaltemperatuur, op de y-as de daglichtsom.

Door deze keuzes rond setpoint verwarmen en manier van ontvochtigen aan het begin van de teelt, is er in de beginperiode geen warmte gebruikt voor de buisverwarming. De actieve ontvochtiging is pas rond 10 november weer aangezet omdat er geen koud water beschikbaar was in verband met lekkage in het koud watercircuit. Wel zijn de luchtslurven gebruikt om lucht te recirculeren en is er in die periode “traditioneel” ontvochtigd via de ramen.

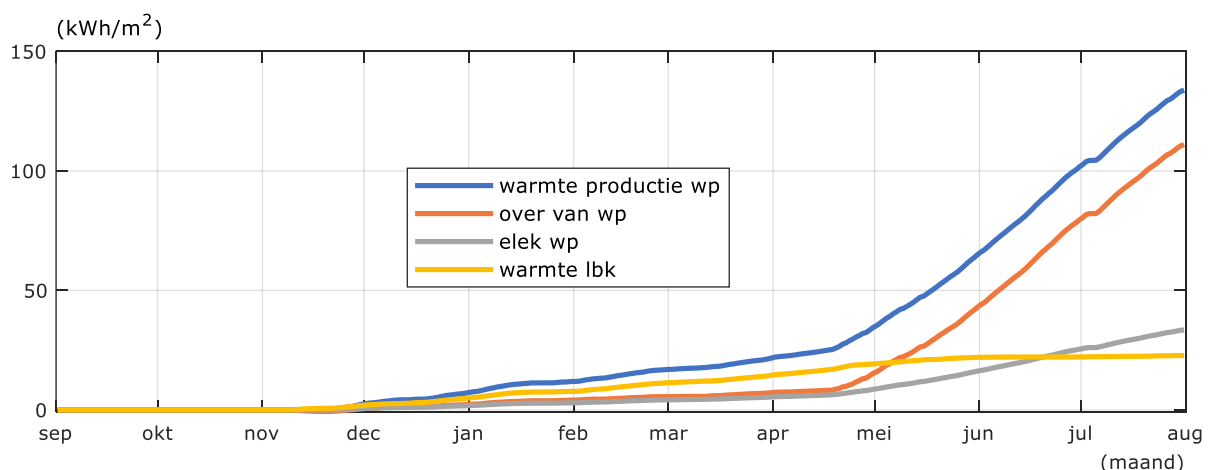
Om de gewenste temperatuur te halen in deze goed geïsoleerde kas, is er vooral verwarmd met het ondernet (totaal 460 uur was het ondernet op een temperatuur hoger dan 30 °C). Omdat de onderbuis begrensd was op 40 °C, moest er incidenteel (75 uur totaal) wat warmte worden ingebracht via het bovennet.

Het totaal benodigde energie om aan de warmtevraag te voldoen is getoond in Figuur 13. Totaal is 66 kWh/m² warmte gebruikt, waarvan 45 kWh/m² door de buisverwarming (ondernet plus bovennet), en 21 kWh/m² waren nodig om de op het koelblok van de LBK ontvochtigde lucht, weer tot kaslucht temperatuur na te verwarmen (bij ontvochtiging, want bij "koelen" wordt de lucht niet na-verwarmd).



Figuur 13 De warmtevraag in de kas, totaal, en gesplitst in bovennet, ondernet en verwarmingsblok van de LBK.

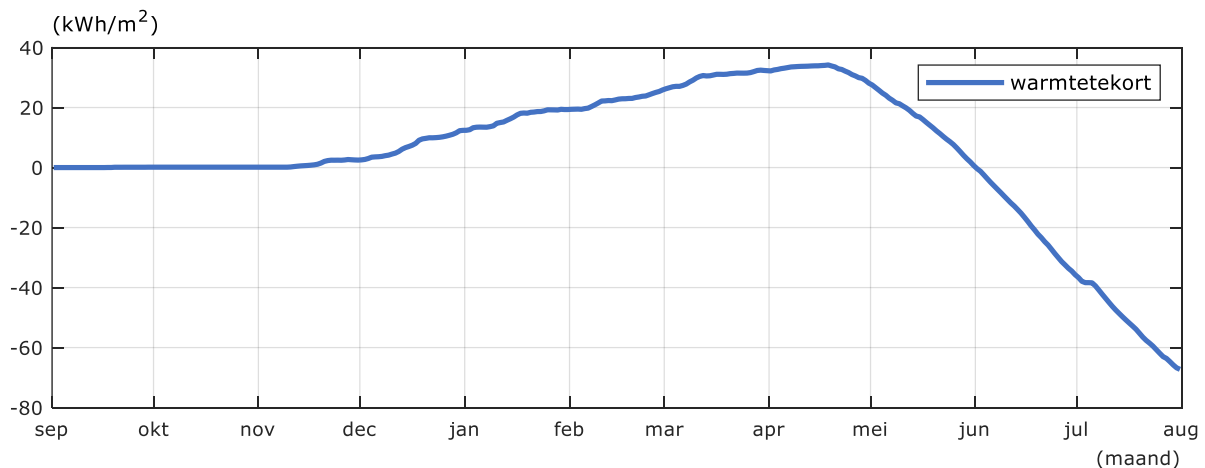
Het verwarmingsblok is ingezet om de onder de dauwpunttemperatuur teruggekoelde kaslucht weer tot kasluchttemperatuur op te warmen. De warmtepomp is dan ook op koude vraag van deze ontvochtiging ingezet. In Figuur 14, is de energiestromen van de ontvochtiging en warmtepomp getoond. Leidend is het elektragebruik. Met de aanname dat met een COP van 4 op warmte er dus 4 maal zoveel warmte wordt geproduceerd als er elektriciteit is gebruikt (33,5 kWh/m²), heeft de warmtepomp dus 133,5 kWh/m² warmte geproduceerd. In de naverwarming wordt de "warmte lbk" gebruikt. Deze is benodigd om de kaslucht weer op temperatuur te brengen na het uitcondenseren. Rond 20 april is een scherpe versnelling in de grafiek te zien. Vanaf dat ogenblik is de koude gebruikt om warmte te oogsten als de kasluchttemperatuur boven de 23,5 °C kwam. Dan is het doel dus primair om warmte aan de kas te onttrekken. Dit is een vorm van koelen, echter de capaciteit is beperkt omdat het systeem op ontvochtiging is uitgelegd. Hierbij moet dus net gedacht worden dat de kas "gesloten" kan worden in de zomerdag. De lijn "warmte lbk" laat vanaf half april dan ook nauwelijks nog een stijging zien. De lucht wordt dan niet meer naverwarmd, anders dan dat er ontvochtigingsvraag zou zijn. Wat de warmtepomp produceert, verminderd met wat aan "warmte lbk" is gebruikt, is over van de warmtepomp ("wp") om elders voor in te zetten. De "warmte oogst" die niet direct kan worden ingezet, zal dan via een seizoenbuffer, als een aquifer, opgeslagen moeten worden.



Figuur 14 De warmtevraag in de kas, totaal, en gesplitst in bovennet, ondernet en verwarmingsblok van de LBK.

3.2.3 Verloop van het warmte tekort

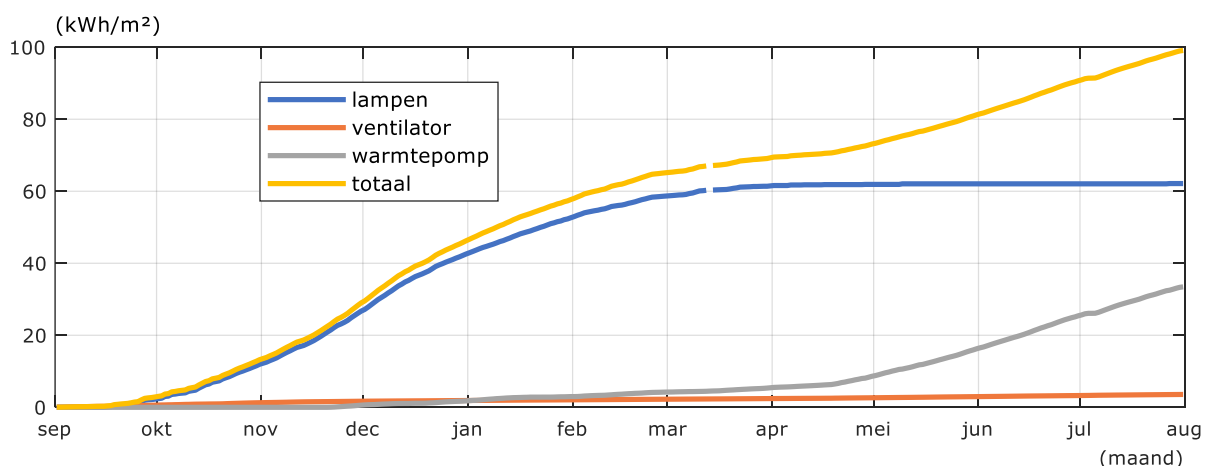
In Figuur 15 is het verloop van het warmte tekort gedurende het jaar te zien. De zomer tot begin september is zonder energie in te brengen doorgedaan. Er is op een lichtsom van ca. 8 Mol en een etmaal van 22 graden gestuurd waar mogelijk. De nacht werd gebruikt om de hoge etmalen te drukken. Er is weinig "ontvochtigd" (ontvochtigingvraag is heel beperkt, daar anthurium vrij vochtig wordt geteeld), maar vanaf half april vrij veel "gekoeld" = warmte geoogst. Hiermee is een "voorraadje" (fictief in een aquifer opgeslagen) opgebouwd, waarmee de warmtevraag van de winter tot half december kon worden voldaan. We spreken van een warmte tekort voor de periode half november tot half mei; cumulatief bedraagt het totale warmtetekort iets minder dan 35 kWh/m². Omdat boven een kasluchttemperatuur van 23.5°C de "koeling" (=warmteoogst) aangaat, neemt het warmtetekort af en per 1 juni wordt het zelfs negatief (=geen warmtetekort maar een warmteoverschot). Begin juni is er al voldoende warmte geoogst om het warmtetekort van de winter weer op te heffen. Vervolgens is er tot het einde van de teeltperiode nog eens 67 kWh/m² aan warmte geoogst. Deze is dan via een aquifer voor de volgende winter te gebruiken voor de verwarming.



Figuur 15 Het warmtetekort gedurende het teeltjaar 1 September 2022 tot 30 augustus 2023.

3.2.4 Verloop van het elektra gebruik

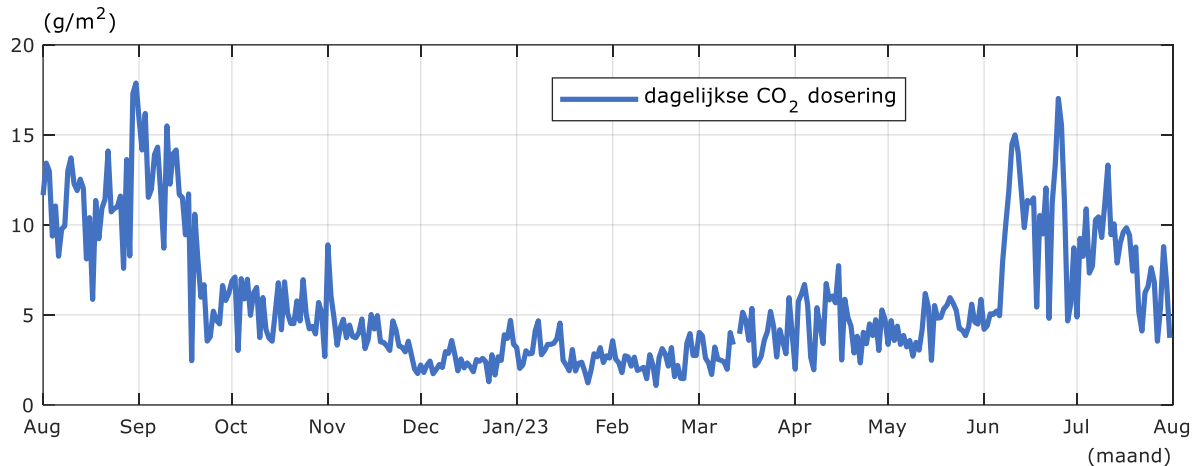
Voor het belichten, ontvochtigen, conditioneren van de kaslucht en het oogsten van warmte is wel stroom nodig. Hoeveel is te zien in Figuur 16 (cumulatief vanaf de start). In totaal is er ruim 98 kWh/m² stroom gebruikt. Hiervan zijn de lampen met een gebruik van 62 kWh/m² veruit de grootste stroomverbruikers van het kas en teeltconcept. De ventilator van de LBK gebruikt een kleine 4 kWh/m² om de ontvochtigde lucht terug in de kas te blazen via de slurven. De warmtepomp heeft in totaal 33 kWh/m² gebruikt.



Figuur 16 Verloop van het stroomgebruik per installatie. Cumulatief in de tijd vanaf de start van de teelt.

3.2.5 Gedoseerd CO₂

Gestuurd is op een beperkte aanvulling van het CO₂ gehalte in de lucht tijdens de lichtperiode (tot maximaal 500 ppm). Er was nog maar weinig dosering nodig in de winter met weinig licht en weinig ventilatie om dit gehalte te bereiken. Uiteraard was er meer nodig in het voorjaar en zomer als de lichtsommen van het natuurlijk licht wat hoger zijn en het ook warmer is, waardoor de behoefte aan ventilatie toeneemt. Cumulatief over de hele periode is er slechts 2,1 kg/m² gedoseerd. Het doseerverloop is te zien in Figuur 17.



Figuur 17 Verloop van de CO₂ dosering per 24 uur in de tijd (in g/m² per dag).

3.2.6 Resultaten in relatie tot het gestelde nul-emissie doel

Uit de bovenstaande uiteenzetting van de energiestromen blijkt dat het beoogde systeem waarbij we duurzaam geproduceerde elektra inkopen, en met de geoogste warmte uit de zomer, de kas gedurende de winter volledig kunnen verwarmen ons in het vierde jaar van deze demonstratie gebracht heeft bij het 0-emissie doel.

Waar de winter ervoor we nog 65 kWh/m² warmtetekort kwamen, is in het gehele teeltjaar 2022-2023 zelfs een warmteoverschot! Dit is het gecombineerd resultaat van het verder opvoeren van de kasisolatie (door noppenfolie tegen de gevels aan te brengen), het verlagen van de setpoints voor belichten en verwarmen, en het inzetten op maximaal warmte oogst in de zomer (omdat er weinig ontvochtiging vraag is).

Als we alle benodigde elektra duurzaam en fossielvrij zouden kunnen opwekken, dan zijn we fossielvrij.

Anders gezegd, met een totale elektriciteitsinput van bijna 100 kWh/m², is de kas geklimatiseerd, belicht en is er nog een warmteoverschot van 67 kWh/m² een equivalent van 7.6 m³/m² ontstaan. Zou er gestuurd zijn op een overschot van 0, dan had nog 67/4 (COP warmte)=16.8 kWh/m² aan stroom voor de warmtepomp bespaard kunnen worden en was het totaal elektragebruik op ruim 82 kWh/m² uitgekomen.

3.3 Gewasgezondheid

In dit hoofdstuk wordt eerst het verloop van de gezondheid van het gewas chronologisch beschreven.

Vervolgens worden de resultaten van de verkenning entomopathogene schimmels besproken. Tot slot, reflecteren wij op de resultaten in relatie tot het gestelde doel (nul-emissie van gewasgezondheidsmiddelen).

3.3.1 Verloop gewasgezondheid

De uitgezette *Orius* vestigde zich wel op de *Kalanchoë* planten waarop hij was uitgezet en er werden regelmatig eitjes gevonden (Figuur 19), maar werd nergens anders in de kas aangetroffen, niet op de vangplaten, noch op de banker-/lokplant in het midden van de kas.

De Echinothrips, die er vanaf het begin al was, nam geleidelijk af en er was geen bespuiting nodig. Het is moeilijk te zeggen welk puzzelstukje deze afname veroorzaakte: de strategie met spinnen en gaasvlieglarven, de toegevoegde *Orius* of de combinatie ervan.

De biologische bestrijdingsstrategie voor bladluis bleek helaas onvoldoende en in februari was er een kleine explosie in aantallen (meegekomen met de Ficus, die uit een andere afdeling in deze kas zijn geplaatst (zie 2.2.1) wat geleid heeft tot een volveldse chemische correctie met Teppeki (Tabel 5). Het is bekend dat bladluisbestrijders (sluipwespen en galmuggen) lichtgevoelig zijn en in de winter minder goed presteren. In deze winter was ook de streefdaglichtsom verlaagd, waardoor er minder werd belicht (zie ook 3.2.1).



Figuur 18 Een fijne spinrag van de uitgezette spinnen, zichtbaar alleen als deze vochtig wordt, bedekt het gewas.

Het volledige gebruik van chemische middelen in deze teelt, die gestart was met een vrij hoge druk van het exotische *Trips parvispinus*, is weergegeven in Tabel 5. Anders dan deze lokale behandeling op de White Champion, hebben er in deze afdeling geen chemische ingrepen plaatsgevonden vanaf week 40 van 2021.

Tabel 5 Overzicht chemische bespuitingen uitgevoerd om de plagen te corrigeren.

Datum	Plaag	Gebruikte middel
15-8-22 (voor start teeltjaar)	Trips	Vertimec (abamectine), pleksgewijs (White champion)
19-8-22 (voor start teeltjaar)	Trips	Vertimec (abamectine), pleksgewijs (White champion)
22-2 -23	Bladluis	Teppeki (flonicamid)



Figuur 19 Takje Kalanchoë met *Orius* eieren in de oksel; in het cirkeltje wordt er ingezoomd op een *Orius* ei.

3.3.2 Verkenning entomopathogene schimmels

Tripsen die werden verzameld na behandelingen met schimmelpreparaten werden in vochtige omstandigheden geplaatst ("natte kamers") om de groei van de schimmels te versnellen (Figuur 20). Vervolgens werden de schimmels Moleculair geïdentificeerd. Het was ons niet gelukt om de schimmels (*Lecanicillium muscarium* en *Beauveria bassiana* stam PPRI 5339) die in de preparaten voorkomen uit de dode tripsen te isoleren. In plaats daarvan is uit alle dode tripsen in alle gevallen DNA geïsoleerd van *Cladosporium sp.* De behandelingen hadden volgens verwachting, geen effect op de trips.

Daarom is in overleg met de BCO besloten om de White Champion planten lokaal te behandelen met Vertimec (Tabel 5) voordat ze werden afgevoerd.



Figuur 20 Links, schimmelgroei op *Thrips parvispinus*; rechts, schimmel geïsoleerd uit trips op medium.

3.3.3 Resultaten in relatie tot het gestelde nul-emissie doel

Uit de beschreven resultaten kan gesteld worden dat de geïmplementeerde strategie heeft geresulteerd in minimaal middelen gebruik.

Uit Tabel 5 blijkt dat afgezien van de twee lokale chemische correcties (White Champion, tegen trips) die eigenlijk buiten het teeltjaar 2022-2023 zijn uitgevoerd, slechts één keer volvelds met Teppeki tegen bladluizen is ingegrepen in februari.

Tot deze behandeling, was er in de kas geen chemie in de kas gebruikt sinds week 41 van 2021.

De emissie van een eenmalige behandeling is strikt genomen niet 0, maar komt wel heel dicht in de buurt.

3.4 Water en Nutriënten

In navolging op de strategie van frequenter watergeven die in het teeltjaar 2021-22 was ingezet, kregen de planten in de tweede en derde teeltfase elke dag een korte waterbeurt (vloed).

Bij de jonge planten blijft dit om de dag. Bij een van de cultivars is een nieuw (veenvrij) substraat gebruikt die wat minder makkelijk nat wordt, maar deze watergift strategie heeft hele goede wortels met veel jonge wortelpunten opgeleverd.

Met het teruglopen van de zonnige dagen, de lagere lichtsommen en ook lagere temperaturen, wordt de watergeef frequentie wat afgebouwd: in november naar om de dag, begin december naar om de drie dagen. De hoeveelheid water in de pot is daarbij (op gevoel) maatgevend.

Eens per drie dagen is nog steeds vaker dan in de eerste twee jaar (dat kon eens per 5-7 dagen zijn bij hoge daglichtsommen). Hierdoor is de vocht in de potten veel gelijkmatiger dan toen we droger teelden.

Dit verlaagt ook sterk de behoefte om bovendoor bij te broezen om de potten op gelijk vocht te krijgen, wat in de vorige teelten de belangrijkste bron was van emissie van water en meststoffen, omdat een niet te meten hoeveelheid water tussen de tafels viel.

Een beperking hiervoor leverde de cultivar Minnesota; die is gevoelig op de wortels. Het gebruikte substraat houdt veel vocht vast en is daarom niet geschikt voor dagelijks watergeven. Er is gestart met een dagelijkse watergift beurt, afgebouwd naar eens tot 2x in de week in maart omdat er toch vrij veel wortelafslag plaatsvond. Daarom moest er af en toe (lokaal, en alleen bij deze cultivar) gebroesd worden. Om emissie van meststoffen te voorkomen, is het broezen gedaan met schoon water.

De gift EC was in het begin 2.5. BCO leden geven lagere EC's, in de zomer, zeker met een hoge watergeeffrequentie zou de gift EC tussen de 2.0 en 2.2. Dit heeft geleid tot een geleidelijke afbouw van de EC van de gift (Bijlage 4) tot EC 2.0; in de winter is deze weer iets verhoogd tot 2.0.

De Madural in 17 cm potten liet einde zomer vrij veel bladvergeling zien op oud blad. Dit wakkerde opnieuw veel discussie aan over de bemesting: wat is de ideale gift EC (we gaven in september 2,5), wat is de ideale K:Ca verhouding in de potgrond analyses, welke de gehalten aan sporenelementen, waar tussen de verschillende leden van de BCO onderling geen duidelijk consensus is. Uit oud onderzoek naar effect van bemesting op bladschade met potanthurium bleek ook dat meer Ca en minder Mn in voeding juist meer bladschade geven (Warmenhoven et al., 2012).

Hierop volgden verschillende potgrondanalyses in de tijd. De gehalten in de pot blijken binnen zeer redelijke grenzen rondom de streefwaarde (uit: Bemestings Advies Basis substraten, Straver et al., 1997). Kleine afwijkingen waren te vinden:

- De EC en NO₃ gehalte in de rassen met veenvrij substraat konden wat aan de lage kant zijn.
- De EC van de Madural (was het oudste ras) was iets aan de hoge kant in de analyse van november (maar niet dat het tot bladvergeling zou kunnen leiden).
- Het fosfaatgehalte werd ook aan de hoge kant gevonden.
- De spoorelementen Borium en Mangaan waren iets aan de hoge kant en zijn geleidelijk verlaagd in het voeding recept.

De vergeling van het blad is ondanks aanpassingen niet verminderd. Het is ook een relatief langzame verandering voor een gewas dat weinig water verdampt. Schoon starten met nieuwe voeding past echter niet in de emissie loze doelstelling.

3.4.1 Resultaten in relatie tot het gestelde nul-emissie doel

In dit teeltjaar is geen water uit de unit geloosd door afkeur van batches (er zijn ruimere foutmarges ingesteld dan in de eerste teeltjaren). De strategie van vaker watergeven heeft het bovendoor bij broezen onnodig gemaakt. De cultivar Minnesota moest als enige nog gebroesd worden (onbekend is hoeveel water totaal is gebroesd). Dit broezen is met schoon water gedaan om emissie van meststoffen te voorkomen. Het gestelde nul-emissie doel is gehaald.

4 Communicatie

Behalve het intensieve contact met de Begeleidingscommissie (BCO), is er gedurende de teelt op verschillende momenten met diverse doelgroepen over het verloop gecommuniceerd. Een overzicht van publicaties is te vinden in Bijlage 5. Verder was het project veel bezocht als onderdeel van Kas2030 tijdens de rondleidingen op evenementen zoals het Energiek Event, bezoeken van cursisten in de leergroepen potplanten van Het Nieuwe Telen, de Summer School van Wageningen University & Research en bij buitenlands bezoek.

5 Conclusies

Uit de in hoofdstuk 3 besproken resultaten en ervaringen, kunnen de volgende conclusies worden getrokken in relatie tot de gestelde doelen:

In relatie tot de emissie van CO₂ uit fossiele bronnen:

- Door de extra slag in de kasisolatie (noppenfolie tegen de gevels aan te brengen), het verlagen van de setpoints voor belichten en verwarmen, en het inzetten op maximaal warmte oogst in de zomer, is er in het teeltjaar 2022-2023 voldoende warmte geoogst in de zomer om de kas gedurende de winter volledig te kunnen verwarmen.
- Vanwege de onbalans in warmte oogst en warmtevraag, kan dit niet zonder een seizoensopslag.
- Als alle benodigde elektra duurzaam en fossielvrij kan worden opgewekt, dan is de anthuriumteelt, met een totale elektriciteitsinput van bijna 100 kWh/m² in overeenstemming met dit kas en teeltconcept, fossielvrij. Daarbij is er nog een warmteoverschot van 67 kWh/m² een equivalent van 7.6 m³/m² ontstaan.
- De behoefte aan CO₂ voor de teelt was maar 1,9 kg/m²; dit moet wel additioneel worden ingekocht.

In relatie tot de emissie van gewasgezondheidsmiddelen:

- De geïmplementeerde gewasgezondheid strategie heeft geresulteerd in minimaal middelen gebruik: er is eenmalig chemisch gecorrigeerd tegen oplopende bladluizen, die eigenlijk geïntroduceerd zijn met een ander gewas dan potanthurium.
- Bladluisbestrijders zijn gevoelig voor lage lichtintensiteiten, de verlaging van de lichtsommen (december 22) kan hebben bijgedragen aan de toename van bladluis.
- Tot deze behandeling, was er in de kas geen chemie in de kas gebruikt sinds week 41 van 2021.
- De emissie van een eenmalige behandeling is strikt genomen niet 0, maar komt dicht in de buurt.
- Er moet wel benadrukt worden dat in dit teeltjaar voor het eerst geen exotische plagen met het plantmateriaal zijn geïntroduceerd. Nieuwe plagen liggen altijd op de loer, en vormen een voortdurende risico in de teelt van tropische gewassen.

In relatie tot de emissie van water en meststoffen

- In dit teeltjaar is geen water uit de unit geloosd door afkeur van batches.
- De strategie van vaker watergeven en zo het substraat minder te laten opdrogen wat tot heterogeniteit in het vocht gehalte tussen potten leidt, heeft de behoefte aan broezen bovendoor verlaagd en daarmee de kans op uitspoeling van water tussen de tafels sterk gereduceerd.
- Bepaalde cultivar-potgrond combinaties kunnen vanwege gevoelige wortels een zekere behoefte aan bovendoor broezen behouden; door dit broezen met schoon water te doen is er geen emissie van meststoffen.

In relatie tot het teeltresultaat

- De teelt in kas2030 heeft in het teeltjaar 2022-2023 wederom tot teeltversnelling (meer bloemen en meer groei, zwaardere planten) in vergelijking met een reguliere teelt in de praktijk geleid.
- Het is mogelijk om de daglichtsommen en de streef temperaturen te verlagen in de winter zonder grote gevolgen voor de plantkwaliteit; men levert wat snelheid in maar bespaart energie.
- De kleine test met het "Groene spectrum" leverde zoals gewenst compactere planten op, en wat andere cultivar afhankelijke voordelen (betere bladkleur en een homogener gewas).
- De voordelen van dit spectrum kunnen bij sommige cultivars teniet worden gedaan door groeiachterstand, wat het gevolg kan zijn van een lagere PAR opbrengst.

6 Vervolg stappen

Op basis van deze conclusies en de discussies met de Begeleiding Commissie en de financiers, zijn een aantal vervolg stappen benoemd om te implementeren in het volgende en laatste teeltjaar 2023-2024 met dit gewas in Kas2030.

Een volgende slag maken in de kasisolatie

De isolatiegraad van de kas is geleidelijk verhoogd door meerdere lagen en een vocht-dichter scherm. Hierdoor is een aanzienlijk effect op de warmtevraag bereikt. Maar de ontvochtigingvraag blijft laag. Om verdere stappen te zetten met potanthurium zal de kas nog verder geïsoleerd moeten worden. De enige nog denkbare optie is om de kas te verdekken met glas met een lage emissie coating (low- ξ coating), om de stralingsverliezen van het kasdek te verminderen. Ervaringen met groentegewassen laten zien dat de warmtevraag tot 20% kan dalen door gebruik te maken van dit nieuw kasdek materiaal. Als bijvangst is het te verwachten dat de dek temperatuur hoger wordt waardoor en minder condensatie op het kasdek gaat optreden. Dat zou dan leiden tot meer ontvochtigingsvraag en meer latente warmteterugwinning.

Verbeteren lichtspectrum met aandacht voor elektrische efficiëntie van de lampen

Vanuit het spectrum is er voor de ondernemers een duidelijke voorkeursrichting uit de synchroon lopende spectrumproef. Een aanpassing van dit spectrum is nodig zodat het gemis aan PAR door vervanging van Rood door FR licht gecompenseerd wordt. Omdat lampen met veel FR licht en groen minder μ Molen licht geven per Watt elektrisch lijkt het wenselijk om rekening te houden met de efficiëntie van de lampen in de spectrum keuze. Ook is aandacht nodig in vervolgonderzoek voor bladvergeling/ bladvlekken, iets wat eerder een genetische reactie op het lichtspectrum lijkt dan een uiting van voedingsproblemen (zie ook 3.4).

Aanvulling beschikbare biologische bestrijders

De BCO heeft goede ervaringen met de aanvulling van de beschikbare natuurlijke vijanden met entomopathogene schimmels. Er leven wel veel vragen over de overleving van de schimmels in de potgrond. Het is wenselijk om in vervolgonderzoek hier aandacht aan te besteden.

Overige vragen die tijdens het teeltjaar zijn opgekomen, maar niet in deze demonstratie kunnen worden opgepakt (en wel aandacht verdienen in (apart) onderzoek):

- Voor de BCO is de spectrumproef die parallel aan deze demonstratie mee liep echt belangrijk; er blijven echter nog veel vragen in de sfeer van dynamisch belichten: is de ideale lamp eentje met een regelbaar spectrum? Hoeveel FR heb je nodig wanneer en hoeveel PAR? Kan je met apart te sturen FR de bloemrek en bladvlekken beïnvloeden?
- Er is behoefte aan een duidelijke richtlijn voor een lichtsom- etmaal temperatuur verhouding (RTR zie 3.2.2). Wat zijn de grenzen? Wat zijn de plantreacties en consequenties voor de teelt als ervan afgeweken wordt?
- De toegevoegde waarde van CO₂ doseren bij zulke lage licht intensiteiten en daglichtsommen; er is weinig CO₂ gedoseerd, zie ook 3.2.5, maar de vraag of zelfs dit nog nodig was wordt relevant als CO₂ extern moet worden ingekocht.
- Er is behoefte aan kennis over de gevoeligheid van rassen voor verschillende typen trips.
- De bestrijding van luis onder wintercondities met beperkt licht is moeilijk. Meer kennis is nodig over bestrijders met een grotere tolerantie op laag licht.
- Veredelaars hebben meer informatie nodig over reacties van het huidige assortiment aan deze condities; zo kunnen ze bijdragen aan de energietransitie door te adviseren over cultivars die beter passen bij emissie vrije teelten.
- Er zijn veel vragen over noodzaak van ontvochtiging, en zo ja, bij welke setpoints is het nuttig voor energiebesparing of energieoogst en voor de plant. Niet bekend is wat de bijdrage is van vocht aan de bloemsteelstrekking en dus de plantvorm en waarde ervan voor de markt.

Literatuur

Boedijn, A., den Bakker, J., Kempkes, F., Bijlaard, M., 2024. Meloen in de BEST-kas. Wageningen rapport WPR-1326.

García Victoria, N., 2022. *Rekken en strekken in de schaduw: Optimaliseren LED Spectrum bij schaduwplanten, met potanthurium als modelgewas*. Wageningen rapport WPR-1084.

García Victoria, N., 2025. Schaduwlucht voor schaduwplanten. Wageningen rapport WPR-1499 (in press).

García Victoria, N., Kempkes, F., Leman, A., van Ruijven, J., Vletter, G., & Bac-Molenaar, J., 2024. Demokas 2030; emissiearm telen: Teeltresultaten 2019-2022; Potanthurium. Wageningen rapport WPR-1366. doi.org/10.18174/676746

Geelen, P.A.M., Voogt J.O. en Van Weel, P.A., 2015. De basis principes van Het Nieuwe Telen. Boek uitgave door LTO Glaskracht Nederland. Tweede druk.

Kempkes, F., Janse, J., Raaphorst, M., Boedijn, A., & van Os, E. (2020). *Proof-of-principle Noppenfolie-kas voor de teelt van framboos: Ontwikkeling van kas- en teeltconcept voor energie-extensieve gewassen*. Wageningen Rapport WPR-1006. Wageningen Plant Research. <https://doi.org/10.18174/528801>

Straver, N.; De Kreij, C. en Verberkt, H., 1999. Bemestingsadviesbasis potplanten, PBG publicatie.

Warmenhoven, M., Garcia Victoria, N. Van Noort, F., 2012. Bladschade bij potanthurium. Rapport GTB 1186, Wageningen UR.

Bijlage 1 Licht- en spectrummetingen in kas

De figuren hieronder geven de lichtverdeling weer op de tafels in de ¼ kas waar het nieuwe test spectrum ("Groen") werd geplaatst (tafels 5,6,7 en 8). Op het moment van de meting waren alleen de nieuwe lampen aan. Uit de figuren is te zien dat er enige verstrooiing plaatsvindt naar tafel 4, waar dus vermenging van beide spectra mag worden verwacht.

Het getal onder de kolommen geeft de gemiddelde intensiteit op die tafel weer.

Totale intensiteit in micromol (PAR inclusief FR)																
		TAFEL 4			TAFEL 5			TAFEL 6			TAFEL 7			TAFEL 8		
		links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts
achter	1			161,4	165,0	166,3	172,3	176,4	174,0	173,7	170,6	169,9	174,0	155,3	168,5	150,3
	2			180,8	187,7	188,7	193,1	197,4	198,9	198,7	193,4	191,1	191,0	174,6	175,8	152,0
	3			190,2	195,5	198,7	202,7	205,4	207,0	207,3	199,4	201,0	196,0	179,9	177,8	154,3
	4			192,6	202,8	205,9	206,5	210,7	209,4	209,0	203,1	203,5	194,6	183,0	179,3	156,2
	5			204,7	206,5	208,6	208,3	211,8	211,3	209,8	204,5	203,8	196,8	183,2	182,7	155,8
	6			205,3	208,1	212,0	210,6	215,2	214,2	212,4	206,2	205,7	198,6	186,5	182,9	157,7
	7			209,4	212,4	213,3	214,7	219,2	217,9	215,8	209,8	210,7	202,1	190,8	184,0	165,8
	8			200,6	210,8	215,4	216,9	220,5	221,0	218,8	212,4	213,0	202,4	190,4	183,2	160,9
	9			201,8	207,7	203,8	213,0	218,3	218,3	216,5	211,8	210,7	202,3	189,3	177,4	157,6
	10			204,5	210,6	210,2	208,6	213,2	211,7	211,2	204,2	205,7	196,5	183,1	172,1	151,5
	11			194,3	204,6	204,6	203,9	204,7	205,0	202,5	197,1	194,6	188,8	177,5	165,9	147,2
	12			193,5	196,9	200,0	199,2	199,2	199,9	196,7	191,5	189,9	182,8	170,7	163,6	144,3
	13			197,0	188,6	195,7	195,0	195,6	197,5	194,7	190,0	189,5	181,3	170,3	162,5	138,7
	14			188,3	191,0	194,7	190,2	195,4	195,0	192,5	187,1	186,4	179,7	167,5		142,6
voor																
					201,7			207,7			199,2			172,4		
Totale intensiteit blauw (400-500nm) in micromol																
		TAFEL 4			TAFEL 5			TAFEL 6			TAFEL 7			TAFEL 8		
		links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts
achter	1			17,1	20,1	20,5	22,2	24,0	23,9	24,0	23,9	23,8	24,4	21,8	23,6	20,7
	2			19,4	22,9	24,0	25,3	27,1	27,6	27,8	27,5	27,2	27,0	24,7	24,4	20,8
	3			20,2	23,9	24,9	26,4	28,2	28,6	28,9	28,2	28,4	27,6	25,3	24,3	20,9
	4			19,9	24,4	25,5	26,4	28,2	28,3	28,6	28,3	28,3	27,1	25,4	24,5	20,9
	5			21,4	24,4	25,6	26,3	28,1	28,3	28,5	28,2	28,1	27,2	25,2	24,8	20,7
	6			21,5	24,3	25,8	26,6	28,4	28,5	28,7	28,3	28,2	27,3	25,5	24,7	20,9
	7			21,9	25,0	25,9	27,1	28,8	29,0	29,1	28,7	28,8	27,7	25,9	24,7	21,7
	8			20,4	24,7	25,8	27,3	28,9	29,3	29,3	28,9	29,0	27,5	25,7	23,5	20,6
	9			20,1	24,0	24,2	26,1	27,9	28,1	28,1	28,1	27,6	26,5	24,7	21,6	18,9
	10			20,0	22,9	23,4	23,8	25,3	25,3	25,6	25,2	25,5	24,0	22,4	18,8	16,3
	11			18,0	20,4	20,8	21,3	21,8	22,2	22,2	21,8	21,1	20,6	19,3	16,0	14,3
	12			17,2	18,4	18,9	18,8	19,4	19,6	19,2	18,7	18,5	17,7	16,7	14,7	13,0
	13			16,9	16,4	17,3	17,3	17,4	17,7	17,6	17,3	17,2	16,3	15,3	14,0	11,8
	14			15,9	16,2	16,8	16,2	16,7	16,8	16,5	16,1	16,0	15,4	14,5		11,9
voor																
					24,8			27,9			27,5			23,4		

Totale intensiteit groen (500-600nm) in micromol																	
		TAFEL 4			TAFEL 5			TAFEL 6			TAFEL 7			TAFEL 8			
		links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	
achter	1			22,2	28,6	29,6	32,6	36,2	36,3	36,5	37,0	36,8	38,0	34,2	37,0	33,1	
	2			24,9	31,9	33,9	36,4	40,1	41,1	41,9	41,8	41,5	41,5	38,3	38,7	33,5	
	3			25,4	33,7	35,2	38,1	42,4	42,8	43,7	43,2	43,6	42,7	39,6	39,0	34,1	
	4			25,1		34,5	36,7	38,3	42,5	42,9	43,9	43,9	44,0	42,5	40,2	39,2	34,2
	5			27,5		34,5	37,2	38,5	42,8	43,2	43,9	43,9	44,0	42,7	40,1	39,5	33,8
	6			27,4		33,7	36,6	38,6	42,9	43,5	43,8	43,7	43,6	42,3	40,4	38,7	33,3
	7			27,5		34,4	35,8	38,3	42,5	42,9	43,8	43,6	43,8	42,2	40,1	37,5	33,7
	8			24,7		32,9	34,7	37,8	41,4	42,4	42,6	42,9	42,8	40,5	38,6	34,4	31,1
	9			23,1		31,1	32,0	35,1	38,9	39,5	39,5	40,5	39,3	38,0	35,8	30,9	27,4
	10			22,5		28,7	30,0	30,7	34,3	34,4	35,0	34,9	36,0	32,9	31,5	25,5	22,5
	11			18,8		23,9	25,2	26,2	27,7	28,7	28,6	28,6	27,1	27,0	25,5	19,1	17,8
	12			17,1		20,0	21,5	21,2	23,0	23,4	22,6	22,3	22,1	20,9	20,5	16,0	14,7
	13			15,5		16,2	17,6	17,6	18,0	18,8	18,7	18,9	18,7	17,3	16,5	14,1	11,6
	14			13,2		14,9	16,0	14,9	16,2	16,2	15,6	15,7	15,2	14,6	14,5		11,2
voor																	
35,141,942,236,8																	
Totale intensiteit rood (600-700nm) in micromol																	
		TAFEL 4			TAFEL 5			TAFEL 6			TAFEL 7			TAFEL 8			
		links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	
achter	1			101,1	86,1	84,7	82,2	75,9	73,2	72,3	67,6	67,5	68,6	60,2	65,4	58,3	
	2			112,9	99,8	94,7	92,1	85,8	84,6	82,1	76,9	75,5	75,5	67,7	68,6	58,9	
	3			121,5	103,1	102,0	97,7	88,0	88,5	86,4	79,7	80,0	77,6	70,0	70,2	60,1	
	4			125,0		108,5	105,3	101,3	93,7	91,2	88,1	82,0	82,1	77,1	71,7	71,0	61,8
	5			130,6		112,4	107,0	103,1	94,0	92,7	89,0	83,5	82,7	79,0	72,5	73,3	62,3
	6			131,3		116,2	111,8	104,7	97,1	94,4	91,5	85,5	85,0	81,4	74,5	75,3	65,2
	7			135,3		118,5	115,1	109,3	101,9	99,2	94,4	88,8	89,1	85,1	79,3	80,0	72,5
	8			134,3		121,1	120,5	113,2	106,8	104,4	101,3	93,7	94,6	90,5	83,4	88,3	75,2
	9			140,1		123,1	116,5	117,2	111,7	110,0	107,9	100,1	102,2	97,5	90,6	91,9	82,2
	10			144,4		132,7	128,6	124,8	119,4	117,6	115,1	108,2	106,7	106,0	96,0	102,1	90,0
	11			144,3		140,2	136,8	133,0	129,6	127,0	124,5	118,8	120,7	115,1	107,7	114,5	99,4
	12			148,8		143,6	142,8	142,9	137,6	137,1	136,2	131,5	130,7	126,5	115,4	121,0	105,2
	13			156,9		146,2	149,4	148,8	148,2	147,7	145,1	139,7	139,7	135,3	126,2	125,5	108,3
	14			154,3		152,5	153,0	151,4	153,2	152,5	151,8	145,9	146,4	141,2	129,4		113,3
voor																	
104,690,781,270,3																	
Totale intensiteit verrood (700-800nm) in micromol																	
		TAFEL 4			TAFEL 5			TAFEL 6			TAFEL 7			TAFEL 8			
		links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	links	midden	rechts	
achter	1			20,9	30,2	31,4	35,3	40,3	40,5	40,9	41,9	41,7	42,9	39,0	42,4	38,1	
	2			23,5	33,1	36,0	39,2	44,4	45,6	46,9	47,1	46,9	46,9	43,8	44,0	38,7	
	3			23,0	34,7	36,6	40,4	46,6	47,0	48,3	48,2	48,9	48,0	45,0	44,3	39,2	
	4			22,5		35,3	38,2	40,3	46,2	46,9	48,3	48,8	49,1	47,8	45,6	44,5	39,3
	5			25,1		35,1	38,6	40,4	46,8	47,1	48,3	48,8	49,0	47,9	45,3	45,0	38,9
	6			25,0		33,8	37,7	40,6	46,8	47,7	48,3	48,7	48,8	47,6	46,0	44,1	38,2
	7			24,7		34,5	36,5	39,9	45,9	46,7	48,3	48,5	48,9	47,1	45,3	41,7	37,8
	8			21,1		32,0	34,3	38,4	43,4	44,8	45,4	46,7	46,5	43,8	42,5	36,8	33,9
	9			18,4		29,5	31,1	34,5	39,8	40,7	41,0	43,0	41,5	40,2	38,2	32,8	29,0
	10			17,4		26,3	28,1	29,0	34,2	34,3	35,4	35,9	37,4	33,6	33,1	25,5	22,6
	11			13,0		20,0	21,8	23,3	25,5	27,0	27,1	27,8	25,6	26,1	25,0	16,3	15,7
	12			10,4		14,7	16,7	16,2	19,1	19,7	18,7	18,9	18,5	17,6	18,1	11,8	11,4
	13			7,8		9,7	11,4	11,3	11,9	13,1	13,2	14,0	13,8	12,4	12,1	9,0	6,9
	14			4,8		7,4	8,9	7,6	9,3	9,4	8,5	9,3	8,6	8,4	9,2		6,2
voor																	
36,445,947,141,6																	

Bijlage 2 Uitzet natuurlijke vijanden

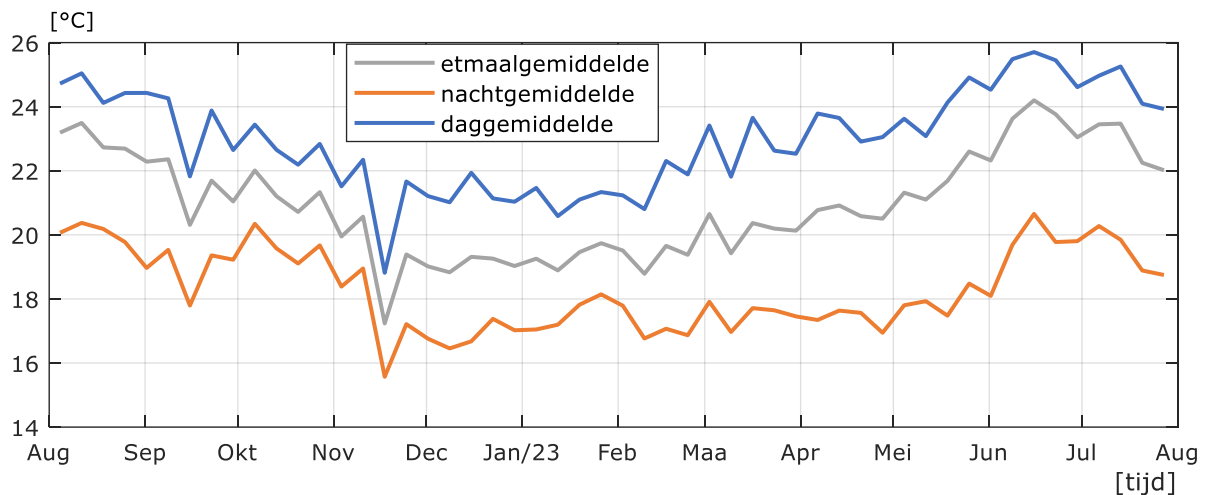
Datum	plaag	bestrijder	Hoeveelheid
1-08-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
8-08-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
15-08-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
15-08-22	Bladluis	<i>A. ervi</i>	500
15-08-22	Bladluis	<i>A. abdominalis</i>	500
15-08-22	Bladluis	<i>A. aphidimyza</i>	1000
22-08-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
29-08-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
5-09-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
5-09-22	Trips	<i>T. montdorensis</i>	200 zakjes
5-09-22	Bladluis	<i>A. ervi</i>	500
5-09-22	Bladluis	<i>A. abdominalis</i>	500
12-09-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
19-09-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
26-09-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
26-09-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
26-09-22	Bladluis	<i>A. ervi</i>	500
26-09-22	Bladluis	<i>A. abdominalis</i>	500
26-09-22	Bladluis	<i>A. aphidimyza</i>	1000
3-10-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
5-10-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
10-10-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
10-10-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
17-10-22	Bladluis	<i>A. ervi</i>	500
17-10-22	Bladluis	<i>A. abdominalis</i>	500
17-10-22	Bladluis	<i>A. aphidimyza</i>	1000
17-10-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
17-10-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
24-10-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
24-10-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
31-10-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
31-10-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
7-11-22	Bladluis	<i>A. ervi</i>	500
7-11-22	Bladluis	<i>A. abdominalis</i>	500
7-11-22	Bladluis	<i>A. aphidimyza</i>	1000
7-11-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
7-11-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
14-11-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
14-11-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
23-11-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
23-11-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
28-11-22	Bladluis	<i>A. ervi</i>	500
28-11-22	Bladluis	<i>A. abdominalis</i>	500
28-11-22	Bladluis	<i>A. aphidimyza</i>	1000
28-11-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
28-11-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
5-12-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
5-12-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
12-12-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000

Datum	plaag	bestrijder	Hoeveelheid
12-12-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
19-12-22	Bladluis	<i>A. ervi</i>	500
19-12-22	Bladluis	<i>A. abdominalis</i>	500
19-12-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
24-12-22	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
24-12-22	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
24-12-22	Trips	<i>T. montdorensis</i>	200 zakjes
2-01-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
2-01-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
11-01-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
11-01-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
16-01-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
23-01-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
25-01-23	Trips	<i>T. montdorensis</i>	200 zakjes
30-01-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
6-02-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
6-02-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
13-02-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
20-02-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
6-03-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
6-03-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
13-03-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
20-03-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
20-03-23	Trips	<i>T. montdorensis</i>	200 zakjes
27-03-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
3-03-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
3-03-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
10-4-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
17-04-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
24-04-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
24-04-23	Trips	<i>T. montdorensis</i>	200 zakjes
24-04-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
1-05-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
1-05-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
8-05-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
15-05-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
22-05-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
29-05-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
29-05-23	Trips	<i>T. montdorensis</i>	200 zakjes
29-05-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
5-06-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
12-06-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
19-06-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
26-06-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
26-06-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
3-07-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
3-07-23	Trips	<i>T. montdorensis</i>	200 zakjes
10-07-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
17-07-23	Bladluis/ trips	<i>C. carnea</i>	1000
24-07-23	Trips	<i>O. laevigatus</i>	500
7-08-23	Trips	<i>T. montdorensis</i>	200 zakjes

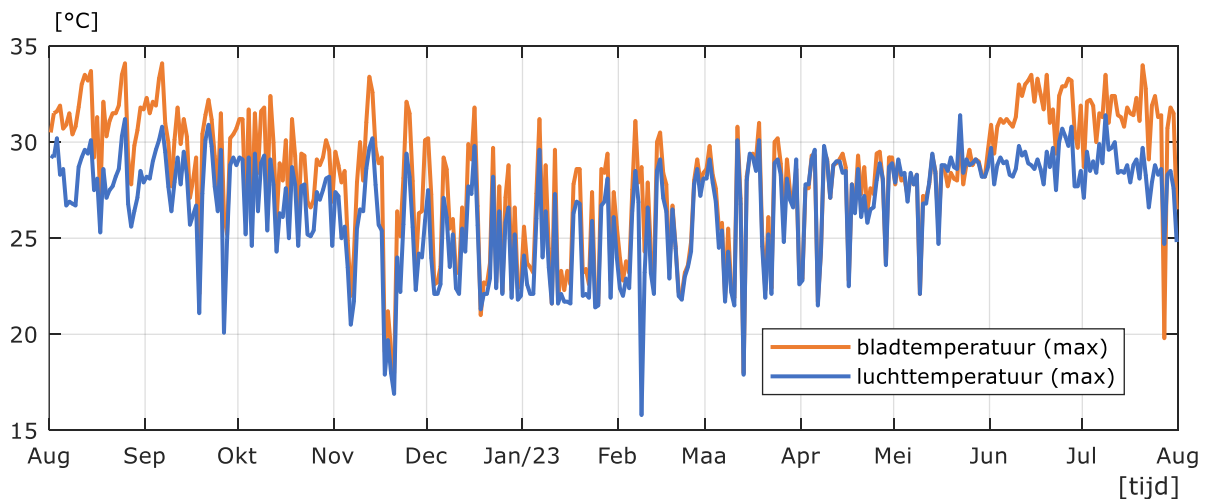
Bijlage 3 Gerealiseerde klimaat

De grafieken hieronder tonen het gerealiseerd klimaat over de looptijd van de demonstratie in deze teeltperiode van 1 augustus 2022 tot 1 augustus 2023.

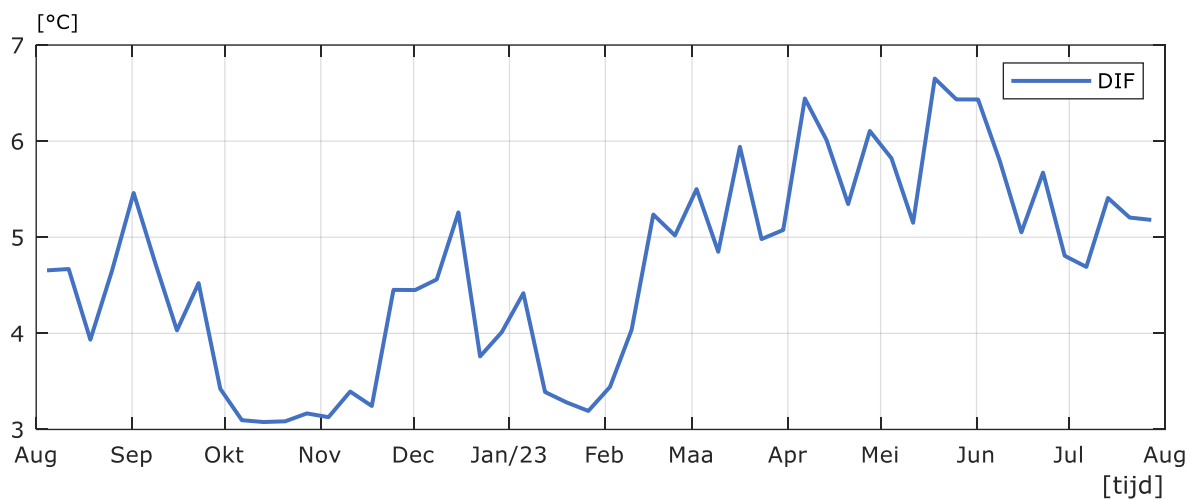
Verloop kasttemperatuur



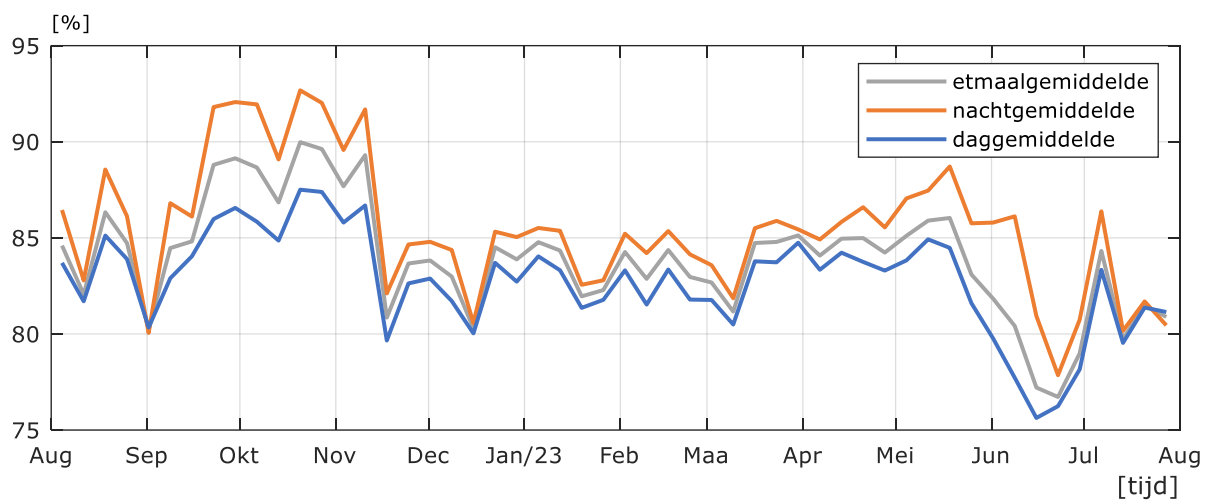
Verloop maximum kas en gewastemperatuur



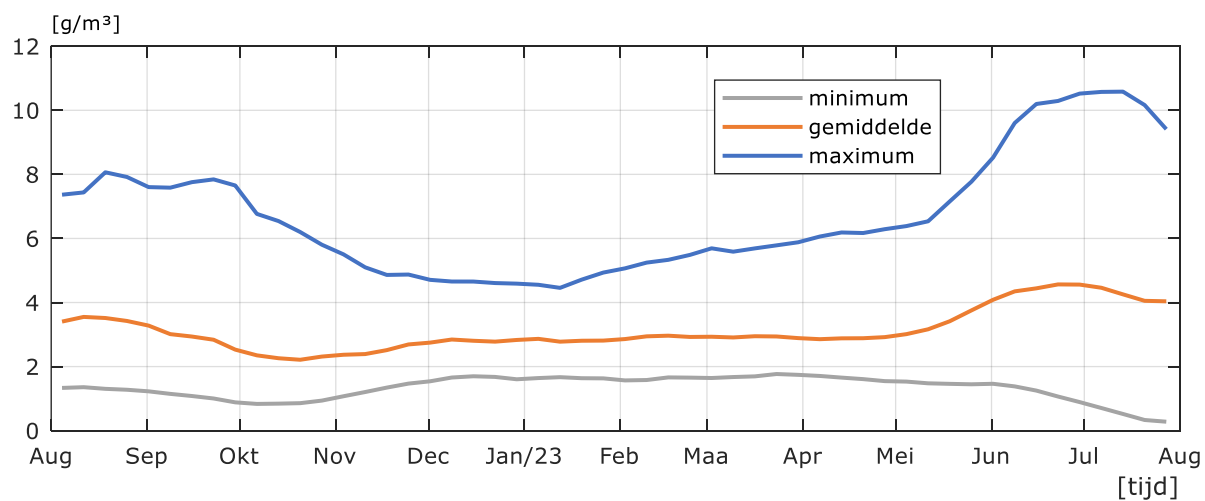
Verloop verschil Dag en nachttemperatuur (dag minus nacht)



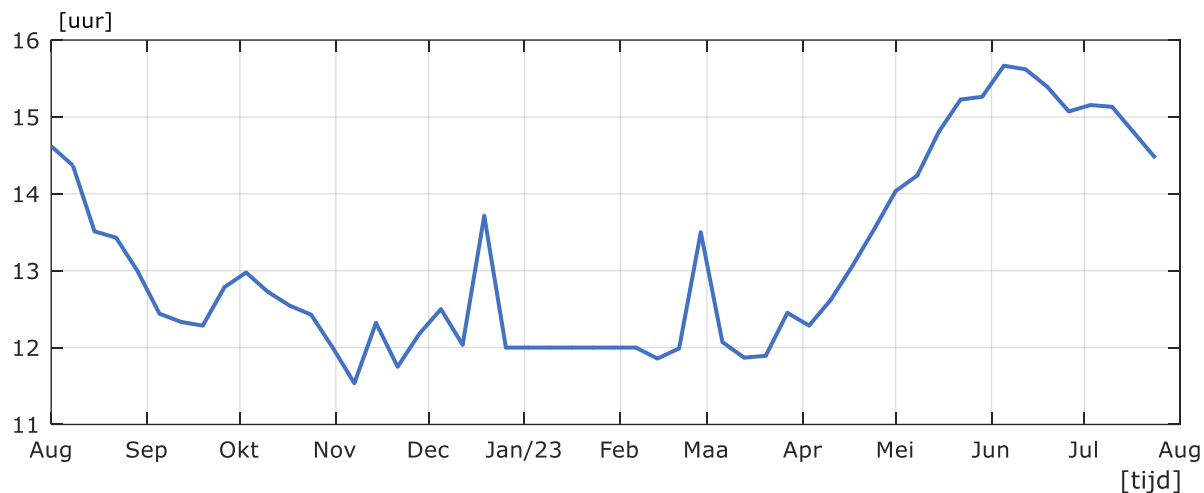
Verloop Relatieve luchtvochtigheid



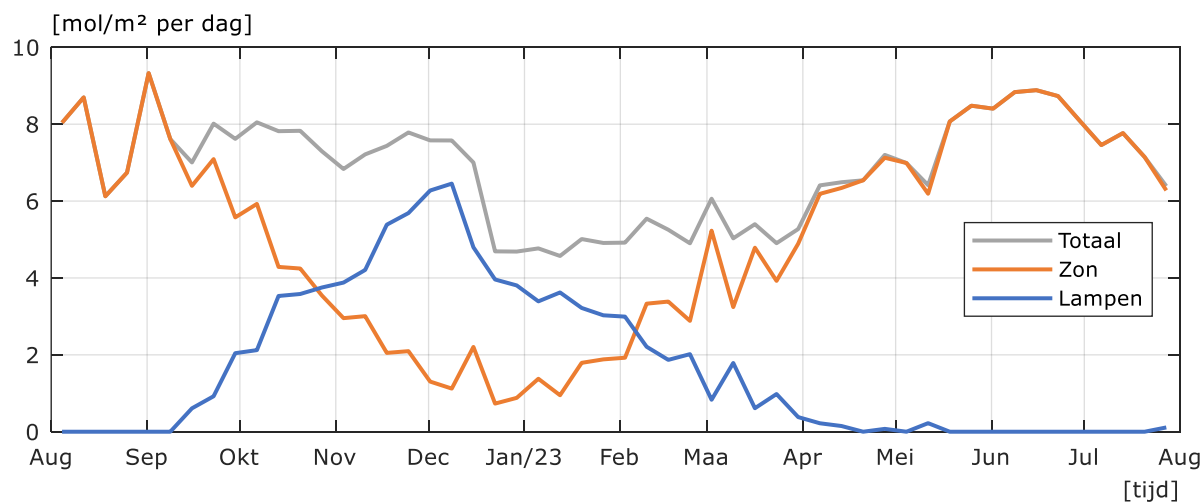
Verloop Vochtdeficiet



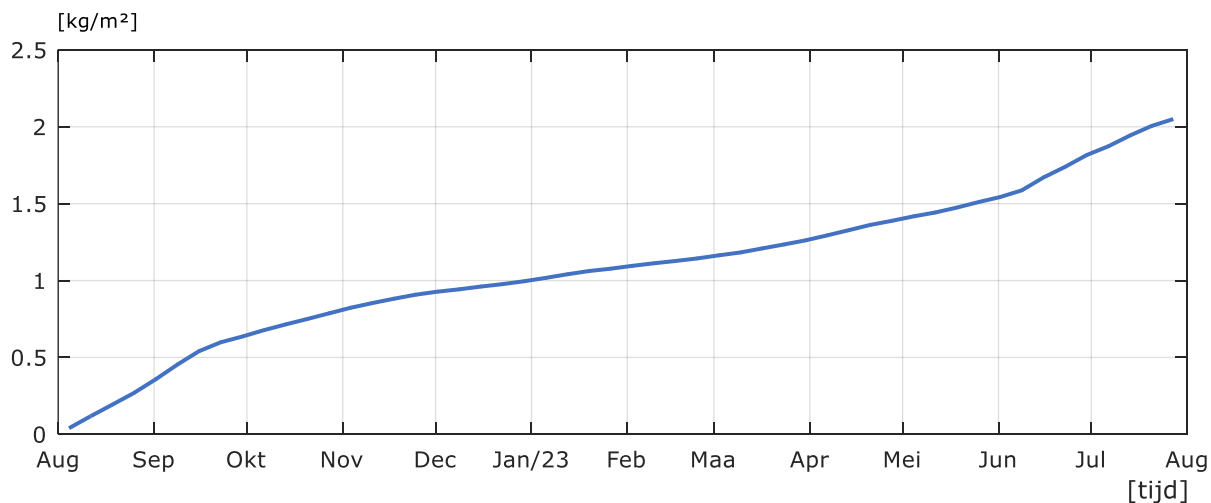
Verloop Daglengte (lampen plus natuurlijk licht)



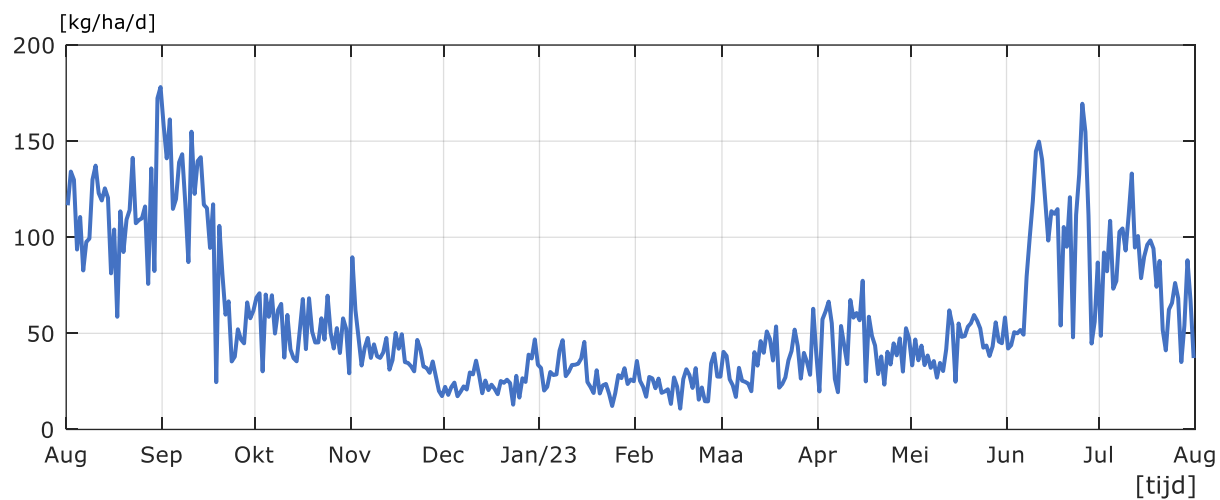
Verloop Daglichtsom (kunstlicht alleen= lampen, blauw, zonlicht alleen= zon, oranje, en de som van kunstlicht (LED) plus natuurlijk licht= totaal, grijs)



Verloop van het gedoseerde CO₂ (cumulatief van begin tot einde teeltperiode)



Dagelijks gedoseerde CO₂



Bijlage 4 Voedingsanalyses (gift / potgrond)

Analyses potgrond augustus 22

Hoofdelementen [mMol/l]														Spoorelementen [µMol/l]					
Ras/partij	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO4	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Aristo 17-2	0,6	5,6	0,1	2,1	0,2	0,8	0,3	3,3	0,1	0,4	0,1	0,31	0,04	2,6	0,4	0,6	16	0,1	0,1
Turenza 1-4	0,6	6,2	0,1	2,5	0,3	0,6	0,3	2,8	0,4	0,5	0,1	0,37	0,04	2,5	0,4	0,8	16	0,1	0,1
Aristo 12-1	0,7	5,6	0,1	2,1	0,2	1,1	0,5	3,9	0,2	0,5	0,1	0,38	0,04	3,8	0,4	0,8	21	0,1	0,1
Madural 17	0,8	6,3	0,1	3	0,2	1,1	0,4	4,4	0,1	0,5	0,1	0,48	0,05	2,2	0,4	1	23	0,1	0,1
Turenza 9-6	0,6	5,8	0,1	2,5	0,4	0,7	0,3	3	0,2	0,4	0,1	0,4	0,04	2,7	0,4	0,9	12	0,2	0,1
Pink C.	0,4	6,5	0,1	1,8	0,4	0,3	0,2	1,8	0,1	0,4	0,1	0,27	0,08	0,7	0,4	1,2	6,3	0,3	0,1
White C.12	0,8	4,9	0,1	1,6	0,3	1,7	0,6	4,3	0,1	0,7	0,1	0,44	0,07	13	0,8	1,3	24	0,1	0,1
Turenza 19-1	0,6	6,4	0,1	2,5	0,3	0,7	0,3	2,9	0,1	0,6	0,1	0,45	0,05	1,6	0,4	1,5	20	0,2	0,1

Analyses potgrond november 22

Hoofdelementen [mMol/l]														Spoorelementen [µMol/l]					
Ras/partij	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO4	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Felicita 09-11	0,5	5,6	0,1	1,1	0,2	0,6	0,4	2,1	0,1	0,3	0,1	0,25	0,02	5,7	0,4	1,4	1	0,2	0,1
Turen 09-06	0,6	6,2	0,1	2,2	0,5	0,5	0,2	2,3	0,3	0,5	0,1	0,47	0,07	2,9	0,4	2,1	9,1	0,4	0,1
Pink C.23-6	0,5	4,5	0,1	0,5	0,3	1,1	0,4	2,5	0,1	0,4	0,1	0,41	0,04	9,3	1,7	1,7	11	0,3	0,1
Madural 17	1,1	4,4	0,1	1,3	0,5	2,5	1	6,5	0,1	0,8	0,1	0,63	0,07	17	1,4	1,7	23	0,3	0,1
Aristo 03-11	0,4	6	0,1	1,1	0,3	0,3	0,2	1,4	0,3	0,2	0,1	0,19	0,04	3,7	0,4	2,6	1,2	0,4	0,1

Analyses potgrond februari 23

Hoofdelementen [mMol/l]														Spoorelementen [µMol/l]					
Ras/partij	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO4	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Minesota	0,8	5,7	0,1	2,2	0,2	1,1	0,5	4	0,3	0,5	0,1	0,53	0,03	8,1	1,4	1,1	5,8	0,2	0,1
Red C.	0,8	5,4	0,1	2,1	0,1	1,1	0,5	4	0,2	0,4	0,1	0,46	0,02	9,8	0,5	1,5	7,2	0,2	0,1
Aristo	0,2	6,7	0,1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,7	0,1	0,2	0,1	0,17	0,05	1,5	0,4	0,8	4,7	0,2	0,1
Samora	0,5	6,3	0,1	1,6	0,1	0,7	0,4	2,8	0,1	0,3	0,1	0,35	0,04	4,7	0,4	2,9	6,5	0,3	0,1
Main	0,5	5,8	0,1	0,8	0,1	1,1	0,4	2,8	0,1	0,3	0,1	0,3	0,02	4,1	0,4	0,7	7,9	0,1	0,1
Felicita	0,6	5,7	0,1	1,6	0,2	0,8	0,4	2,8	0,1	0,5	0,1	0,4	0,03	5,1	0,4	0,9	5,4	0,1	0,1
Pink C.	0,4	6,7	0,1	1,5	0,3	0,2	0,1	1,2	0,3	0,3	0,1	0,21	0,07	1,2	0,4	1,3	3,7	0,2	0,1
Monstera	0,3	5,6	0,1	0,2	0,3	0,5	0,2	0,3	0,1	0,5	0,1	0,36	0,06	20	0,4	0,8	3,9	0,2	0,1
Edison	0,7	6,3	0,1	1,9	0,2	0,9	0,5	3,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,05	4,9	0,4	3,9	6,5	0,4	0,1
Turen 09-06	0,5	6,1	0,1	1,1	0,4	0,7	0,3	1,9	0,1	0,4	0,1	0,53	0,04	5,2	0,4	1	13	0,2	0,1
Minnesota	0,8	5,7	0,1	2,2	0,2	1,1	0,5	4	0,3	0,5	0,1	0,53	0,03	8,1	1,4	1,1	5,8	0,2	0,1

Analyses potgrond april 23

Ras/partij	Hoofdelementen [mMol/l]													Spoorelementen [µMol/l]					
	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO4	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Samora-Ref	0,6	5,8	0,1	1,5	0,2	1,1	0,4	3,4	0,1	0,4	0,1	0,43	0,03	3,6	0,4	0,7	9,7	0,2	0,1
Samora-Gr	0,5	5,8	0,1	0,9	0,2	1,1	0,4	2,5	0,2	0,4	0,1	0,35	0,02	4,5	0,7	1,4	8,6	0,7	0,1
Edison-Ref	0,6	6,1	0,2	1,7	0,2	0,9	0,4	3,2	0,1	0,3	0,1	0,4	0,03	2,4	0,4	0,7	8,9	0,2	0,1
Edison-Gr.	0,5	6,3	0,1	1,3	0,2	0,8	0,3	2,5	0,1	0,3	0,1	0,36	0,03	2,1	0,5	0,6	9,1	0,2	0,1
Aristo-Ref.	0,1	6	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,17	0,08	2,6	0,4	0,5	6	0,1	0,1
Aristo Gr.	0,1	5,8	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,13	0,11	4,2	0,4	0,4	4,9	0,2	0,1
Pink C. Ref.	0,4	6,5	0,1	1,3	0,2	0,4	0,2	1,8	0,1	0,3	0,1	0,27	0,06	0,9	0,4	0,9	4,7	0,2	0,1
Pink C. Gr.	0,3	6,6	0,1	0,9	0,2	0,2	0,1	1	0,1	0,2	0,1	0,21	0,07	1	0,4	0,6	3,9	0,2	0,1
Minesota	0,2	5,8	0,1	0,5	0,3	0,3	0,1	0,5	0,2	0,3	0,1	0,27	0,03	3	0,4	1,1	4,2	0,3	0,1
Everio	0,4	6	0,3	1,4	0,2	0,5	0,2	1,9	0,2	0,3	0,1	0,32	0,02	1,8	0,5	0,6	5,4	0,2	0,5
Royal C.701	0,8	5,1	0,1	1,8	0,3	1,4	0,5	4,1	0,2	0,6	0,1	0,56	0,03	6,6	0,6	0,9	8,1	0,2	0,1
Felicita-701	0,5	5,6	0,1	0,8	0,2	1	0,4	2,5	0,1	0,4	0,1	0,33	0,04	5,4	0,4	0,7	6,8	0,4	0,1

Analyses gift (voedingsoplossing)

datum	Hoofdelementen [mMol/l]													Spoorelementen [µMol/l]					
	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO4	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
10 aug 22	2,5	5,6	0,2	8,7	0,5	5	1,5	15,4	0,5	1,8	0,1	1,62	0,11	63	11	9,7	56	1,3	2,5
10 okt 22	2,3	5,5	0,1	6,6	0,4	4,7	1,4	13,9	0,6	1,4	0,1	1,35	0,1	46	7,9	7,7	41	1,3	2,2
26 okt 22	2	5,8	0,1	5,6	0,3	4	1,3	12,2	0,7	1,2	0,1	1,07	0,09	36	4,4	6,1	37	1	1,9
17 nov 22	2,1	5,4	0,5	5,3	0,3	3,8	1,4	13,1	0,5	1,2	0,1	1,27	0,06	66	13	7,3	16	1,5	2,2
10 april 23	2,2	5,1	0,1	6,2	0,3	5,1	1,4	14,7	0,4	1,2	0,1	1,54	0,05	38	8,4	4,3	22	1	0,9

Bijlage 5 Overzicht communicatie

Powerpoints t.b.v. BCO- bijeenkomsten:

- 9 september 2022: Potanthurium in Kas2030, afstemming komende teelt
- 23 september 2022: Potanthurium in Demokas, BCO update september
- 16 december 2022: Potanthurium in Demokas, BCO update december
- 3 februari 2023: Potanthurium in Demokas, BCO update februari
- 31 maart 2023: Potanthurium in Demokas, BCO update maart
- 26 mei 2023: Potanthurium in Demokas, BCO update mei
- 21 juli 2023: Potanthurium in Demokas, BCO update juli

Presentaties bredere publiek

- García Victoria, N., Kempkes, F., 18 oktober 2022. Demokas 2030: op weg naar Emissievrij; ervaringen van de eerste drie jaar. Gewasbijeenkomst anthurium.
- Kempkes, F., 2 november 2022. Glastuinbouw naar een fossielvrije toekomst. Horticoop.
- Van Hoogdalem, Garcia Victoria, N., M., Janse, J., Kromwijk, A., Van Ruijven, J., Leman, A., De Gelder, A. en Kempkes, F. 2 maart 2023. Kas2030, emissievrije kas. Waar staan we en waar moeten we heen. Overleg met Coördinatoren KaE.
- Kempkes, F., 12 januari 2023. Glastuinbouw naar een fossielvrije toekomst. Agrifirm.
- Kempkes, F., 31 januari 2023. Glastuinbouw naar een fossielvrije toekomst. NVTL.
- Gelder, A., Garcia Victoria, N., Van Hoogdalem, M., Janse, J., Kromwijk, A., Van Ruijven, J., Leman, A. en Kempkes, F., 4 juli 2023. Kas2030, Hoe gebalanceerd is het energiebalans? Teammeeting

Web berichten en vakpers artikelen:

Kempkes, F. en García Victoria, N., 8 augustus 2023. Potanthurium in Kas2030: veel geleerd en bijna emissievrij, Web bericht Kas als Energiebron.

Bijlage 6 Resultaten teelt (plantmetingen Kas2030 vs praktijk)

Resultaten teelten in Kas 2030 (September 2022 - Augustus 2023). "Praktijk" = zelfde oppotdatum maar dan geteeld bij de teler die de planten leverde.

Plant kenmerk	Turenza				Aristo				Madural				Turenza			
	Kas2030	Praktijk	verschil	%	Kas2030	Praktijk	verschil	%	Kas2030	Praktijk	verschil	%	Kas2030	Praktijk	verschil	%
Aantal bloemen & knoppen [-]	9,0	6,9	2,1	30,4	20,5				16,6	12,7	3,9	30,4	7,7	6,1	1,6	26,2
Aantal bladeren [-]	42,3	34,8	7,5	21,6	39,9				34,8	26,5	8,3	31,2	38,3	34,6	3,7	10,7
Hoogste bloem [cm]	36,7	36,5	0,2	0,5	31,7				51,4	56,8	-5,4	-9,5	42,4	35,8	6,7	18,7
Hoogste blad [cm]	30,6	29,7	0,9	3,0	25,3				40,7	41,8	-1,1	-2,5	34,4	30,5	4,0	13,0
Plant breedte [cm]	47,5	46,8	0,6	1,4	38,8				54,9	50,9	4,0	7,9	48,0	42,4	5,7	13,3
Breedte grootste bloem [cm]	10,7	9,4	1,3	13,6	9,7				11,8	11,4	0,4	3,4	9,9	9,4	0,5	5,6
Lengte grootste bloem [cm]	10,3	8,8	1,4	16,3	9,0				11,3	10,5	0,79	7,5	9,9	8,9	0,9	10,7
Breedte grootste blad [cm]	13,4	12,8	0,6	4,9	11,6				16,2	16,2	0,0	-0,2	14,3	13,4	0,9	6,7
Lengte grootste blad [cm]	19,0	17,0	2,0	11,8	15,3				21,6	20,9	0,7	3,5	19,5	18,3	1,2	6,6
Totaal vers gewicht per plant [g]	279,3	208,6	70,8	33,9	238,5				438,0	380,0	58,0	15,3	243,9	208,5	35,4	17,0
Teelt in weken, van /// tot	36 wk van 19-01 tot 27-09				38 wk van 17-02 tot 11-11				42 wk van 22-02 tot 12-12				32 wk van 01-04 tot 14-11			
Plantkenmerk	Turenza				Pink Champion				Main (halfwas geleverd)				Samora	Pink Ch.	Minnesota	Everio
	Kas2030	Praktijk	verschil	%	Kas2030	Praktijk	verschil	%	Kas2030	Praktijk	verschil	%	Kas2030	Kas2030	Kas2030	Kas2030
Aantal bloemen & knoppen [-]	6,8	4,9	1,9	39	21,2	14,1	7,1	50,4	5,8	3,9	1,9	48,7	9,8	26,8	10,7	5,7
Aantal bladeren [-]	46,5	33,6	12,9	38	37,9	34,4	3,5	10,2	26,2	21,5	4,7	21,9	35,6			
Hoogste bloem [cm]	43,2	39,1	4,1	10	40,4	33,6	6,8	20,2	38,6	24,4	14,2	58,2	42,9	34,1	32,0	34,5
Hoogste blad [cm]	34,4	33,2	1,2	4	29,2	27,8	1,4	5,0	29,6	24,8	4,8	19,5	34,3	25,9	25,6	28,6
Plant breedte [cm]	44,2	47,3	-3,1	-7					45,0	41,4	3,6	8,7		49,9	50,2	43,3
Breedte grootste bloem [cm]	10,3	9,1	1,2	13	10,2	8,7	1,5	17,7	10,8	9,0	1,8	19,4				
Lengte grootste bloem [cm]	11,8	10,8	1,1	10	10,8	9,0	1,8	20,1	12,4	10,2	2,2	21,1				
Breedte grootste blad [cm]	13,7	13,4	0,3	2	11,1	10,0	1,1	10,8	13,3	11,2	2,2	19,3				
Lengte grootste blad [cm]	22,0	23,5	-1,5	-6	18,4	17,7	0,8	4,4	21,8	19,8	2,0	10,1				
Totaal vers gewicht per plant [g]	282,3	209,6	72,7	35	289,6	138,7	150,9	108,8	132,4	73,2	59,2	80,9	318,9	317,8	264,6	159,7
Teelt in weken, van /// tot	32 weken van 09-06 tot 17-01				30 wk van 22-06 tot 20-01				15 wk van 09-11 tot 24-02 (uit halfwas)				34, 2-12	36, 12-1	35, 18-1	35, 23-3

De onderstaande figuren tonen de aanblik van de planten geteeld in Kas 2030 (September 2022 - Augustus 2023). "Praktijk" = zelfde oppotdatum maar dan geteeld bij de teler die de planten leverde. Foto's gemaakt op het moment van het vergelijken (als de planten in kas2030 klaar werden beschouwd voor de verkoop).



Turenza uit 19-01; l. praktijk, r. kas2030



Turenza uit 9-06, l. Kas2030, r. praktijk



Main uit 9-11, l. Kas2030, r. praktijk



Pink Ch. uit 22-06, l. praktijk, r. Kas2030



Aristo, uit 12-01, rechts praktijk, links Kas2030

Bijlage 7 Resultaten teelt (plantmetingen), 2 spectra Kas2030

Resultaten teelten in Kas 2030 (September 2022 - Augustus 2023) onder invloed van het gebruikte lichtspectrum. "Rood" en "Groen". (Zie Hoofdstuk 2.1.2)

Plant kenmerk	Aristo, eind meting				Main, eindmeting				Edison, eindmeting				Samora, eind meting			
	Rood	Groen	verschil	%	Rood	Groen	verschil	%	Rood	Groen	verschil	%	Rood	Groen	verschil	%
Aantal bloemen & knoppen [-]	15,8	15,0	0,8	5	5,8	5,0	0,8	14	9,8	12,8	-3	-31	9,8	16,9	-7,1	-73%
Aantal bladeren [-]					26,2	24,5	1,7	6	28,6	32,6	-4	-14	35,6	47,2	-11,6	-33%
Hoogste bloem [cm]	35,0	30,0	5,0	14	38,6	33,6	5,0	13	37,4	35,9	1,5	4	42,9	39,9	3,0	7%
Hoogste blad [cm]	27,9	23,6	4,3	15	29,6	28,1	1,6	5	30,3	29,8	0,5	2	34,3	30,8	3,5	10%
Plant breedte [cm]	43,1	41,1	2,0	5	45,0	43,9	1,1	2								
Breedte grootste bloem [cm]					10,8	10,7	0,1	0								
Lengte grootste bloem [cm]					12,4	12,2	0,2	2								
Breedte grootste blad [cm]					13,3	13,0	0,3	2								
Lengte grootste blad [cm]					21,8	22,0	-0,3	-1								
Totaal vers gewicht per plant [g]	234,0	176,1	57,9	25	132,4	125,4	6,9	5	239,8	294,3	-54,6	-23	318,9	417,2	-98,3	-31%
van /// tot	3-11-22 tot 6-7-23				9-11 tot 24-02, vervroegd opgehaald				02-12 tot 03-08, te groot opgehaald				02-12 tot 03-08, te groot opgehaald			
Plantkenmerk	Pink Ch.12-01 tussenmeting 6-3				Minnesota 24-01 tussenmeting 9-6				Turenza 9-06, eindmeting							
	Rood	Groen	verschil	%	Rood	Groen	verschil	%	Rood	Groen	verschil	%				
Aantal bloemen & knoppen [-]	4,6	4,1	0,5	11	5,2	5,6	-0,4	-8	6,8	6,9	-0,1	-1				
Aantal bladeren [-]	18,5	19,9	-1,4	-8	24,0	29,3	-5,3	-22	46,5	42,9	3,6	8				
Hoogste bloem [cm]	20,1	14,2	5,9	29	23,3	23,0	0,3	1	43,2	35,3	7,8	22				
Hoogste blad [cm]	18,6	13,8	4,8	26	20,1	21,1	-1,0	-5	34,4	28,4	6,0	21				
Plant breedte [cm]	28,0	27,3	0,7	3	42,2	38,8	3,4	8	44,2	42,7	1,5	4				
Breedte grootste bloem [cm]	4,8	4,5	0,3	6	9,0	9,8	-0,8	-9	10,3	9,5	0,8	8				
Lengte grootste bloem [cm]	4,4	8,9	-4,4	-100	8,4	9,1	-0,7	-8	11,8	11,1	0,7	6				
Breedte grootste blad [cm]	7,7	7,1	0,7	9	11,5	12,1	-0,6	-5	13,7	12,3	1,4	12				
Lengte grootste blad [cm]	16,1	11,3	4,8	30	18,2	18,2	0,0	0	22,0	20,1	1,9	9				
Totaal vers gewicht per plant [g]					89,4	101,4	-12,0	-13	282,3	221,7	60,6	27				
van /// tot	12-01 tot 6-3, tussenmeting				24-01 tot 9-6, tussenmeting				9-06-22 tot 24-01-23							

De onderstaande figuren tonen de aanblik van de planten geteeld in Kas 2030 (September 2022 - Augustus 2023) voor beide spectra naast elkaar.

Ref. spectrum of "rood" = 85% R, 5% B, 10% G en 1% FR

Test spectrum of "Groen" = 40% R, 14% B, 22% G en 24%FR



Turenza uit 9-06, links Rood, rechts Groen



Main uit 11-11, links Groen, rechts Rood



Main, detail scheutopbouw, l. Groen, r. Rood.



Aristo uit 3-11, tussenm. 24-2, l. Rood, r. Groen



Edison uit 2-12, tussenm. 17-02, l. Groen, r. Rood



Samora uit 2-12, tussenm. 17-02, l. Groen, r. Rood.

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



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

Rapport WPR-1457



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
