



Proof-of-principle Noppenfolie-kas voor de teelt van framboos

Ontwikkeling van kas- en teeltconcept voor energie-extensieve gewassen

Frank Kempkes, Jan Janse, Marcel Raaphorst, Alexander Boedijn en Erik van Os

Rapport WPR-1006

Referaat

In 2018 is met een consortium een kas ontwikkeld voor gewassen met een lagere energiebehoefte om met minder energie (klimaatneutraal) te telen en de productie te verbeteren. Er is gekozen voor een noppenfoliedek op een kas met doorlopende nokluchting met scherm en goten met containers om drainwater te kunnen hergebruiken. Framboos is gekozen als pilot voor een groep gewassen die in de toekomst in een kas geteeld kunnen gaan worden. Het klimaat is geregeld volgens de principes van het Nieuwe Telen. De BEST kas (Berry Energy Saving Technology) heeft in het eerste jaar (2019) aan de doelstellingen voldaan. Er was een laag energieverbruik ($5.7 \text{ m}^3/\text{m}^2$ t.o.v. een verwachte $5 - 8 \text{ m}^3/\text{m}^2$), een hoge productie ($7.1 \text{ kg}/\text{m}^2$ t.o.v. een verwachte $6 \text{ kg}/\text{m}^2$) en een goede teelt in potten op goten om hergebruik van voedingsoplossing mogelijk te maken. Er zijn twee teelten uitgevoerd met het ras Diamond Jubilee. De noppenfolie kas had een goed uniform klimaat waarin een goede kwaliteit (hoog suikergehalte, goede houdbaarheid) framboos is geteeld. De plantdichtheid varieerde van $1.8 \text{ canes}/\text{m}^2$ tot $2.2 \text{ canes}/\text{m}^2$ maar dient verder geoptimaliseerd te worden. De economische analyse laat zien dat een noppenfoliekas een lagere investering heeft als een glazen kas maar dat vooral het binnenklimaat (lagere maximum temperaturen in de zomer) beter is, er is meer ventilatiecapaciteit.

Abstract

In 2018 a new greenhouse for low energy demand crops was developed and constructed. It consisted of an air bubble film cover on a greenhouse with continuous roof ventilation and included a screen. Goal is to reduce the energy consumption and to improve production. Raspberry was chosen as pilot crop for a group of crops which might be grown in a greenhouse in future. In 2019 two cultivations took place with raspberry cultivar Diamond Jubilee. The first year goals were achieved, there was a low energy use ($5.7 \text{ m}^3/\text{m}^2$ compared to an expected $5 - 8 \text{ m}^3/\text{m}^2$), a high production ($7.1 \text{ kg}/\text{m}^2$ compared to an expected $6 \text{ kg}/\text{m}^2$) and a good cultivation in containers. Plant density has to be optimized and varied between 1.8 and $2.2 \text{ canes}/\text{m}^2$. Economically the greenhouse is cheaper as glass but especially the high ventilation capacity offers a high potential.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1006

Projectnummer: 374 224 0800

DOI nummer: 10.18174/528801

Thema: Klimaat en energie



Dit project is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen via het programma Kas als Energiebron en de consortiumpartners: Rovero, RkW-Hyplast, Berryworld, Ludvig Svensson, Metazet-Formflex, PDI, Modiform en Genson.

Disclaimer

© 2020 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.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, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Aanleiding	7
	1.2 Doel	7
	1.3 Aanpak	8
2	Ontwerp en bouw van de kas	9
	2.1 Karakteristieken van de kas	9
	2.2 Karakteristiek van het gewas	11
3	Resultaten eerste teelt	13
	3.1 Klimaat in de kas en energieverbruik	13
	3.2 Vergelijking met praktijkbedrijf	15
	3.3 Teeltresultaten	20
4	Resultaten tweede teelt	23
	4.1 Klimaat in de kas en energieverbruik	24
	4.2 Teeltresultaten	29
	4.3 Water en nutriënten	32
5	Economische evaluatie	33
6	Discussie	37
7	Conclusies	39
	Literatuur	41
	Bijlage 1 Recept, gift en drain monsters	43

Samenvatting

Buitengewassen worden meer en meer onder beschermende omstandigheden gekweekt om oogst en kwaliteit te verzekeren. De ontwikkeling in kassen vindt met name plaats in kassen voor veel energie vragende teelten. In 2018 is gezamenlijk met de consortium partners een kas ontwikkeld voor gewassen met een lagere energiebehoefte om met minder energie (klimaatneutraal) te telen en een hogere productie te realiseren. Framboos is als pilot gewas gekozen, andere gewassen zijn echter ook mogelijk. Er is gekozen voor een noppenfoliefilm op een kas met doorlopende nokluchting van twee kappen van 7.5 m breed en 26 m lang. Er is een energiescherm aangebracht en het teeltsysteem bestond uit vierkante 7.5 L containers die op een hangende teeltgoten werden geplaatst. Het klimaat is geregeld volgens de principes van het Nieuwe Telen.

De BEST kas (Berry Energy Saving Technology) heeft in het eerste jaar aan de doelstellingen voldaan. Er was een laag energieverbruik ($5.7 \text{ m}^3/\text{m}^2$ t.o.v. een verwachte $5\text{-}8 \text{ m}^3/\text{m}^2$), een hoge productie ($7.1 \text{ kg}/\text{m}^2$ t.o.v. een verwachte $6 \text{ kg}/\text{m}^2$) en goede teelt in potten op goten dat recirculatie van het drainwater mogelijk maakt. Er zijn twee teelten uitgevoerd met het ras Diamond Jubilee, de eerste teelt van 8 januari 2019, met bloei vanaf eind februari en de eerste oogst op 11 april en een doorloop tot het einde op 17 juni. De tweede teelt is geplant op 5 juli met een eerste oogst op 28 augustus en een doorloop tot 31 oktober 2019.

De noppenfolie kas had een goed uniform klimaat waarin een goede kwaliteit (hoog suikergehalte, goede houdbaarheid) framboos is geteeld. De plantdichtheid (van $1.8 \text{ canes}/\text{m}^2$ in de eerste teelt naar 2.02 en $2.22 \text{ canes}/\text{m}^2$ in de tweede teelt) was nog niet optimaal en dient verder geoptimaliseerd te worden.

De economische analyse laat zien dat een noppenfoliekas economisch een lagere investering heeft als een glazen kas maar dat vooral het binnenklimaat (lagere maximum temperaturen in de zomer) beter is, er is meer ventilatiecapaciteit. Een enkel foliekas is vergelijkbaar met de noppenfoliekas maar wat gevoeliger voor een hogere energieprijs. Als de IR transmissie verder omlaag kan worden gebracht zal de concurrentiepositie van de noppenfoliekas verder verbeteren.

Dit 'proof of principle' project, een publiek private samenwerking (pps) van de Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen, is tot stand gekomen door Rovero Systems, RKW-HYPlast, Peter Dekker Installaties, Ludvig Svensson, Metazet Formflex, Modiform, Genson Soft Fruit Plants, Berryworld Europe, het programma Kas als Energiebron en het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Er is een duidelijke trend gaande dat buitengewassen zoals sla, aardbeien, rabarber, prei, kleinfruit (bramen, kruisbessen, rode bessen, frambozen, blauwe bessen) en kersen verplaatst worden naar een beschermde teeltomgeving. Daarnaast worden deze gewassen meer en meer op substraat geteeld (bijv. in potten op stellingen). Hierdoor kan het seizoen vervroegd en verlengd worden en kunnen emissies van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen worden teruggebracht. Tevens kan het klimaat beter worden gestuurd en een effectievere biologische bestrijding worden toegepast.

Energie-extensieve gewassen zoals perkplanten, zomerbloemen, rabarber, radijs, sla etc. worden al vaak onder eenvoudig beschermde teeltcondities geteeld. Het gaat hierbij om een breed assortiment kleine gewassen met een laag energieverbruik, kleine investeringsruimte en veelal geteeld in oudere opstanden met beperkte energiebesparingspotentie. De opstanden zijn vaak verouderde glazen kassen of folie multi-tunnels. De toepassing van dubbellaags opblaasbaar folie komt slechts sporadisch voor in Nederland, wel in andere landen. Het ontwikkelen van een nieuw isolerend kasconcept voor buiten- en energie-extensieve teelten kan deze gewassen helpen een intensiveringsslag te maken met een beperkte financiële input. Hierdoor kan een hogere opbrengst, een langer teeltseizoen in Nederland, een betere en constantere kwaliteit worden bereikt en emissies van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen worden teruggebracht. Klimaatverandering en regelgeving versterken de noodzaak voor beschermde teeltcondities. Uitgangspunt voor het nieuwe kasconcept is een hoog isolerende maar goed lichtdoorlatende en mechanisch sterke noppenfolie welke gebruikt wordt als kasomhulling. Om de isolatie van de kas verder te verhogen wordt gebruik gemaakt van een hoog isolerend schermmateriaal volgens de uitgangspunten die eerder zijn vastgelegd door Hemming *et al.* (2017). Om de emissie te beperken wordt gebruik gemaakt van de teelt in containers op teeltgoten. Als demonstratieteelt wordt uitgegaan van kleinfruit (frambozen) welke een groeiend areaal in Nederland en wereldwijd vertoont en waar seizoensvervroeging en -verlating belangrijk is. Bijzondere aandacht wordt besteed aan realiseren van een zo koel mogelijk zomerklimaat. Het nieuwe kas- en teeltconcept moet geschikt zijn het voor grootschalige toepassing en is als proof-of-principle gerealiseerd en beproefd in het IDC Energie in Bleiswijk. Het gaat hier om een nieuw kasconcept geschikt voor energie-extensieve teelten in Nederland en andere vergelijkbare klimaten/landen. In de kas zijn hoogwaardige teelten van kleinfruit (bijv. frambozen) gedemonstreerd met een emissiearm teeltsysteem.

Het areaal kleinfruitteelt in Nederland is in 2016 ruim 1700 ha, opgedeeld in blauwe bessen, rode bessen, frambozen, bramen, zwarte bessen (CBS, 2017). Daarnaast wordt er nog 1344 ha aardbeien geteeld. Het areaal kleinfruit neemt in de buitenteelten nog toe, het buiten aardbeien areaal neemt af. In 2015 werd er 336 ha aardbeien onder glas geteeld, in 2019 was dit opgelopen naar 395 ha. Klein fruit onder glas is in 2017 voor het eerst in de CBS statistiek opgenomen. Frambozen zijn in 2019 32 ha, bramen 29 en overig kleinfruit 39 ha (CBS, 2019). Kleinfruit is rijk aan inhoudsstoffen, het levert daarmee een bijdrage aan **gezonde voeding** voor de consument.

1.2 Doel

Ontwikkeling, realisatie en beproeving van een nieuw kasproductiesysteem voor energie-extensieve gewassen (Proof-of-principle Noppenfolie-kas) met:

- Energieverbruik van 5-8 m³/m² door gebruik van isolerend noppenfolie en energiebesparend scherm.
- Emissiebeperking door te telen in containers op goten wat recirculatie van water en nutriënten mogelijk maakt.
- Productie van ca. 6 kg/m² frambozen per jaar door seizoensverlenging moet volgens de praktijk mogelijk zijn.

Energiedoelstellingen: 50% besparing op energieverbruik bij onbelichte extensieve teelten (referentie tuinbouwpraktijk, kassen met enkel glas). Toepassing isolerend noppenfolie (U-waarde 3.3) en een nieuw energiebesparend scherm. De principes van Het Nieuwe Telen zijn in overleg met consortiumpartijen zo veel mogelijk toegepast bij de teelt van frambozen.

Teeltdoelstellingen: Minimaal praktijkconforme productie van frambozen in kassen. Productieverhoging: ca. 3-4x hoger dan buitenteelt.

Nevelendoelstellingen: Het waarborgen van een koel zomerklimaat door een goed ventilerend kasdek voor hoge productie en kwaliteit in de zomermaanden. Daarnaast kunnen in het nieuwe kasconcept betere arbeidsomstandigheden worden gecreëerd voor arbeiders, door hogere temperaturen in de wintermaanden, door diffuus licht en goede ventilatie in de zomer en door een schone en veilige werkomgeving.

1.3 Aanpak

Het onderzoek is uitgevoerd binnen diverse werkpakketten:

- Ontwerpen en ontwikkelen van het totale concept van "De Noppenfolie-kas" en alle details. In deze fase is intensief gediscussieerd met alle consortiumpartners over het nieuwe kas- en teeltsysteem en de diverse deelelementen. De fase is ondersteund door modelberekeningen van WUR met behulp van het klimaat- en energiemodel KASPRO, het raytracingmodel RAYPRO en gewasmodellen. Er heeft technische ontwikkeling van een aantal detailinnovaties plaatsgevonden door leden van het consortium. De leden brachten praktische kennis in op het gebied van techniek en gewas/teelt. Metingen aan deelelementen (bijv. folie, schermen) hebben plaatsgevonden.
- Het bouwen van een proof-of-principle kas van ca. 500 m² in het IDC Energie in Bleiswijk. Dit is gerealiseerd in 2018 en in 2019 is gestart met de eerste teelt.
- Energie- en teeltkundig onderzoek in de Proof-of-principle Noppenfolie-kas, metingen van de lichttransmissie en kas-, energie- en gewasperformance.
- Onderzoek naar de economische haalbaarheid en toekomstige business cases.

Het ontwerp en de bouw hebben in 2018 plaatsgevonden, het gewasonderzoek vanaf januari 2019 t/m november 2019, het economisch onderzoek in de tweede helft van 2019.

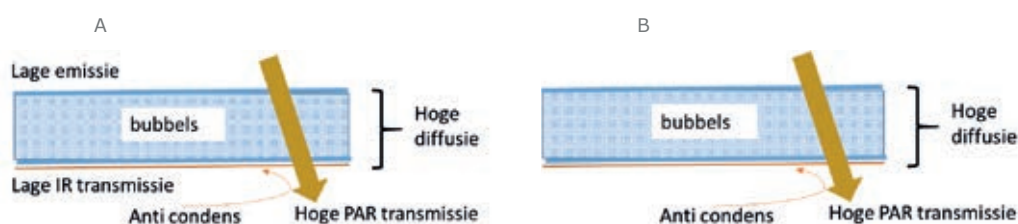
Dit 'proof of principle' project, een publiek private samenwerking (pps) van de Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen, is tot stand gekomen door Rovero Systems, RKW-HYPlast, Peter Dekker Installaties, Ludvig Svensson, Metazet Formflex, Modiform, Genson Soft Fruit Plants, Berryworld Europe, het programma Kas als Energiebron en het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit.

2 Ontwerp en bouw van de kas

2.1 Karakteristieken van de kas

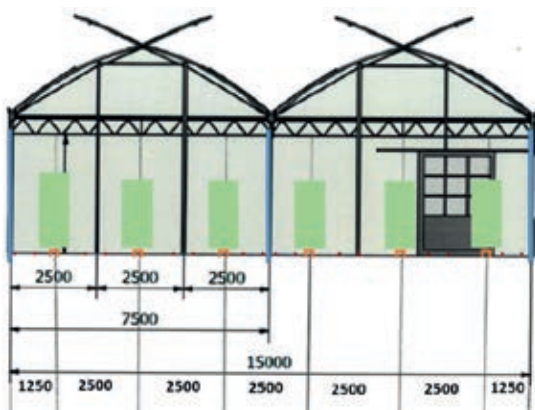
Aan de hand van discussies met leveranciers en telers en de in hoofdstuk 1 geformuleerde doelstellingen is gekozen voor een kastype met de onderstaande kenmerken.

- Kasdek materiaal (Polydress® LP Keder RKW Hyplast): een "noppenfolie", 2 m breed. Voor de doelstellingen van het project zou de optimale configuratie van het materiaal als in Figuur 1A weergegeven zijn. De lage IR transmissie was gedurende de looptijd van het project technisch niet haalbaar, daarom is uiteindelijk de samenstelling als in Figuur 1B gebruikt met de volgende twee belangrijke aanvullingen:
 - Zwavelresistentie in folie is niet nodig want een frambozengewas kan niet tegen zwavel.
 - Anti-fog laag is gewenst om afdruipt op gewas te voorkomen.



Figuur 1 Structuur van het materiaal in de ideale situatie voor maximale isolatie (A) en zoals toegepast (B).

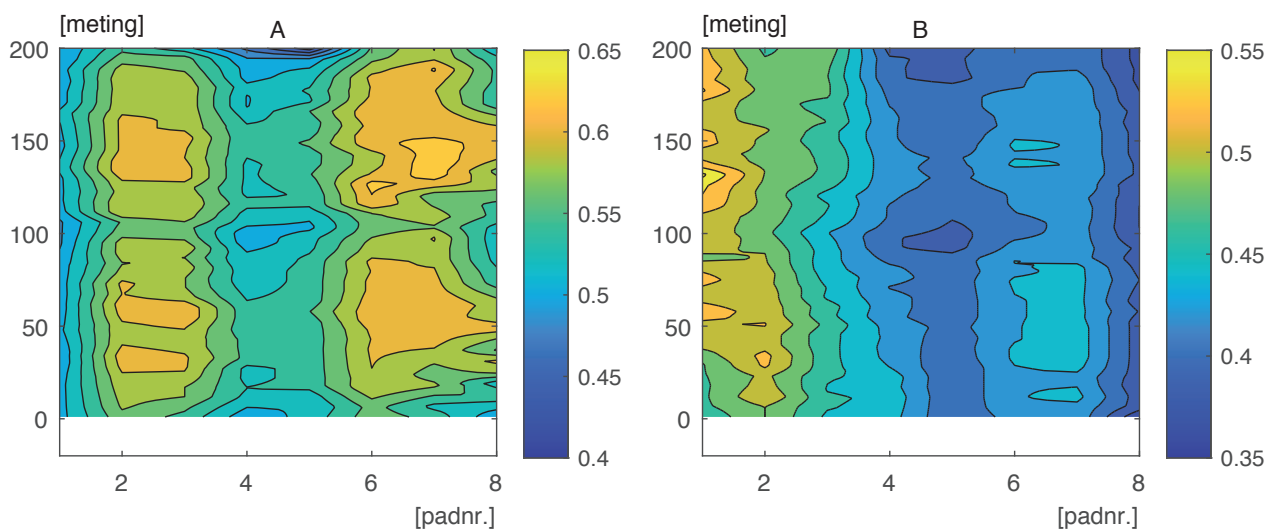
- Lichtdoorlatendheid:
 - De noppenfolie heeft een hemisferische transmissie van 67.5% ($\pm 0.5\%$), een hortiscatter van 38% ($\pm 5\%$), en een UV transmissie van 28% ($\pm 0.2\%$).
 - Kasconstructie (Rovero):
 - Een doorlopende nokluchting en zijgevel openingen voor maximale ventilatie voor optimaal zomerklimaat.
 - Aangepast aan kasdek materiaal (materiaal is 2 m breed).
- De kas bestaat uit 2 kappen van 7.5 meter met een diepte van 26 meter (Figuur 2). Om de 4 meter is een tralieligger geplaatst, in de zijgevel om de 2 m een staander om de folie te ondersteunen. Er is een doorlopende nokluchting met een raambreedte van 2 m. De ruimte onder het raam tot aan de goot is ook 2 m. Dit alles om optimaal in te spelen op de beschikbare breedtes van het materiaal. In de zijgevel zit een gevelventilatie. Dit is geen oprolmechanisme, dit kan niet in verband met de dikte van de noppenfolie, maar de folie wordt opgevouwen. De opening is maximaal ca. 1.7 m. Het deel onder en boven het beweegbare deel is evenals de kopgevels voorzien van kanaalplaat (Figuur 2). De goothoogte is 5 m en de nokhoogte 7 m.
- Scherminstallatie (Peter Dekker Installaties)
 - Schermmaterialen (Ludvig Svensson):
 - Scherm is een HARMONY 2047 FR doek met een hemisferische schaduwwerking van rond de 32%.
 - Water emissie en teeltsysteem:
 - Teeltgoten (Formflex) type AGF 210/120:
 - In eerste teelt 6 rijen (padbreedtes van 2.50 m), in tweede teelt zijn 7 rijen gerealiseerd met padbreedtes in het linker en rechter kasgedeelte van respectievelijk 2.16 en 2 m.
 - Geen rij tegen gevel in verband met ruimte om te kunnen oogsten.
 - Teeltgoten hangen aan de tralie.
 - Containers (Modiform)
 - Zwart en geen wit
 - 7.5 L inhoud, vierkant, met poortje tegen worteluitgroei en ca. 20% van het bodemoppervlak zijn draingaten.
 - Hiermee is een totaal beteelbaar oppervlak ontstaan van ca. 330 m².



Figuur 2 Ontwerp (links) en realisatie (rechts) van de noppenfoliekas (afmetingen in mm). Groene blokken zijn de teeltrijen.

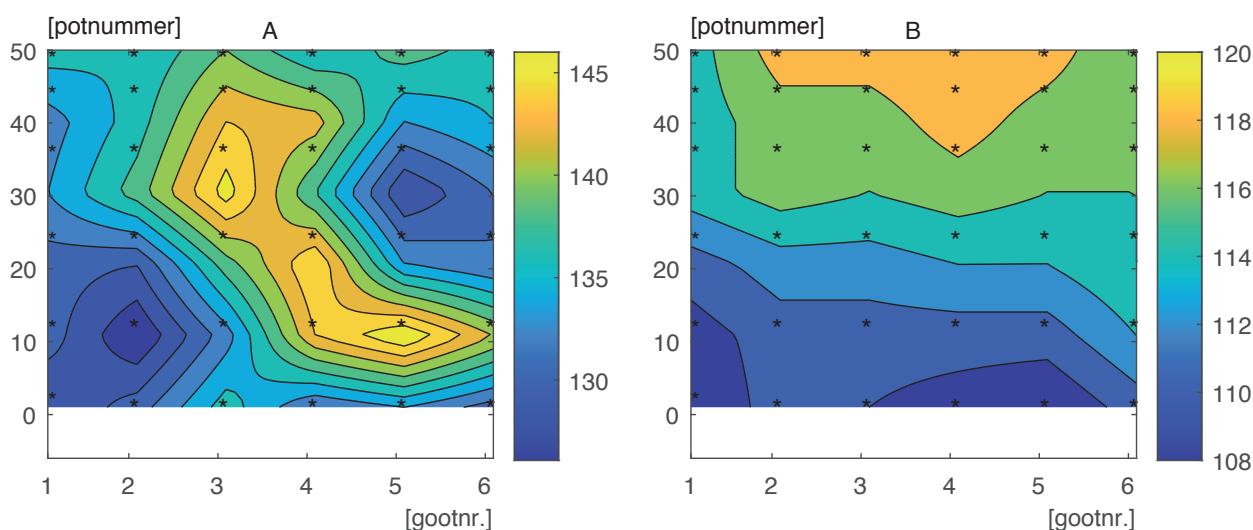
De kas is in de tweede helft van 2018 gebouwd en de eerste teelt is gestart in de eerste week van januari 2019. In overleg met het consortium heeft de kas de naam BEST Greenhouse gekregen: Berry Energy Saving Technology.

Na de bouw is de transmissie van de kas gemeten en is de kas ingeregeld om onder andere aan de hand van de horizontale temperatuurverdeling te bepalen of de onafhankelijke gevelverwarming goed functioneert. In onderstaande figuren is de lichtdoorlatendheid, Figuur 3, en temperatuur met een dicht en geopend scherm, Figuur 4, weergegeven. De overall transmissie van de kas met geopend scherm doek is 59%. De lagere transmissie van pad 4 is het gevolg van de daar aanwezige staanders en goot. De reductie in transmissie door het gesloten scherm is net iets minder dan op basis van de schermeigenschappen verwacht zou worden maar daalt tot 44%.



Figuur 3 Lichtdoorlatendheid van de kas op 23 januari 2019 met het scherm open (links, 59%) en dicht (rechts, 44%).

De temperatuurverdeling in de kas is van belang voor een gelijkmatig klimaat voor alle planten maar is in deze kleine kassen ook van belang om te controleren of de gevelverliezen goed worden gecompenseerd. De gevelverwarming wordt volledig onafhankelijk van het gewenste kasklimaat gestuurd op basis van het temperatuurverschil binnen in de kas en buiten. Hierdoor wordt het mogelijk het energiegebruik, gemeten in het horizontale deel van de kas, in dit geval alleen de buisrailverwarming, op te schalen naar een grote kas van enkele ha. De temperatuurverdeling is bepaald door de pottemperaturen te meten. Door de massa van de potgrond is de meting een gemiddelde temperatuur van een wat langere periode en geeft daarmee een goede weergave van de werkelijkheid. De meetlocaties zijn in Figuur 4 weergegeven door de '*'. Op 21 januari 2019 is om 10:15 de temperatuurverdeling bij geopend scherm gemeten. De buistemperatuur was 45°C, de kaslucht en buitentemperatuur waren respectievelijk 18 en 1°C. Het was windstil en zonnig weer. De gemeten pottemperaturen zijn beduidend lager dan de kasluchttemperatuur wat nog eens aangeeft dat de pottemperatuur achterloopt op de kasluchttemperatuur maar wel een goede weergave geven van de langere termijn omstandigheden op die plek in de kas. De linker Figuur laat drie dingen zien: a) temperatuurverschillen zitten binnen 1.8°C, b) de linker hoek, pad 1-3 en potten 1 t/m 20 vormen een "koude hoek" en c) de gevel neigt naar een iets te lage temperatuur (in midden van de kas warmer dan langs de gevel). Daarop zijn enkele aanpassingen in de gevelverwarming gedaan door aan de zijgevels een extra buis open te zetten. Op 28 januari 2019 8:00 is de meting herhaald. De buistemperatuur was 38°C, de kaslucht en buitentemperatuur waren respectievelijk 14 en 4°C maar nu was het scherm gesloten. Het was windstil en licht bewolkt weer. De temperatuurverschillen zijn afgenomen en zijn in het teeltveld rond de 1°C wat acceptabel is. De toegangsdeur creëert een koude plek en de aan- en afvoerleidingen van de buisrail maken de achtergevel net iets warmer. In de huidige configuratie en sturing van de gevelverwarming zijn deze verschillen niet verder te verkleinen.



Figuur 4 Temperatuurverdeling (0.1°C) van de kas op 21 januari 2019 met scherm open (links) en op 29 januari 2019 met het scherm dicht (rechts).

2.2 Karakteristiek van het gewas

Het frambozenras Diamond Jubilee (afkomstig van BerryWorld) is op 8 januari 2019 geplant. De planten werden aangeleverd met 2 long canes in een 2 L pot (een cane is een houtige stengel met wortelkluit). De long canes hadden een stengel met een lengte van ca. 1.60 m (Figuur 5). De potten van 7.5 L stonden op 45 cm (4.5 canes/m¹ = 2.25 potten/m¹) resulterend in 1.8 canes/m² bij een padbreedte van 2.50 m. Op elke pot stonden 2 druppelaars. Het substraat was een mengsel van veen (70%) en kokosvezel (30%).



Figuur 5 *Blik in de kas, 2 long canes per pot; januari 2019.*

Waarnemingen

Gedurende de teelt werd het volgende gemeten/vastgelegd:

- Aantal lateralen ofwel zijscheuten;
- Aantal vruchten, totaal vruchtgewicht en gemiddeld vruchtgewicht;
- Kwaliteit: klasse 1 en 2 en refractie.

Verder werd er een wekelijks overzicht gemaakt van het klimaat in de kas (binnen/buiten temperatuur, RV, vochtdeficiet, CO₂, PAR licht, schermuren, watergift) en de productiegegevens.

3 Resultaten eerste teelt

Nadat er op 8 januari is geplant verschenen de eerste bloemen eind februari en was de eerste oogst op 11 april. De laatste oogst vond plaats op 17 juni. Eind februari zijn zowel hommels als zweefvliegen voor de bestuiving ingezet. Vanaf 25 maart zijn één of 2 bijenkasten in de kas geplaatst, Figuur 6. Gedurende de teeltperiode is het gerealiseerde klimaat in de kas vastgelegd en vergeleken met het voorspelde klimaat en is het energiegebruik bepaald. Teeltkundige variabelen zijn vergeleken met een praktijkbedrijf die de teelt, weliswaar met een ander ras, op vergelijkbare wijze heeft uitgevoerd.



Figuur 6 In de 2^e helft van februari zijn er kasten met bijen in de kas geplaatst voor de bestuiving.

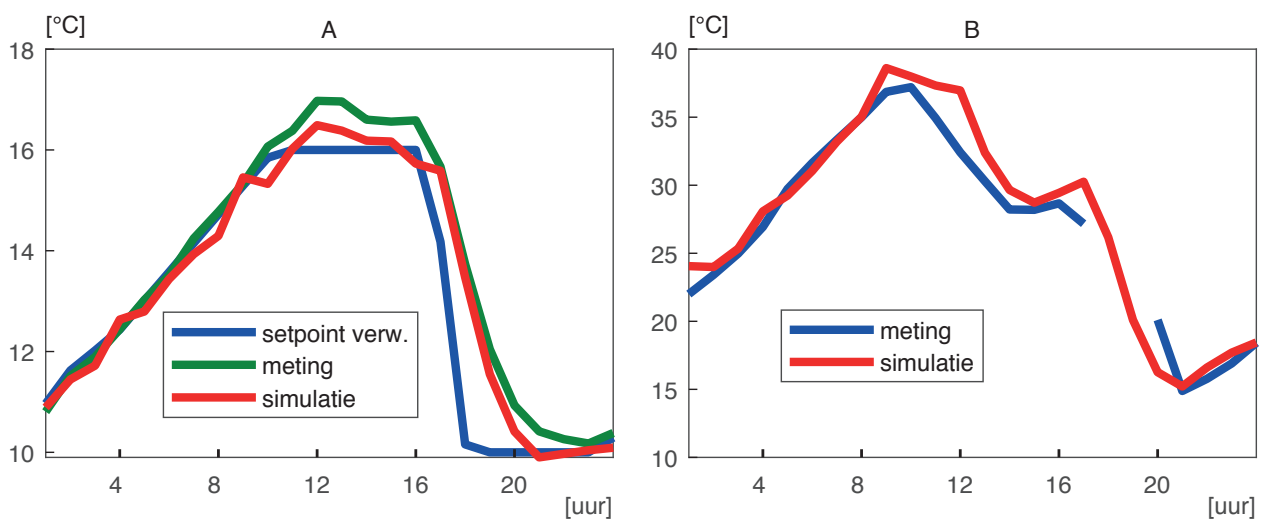
3.1 Klimaat in de kas en energieverbruik

Na een voortvarende start is er 7 maart 2019 stormschade aan het kasdek ontstaan. Er ontstond een groot gat dat het klimaat in en het energiegebruik van de kas sterk beïnvloedde, Figuur 7. In de ontwerpfase was rekening gehouden met een materiaal breedte van 2 m. Bij de montage bleek dit rond de 1.98 m te zijn waardoor de inklemming in het klemprofiel niet optimaal was. Omdat het gedurende enkele weken bijzonder windrijk weer was kon het dek niet per omgaande en pas op 26 maart hersteld worden. Hierop zijn twee maatregelen genomen om temperaturen zoveel als mogelijk te handhaven. Het energiescherm is altijd gesloten gehouden tenzij de windsnelheid boven de 10 m/s kwam. Om het scherm tegen teveel beschadiging te beschermen is het bij hogere windsnelheden geopend. Daarnaast is de maximum buistemperatuur op 60°C gezet. Om deze problemen in het vervolg te voorkomen is tijdens de teeltwisseling het gehele dek vervangen door materiaal van ruim 2 m. breed waardoor juiste inklemming wel gegarandeerd is.



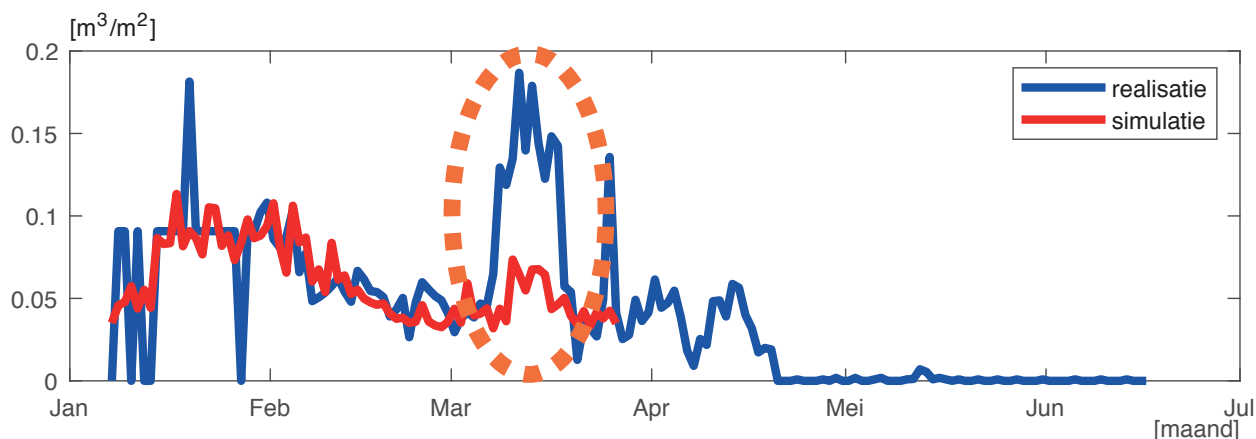
Figuur 7 Beeld van de schade aan het kasdek. Foto is van 20 maart. Door de vele wind is de beschadiging groter geworden.

De gevolgen zijn uiteraard in het energieverbruik terug te zien. Om een goed vergelijk met de praktijk te kunnen maken is hiervoor gecorrigeerd. Daarvoor is met het kas simulatieprogramma KASPRO het klimaat en energiegebruik van voor de beschadiging gebruikt om het model te kalibreren. Vervolgens is voor het gewenste klimaat in de periode dat het kasdek kapot was met het model berekend wat het klimaat en energiegebruik geweest zou zijn. In Figuur 8A is het gemeten en gesimuleerde klimaat van voor de kasdekbeschadiging en in Figuur 8B de buistemperaturen gegeven.



Figuur 8 Luchttemperatuur in de kas: setpoint voor verwarming vergeleken met de gerealiseerde kastemperatuur en de gesimuleerde waarden (A) en de gerealiseerde en gesimuleerde, gemiddelde buistemperatuur per uur weergegeven (B). Beiden als cyclisch gemiddelde voor de week van 22 t/m 29 januari 2019.

Het blijkt dat de gesimuleerde waarden praktisch gelijk zijn aan de gerealiseerde waarden. De gesimuleerde waarden en de gerealiseerde buistemperatuur komen ook goed overeen. Tussen 17 en 19 uur ontbreken de waarnemingen omdat de klimaatcomputer als er geen warmtevraag is een buistemperatuur van 0 geeft (circulatiepomp uit). Met het "gefitte" model is het energiegebruik berekend. Het gerealiseerde energieverbruik (58.9 kWh/m²) is modelmatig gecorrigeerd naar 50.4 kWh/m², volgens de rode lijn, hetgeen overeenkomt met 5.7 m³ gas per m² kas, Figuur 9. Het opvallende energiegebruik in de maand januari is het gevolg van een instelling van de warmtemeter waardoor het oplossend vermogen te beperkt was. De meting functioneerde goed. Dit is in februari aangepast waardoor een meer vloeiende lijn is ontstaan.



Figuur 9 Energieverbruik gedurende de teelt.

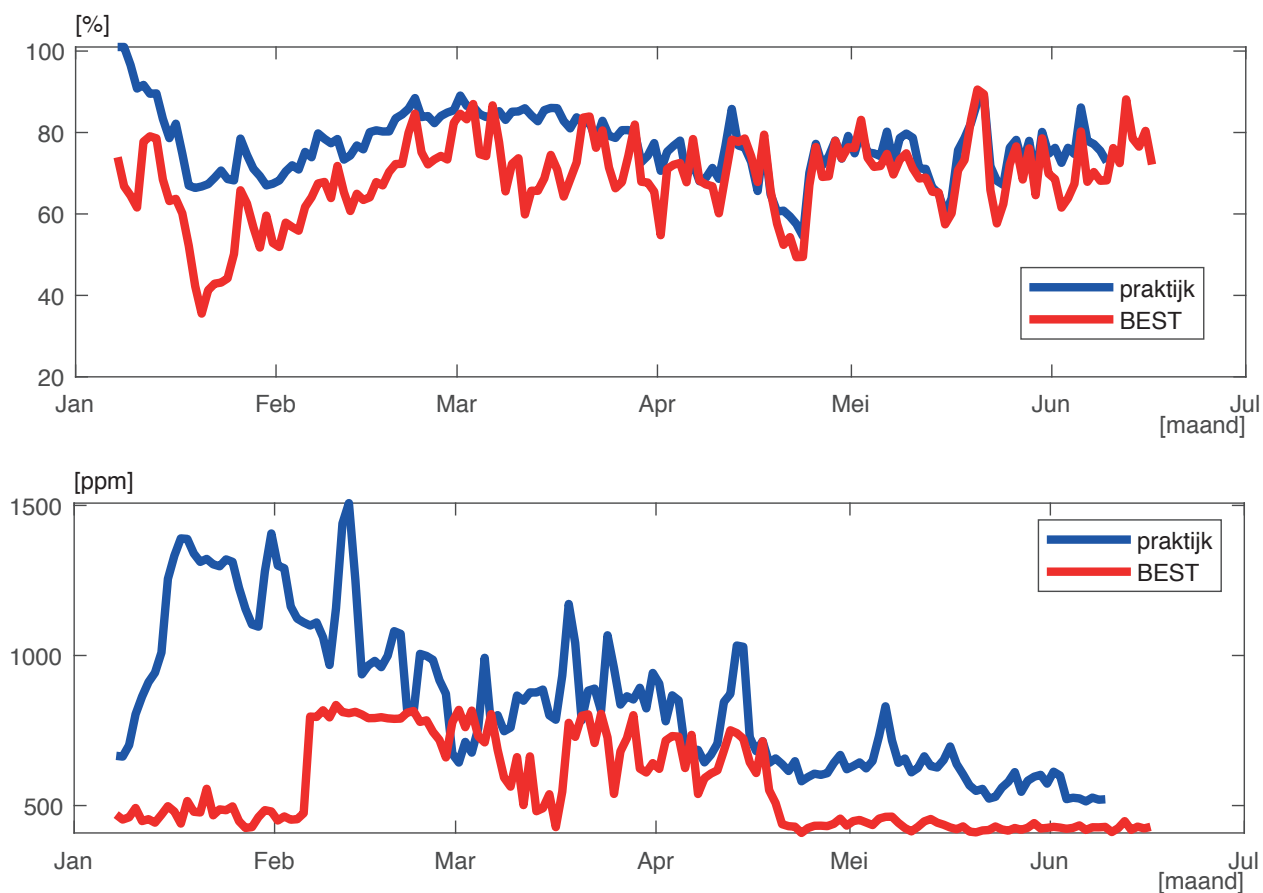
3.2 Vergelijking met praktijkbedrijf

De teelt in de BEST kas is vergeleken met een frambozenteelt op een praktijkbedrijf. Dit bedrijf betreft een glazen kas in midden Brabant en teelt in vrijwel exact dezelfde periode. In Figuur 10 zijn de setpoints voor verwarming (boven) en de gerealiseerde temperaturen in de kas (onder) weergegeven in de BEST kas en op het praktijkbedrijf. De setpoints voor verwarming waren nagenoeg gelijk. Bij de gerealiseerde kastemperatuur is duidelijk te zien dat de BEST kas een dip had in maart ten gevolge van de problemen met het kasdek, zie omcirkelde deel.



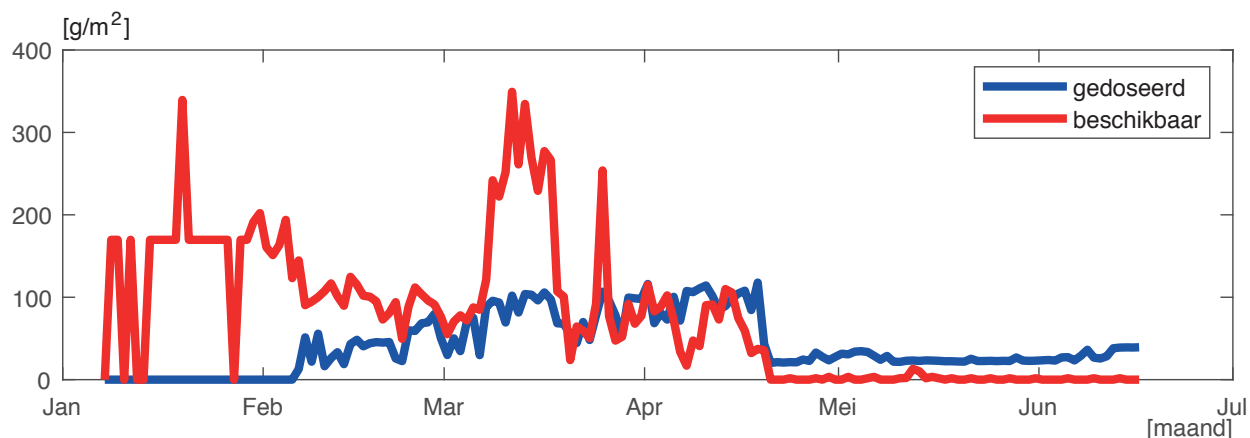
Figuur 10 Setpoint kasttemperatuur (boven) en de gerealiseerde kasttemperatuur (onder) in BEST kas en op een praktijkbedrijf.

In Figuur 11 is een overzicht gemaakt van de relatieve vochtigheid (RV, boven) en het gerealiseerde CO₂ niveau gedurende de licht periode (onder). De verschillen in RV zijn klein maar met name zichtbaar in het voorjaar. De lek van de BEST kas is hoger dan van de glazen kas en het beteelde oppervlak in relatie tot het kasomhullingsoppervlak is in de BEST kas veel lager dan op het praktijkbedrijf. Hierdoor zal er meer vocht afgevoerd worden dan bij het praktijkbedrijf waardoor het vochniveau lager uitkomt. In januari is met behulp van CO₂ in een lege kas de lekventilatie van de kas bepaald. De lekventilatie in de BEST kas blijkt bij geopend scherm 3-4 keer zo groot te zijn als in een "standaard" Venlo kas en bij gesloten scherm 2-3 keer zo groot. Dit wordt vooral veroorzaakt door de prototype bouw van de kas waardoor er geen speciale op maat gemaakt afdichtingen zijn gemaakt. Ook de zijgevel ventilatieopeningen zijn moeilijk lekdicht te maken. Vanaf medio maart wordt er zoveel geventileerd dat deze verschillen wegvallen. Er is duidelijk gekozen voor een verschillende CO₂ doseerstrategie. Op het praktijkbedrijf is ketel CO₂ en zuivere CO₂ beschikbaar. Dat is zeker in de periode teeltstart tot maart de oorzaak dat het praktijkbedrijf dergelijke hoge niveaus hanteert, er is voldoende rookgas CO₂ beschikbaar om deze hoge niveaus te handhaven. In het tweede deel van de teelt wordt de inzet van zuivere CO₂ steeds belangrijker.



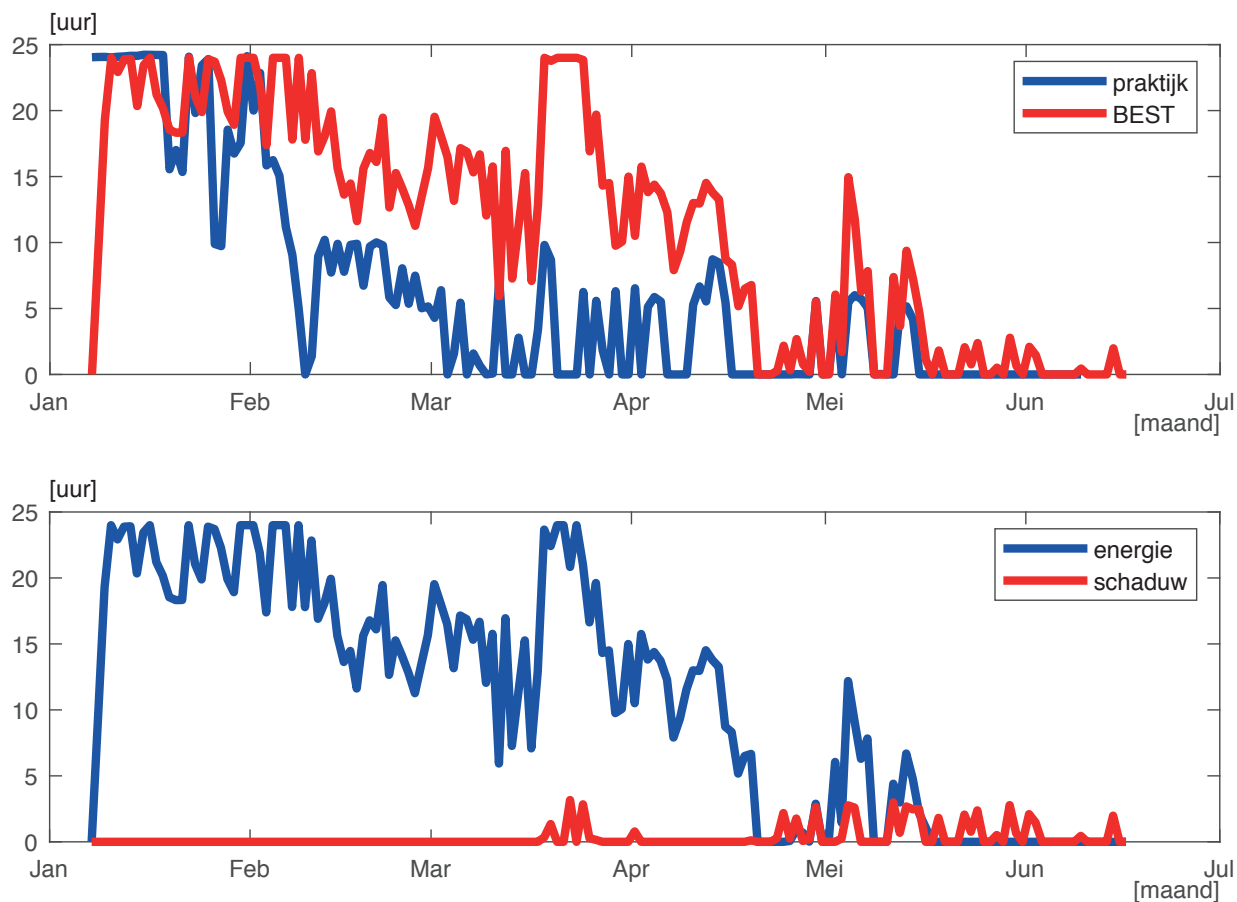
Figuur 11 Gerealiseerde luchtvochtigheid (RV, boven) en CO₂-niveau (onder) in BEST kas en op een praktijkbedrijf.

In de BEST kas is alleen zuivere CO₂ ter beschikking. In de doseerstrategie is rekening gehouden met de verliezen ten gevolge van de vele ventilatie. De doseersnelheid was tot medio april 100 kg/ha.uur. Vanaf half april is deze doseerstrategie aangepast naar 25 kg/ha.uur met een verlaging van 20% van de capaciteit als de ramen meer dan 30% geopend waren. Met deze strategie is gedurende deze teelt er in totaal 6.7 kg/m² gedoseerd. Als de warmte die in de teelt gebruikt is met een ketel geproduceerd was waarvan de rookgassen als CO₂ gedoseerd waren, dan was er 2.5 kg/m² zuiver CO₂ gedoseerd. In Figuur 12 is dit weergegeven.



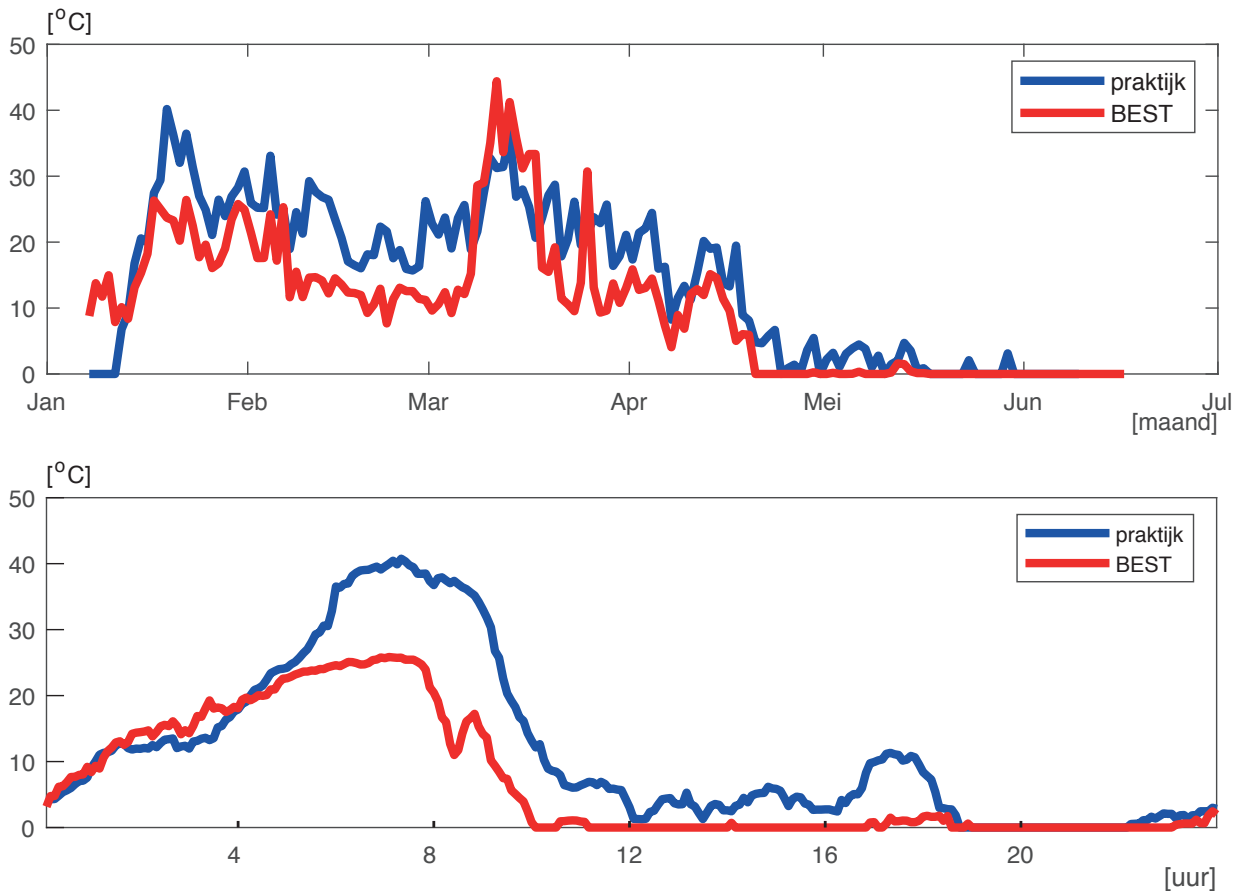
Figuur 12 Het door de voor verwarming vanuit de ketel beschikbare CO₂ en de gedoseerde CO₂ in de BEST kas.

De manier van telen heeft daar een grote invloed op het energiegebruik. In de BEST kas is zoveel mogelijk via de principes van Het Nieuwe Telen (HNT) gewerkt. Dat betekent o.a. veel schermen en geen inzet van minimumbuizen anders dan op een te hoog vochniveau. Dit vindt zijn weerslag in het schermgebruik zoals in Figuur 13 is weergegeven. Er zijn veel meer schermuren gemaakt in de BEST kas. De grote piek medio maart in de BEST kas is uiteraard het gevolg van de problemen met het kasdek in die periode. Het scherm is soms ook ingezet om wat licht weg te schermen. Deze uitsplitsing is ook in Figuur 13 weergegeven (onder).



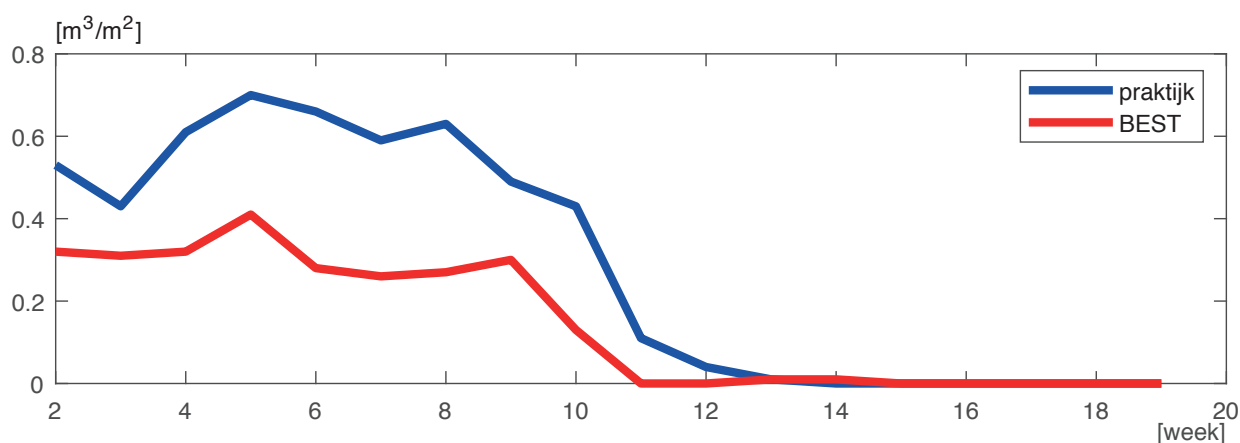
Figuur 13 Schermgebruik in uren per dag in BEST kas en op een praktijkbedrijf (boven) en gebruik voor energie en schaduw doeleinden in BEST kas (onder).

In Figuur 14 (boven) is de gerealiseerde buistemperatuur weergegeven. De configuratie van buizen is op het praktijkbedrijf wat anders, dit verklaart voor een deel de verschillen. In de BEST-kas liggen 17% meer buizen, dus het verwarmend oppervlak (VO) is hoger. De Figuur is niet gecorrigeerd voor de periode met de problemen in het kasdek, de reden dat in maart de BEST kas hoger uitkomt. Het verschil in stookgedrag komt in Figuur 14 (onder) beter tot uiting waar de cyclisch gemiddelde buistemperatuur van de maand april voor de BEST kas en het praktijkbedrijf zijn weergegeven. Het praktijk bedrijf stookt veel krachtiger op naar de dagtemperatuur, ook in combinatie met wat ontvochtiging overdag op enkele dagen.



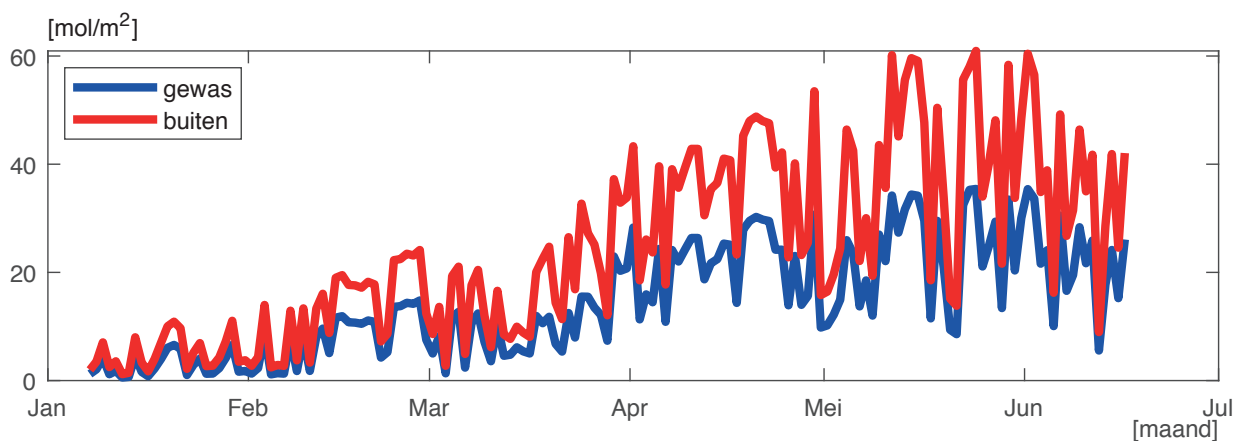
Figuur 14 Gemiddelde buistemperatuur per dag in BEST kas en op een praktijkbedrijf (boven) en het cyclische gemiddelde van de temperatuur in de maand april (onder).

De verschillen in sturing van het klimaat, onder andere minimumbuis en schermgebruik resulteren ook in een verschil in energiegebruik. Het energiegebruik van de BEST kas is met $5.7 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 37% lager dan van het praktijkbedrijf ($9.1 \text{ m}^3/\text{m}^2$). In Figuur 15 zijn de wekelijkse energiegebruiken ten behoeve van de warmtevoorziening getoond.



Figuur 15 Energiegebruik per week van de BEST kas en het praktijkbedrijf.

Licht is een belangrijke groeifactor waarbij schermgebruik een grote invloed heeft op de lichtsom. In Figuur 15 is de dagelijkse PAR lichtsom buiten en op het gewas getoond. De totale lichtsom op het gewas in deze teelt bedroeg 2342 mol/m². Van het praktijkbedrijf waren onvoldoende gegevens beschikbaar om daarmee direct te kunnen vergelijken.



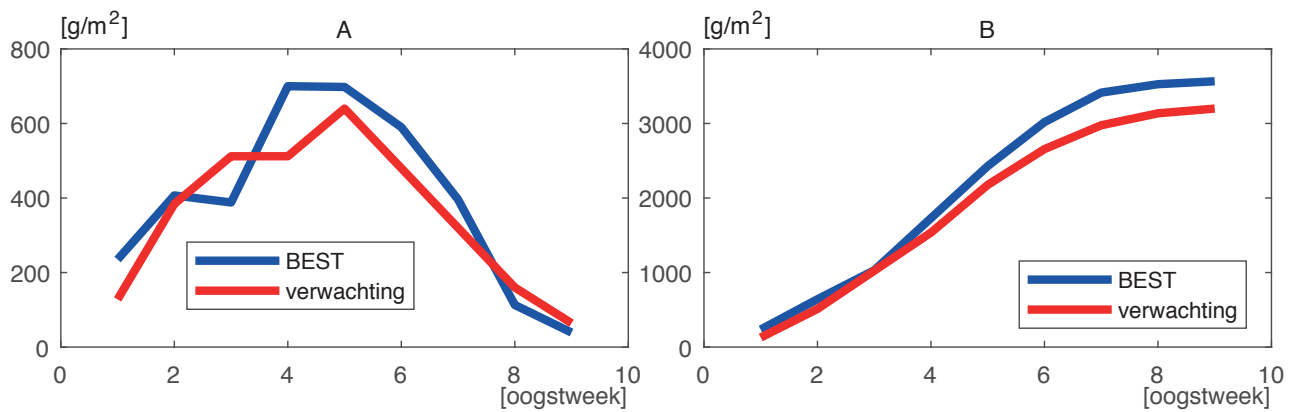
Figuur 16 Dagelijkse PAR lichtsom buiten en op het gewas.

3.3 Teeltresultaten

Tussen 11 april en 17 juni zijn frambozen geoogst afkomstig van 2 meetvelden (Figuur 17). In Figuur 18 is een overzicht van de productie gegeven. De totale productie (klasse 1) bedroeg 3.57 kg/m², terwijl vooraf 3.2 was ingeschat op basis van praktijkinformatie. In klasse 2 is nog 0.42 kg/m² geoogst. In Klasse 2 vallen vruchten die te klein zijn, dubbele vruchten, overrijpe en uit elkaar gevallen vruchten, ook wel crumble fruits genaamd.

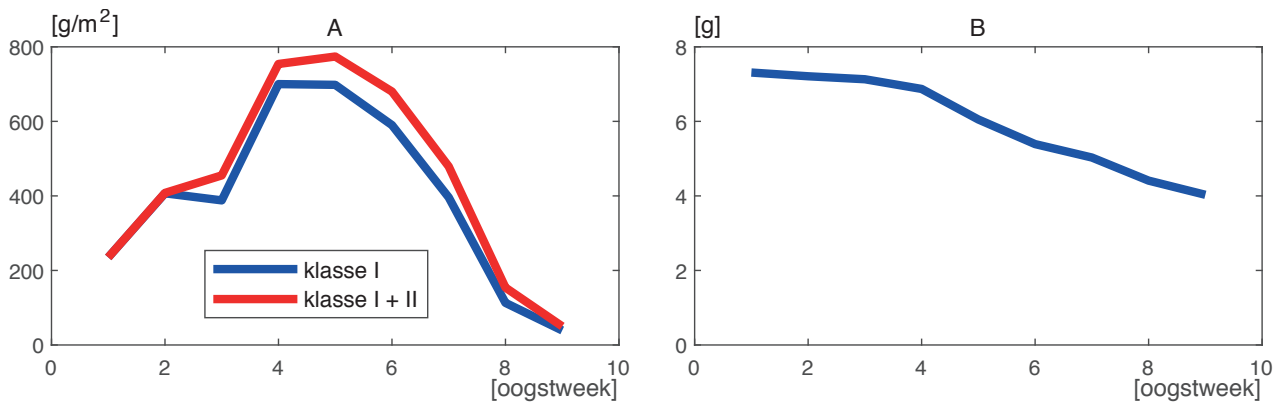


Figuur 17 Gewas met kleurende frambozen en in doosjes geoogste frambozen.



Figuur 18 Klasse 1 productie gerealiseerd en vooraf ingeschat per week (links) en cumulatief (rechts) tussen oogstweek 1 (11 april) en oogstweek 9 (17 juni).

Naast klasse I is er ook een deel klasse II geoogst. In Figuur 19 is de totale productie per week uitgesplitst naar klasse I en II wat in totaal 4.0 kg/m^2 bedroeg en het gemiddeld vruchtgewicht (klasse I) per oogstweek (6.1 g) getoond.



Figuur 19 Totale productie per week (Klasse 1 en klasse 1+2; links) en gemiddeld vruchtgewicht per week (rechts) van Klasse 1 in g per stuk.

De kwaliteit van de vruchten werd gekenmerkt door teveel dubbele en gespleten vruchten in de eerste helft van mei. Dit kan te maken hebben met een verkeerde waterbalans door te weinig verdamping als gevolg van een te hoge RV of te weinig ventilatie, en/of door te veel water geven of juist door een te droog substraat tijdens de bloei. In Figuur 20 is een voorbeeld van zo'n dubbele vrucht te vinden.



Figuur 20 Tijdelijk kwamen er relatief veel dubbele of gespleten vruchten voor.

De Brix-waarde was gemiddeld 10.1 en varieerde tussen 8.5 en 11.6. De houdbaarheid van de vruchten was goed.

Aan het einde van de teelt zijn de volgende destructieve waarnemingen gedaan:

- Aantal zij scheuten per cane: 14.4.
- LAI: 3.2 m² blad/m² kas.
- Percentage droge stof in vruchten: 11.5%.
- Lichte efficiëntie van Klasse 1 vruchten: 1.52 g/mol.
- Ter vergelijking:
 - Primocanes in winter teelt + LED cv Kwanza: 1.16 g/mol.
 - Floricanes voorjaarsteelt teler cv Kwanza: 1.32 g/mol.
- Van de geproduceerde droge stof ging er tijdens de teelt naar de
 - Vruchten: 54%.
 - Lateralen: 18%.
 - Bladeren: 21%.
 - Wortelscheuten 7%.

In vergelijking met de andere hierboven vermelde teelten is het gewas in de BEST-kas dus efficiënter met het licht omgegaan.

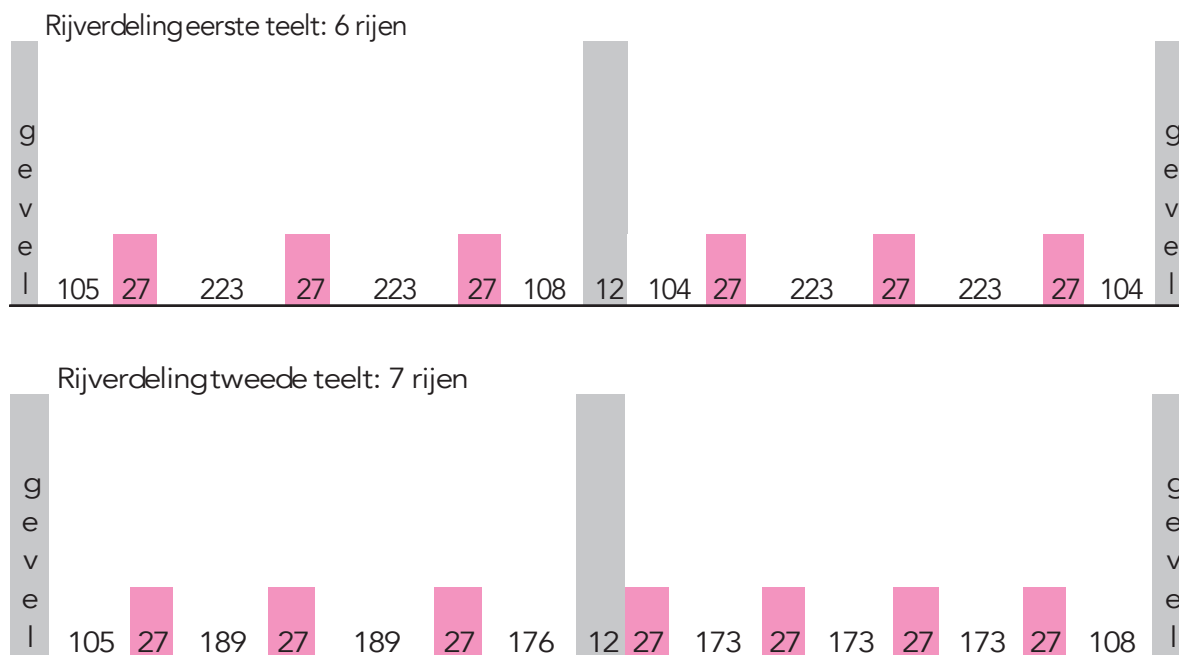
Tegen plagen is eenmalig de roofmijt Swirskii uitgezet. Omdat in maart het foliedek op bepaalde plaatsen beschadigd was, is half maart voorbehoedend met Switch gespoten tegen botrytis. Achteraf gezien was dit hoogstwaarschijnlijk niet nodig geweest.

4 Resultaten tweede teelt

Op basis van de opgedane ervaringen in de eerste teelt (hoofdstuk 3) is de kas geschikt gemaakt voor een tweede teelt. Allereerst is het foliedek vervangen door een iets breder noppenfolie dat beter in de klemprofielen gemonteerd kon worden. Sindsdien is er geen schade meer aan het dek ontstaan. De paden waren aan de brede kant, waardoor er relatief veel licht op het grondfolie terecht kwam en niet door de plant kon worden gebruikt. Daarom is er in de kas een extra goot met een rij planten aangebracht (Figuur 21). De schematische indeling met rijafstanden is in Figuur 22 weergegeven. Hierdoor is de cane-dichtheid toegenomen van 1.78 naar resp. 2.06 (linker kasgedeelte) en 2.22 (rechter kasgedeelte) canes per m².



Figuur 21 Te breed pad tijdens de teelt.

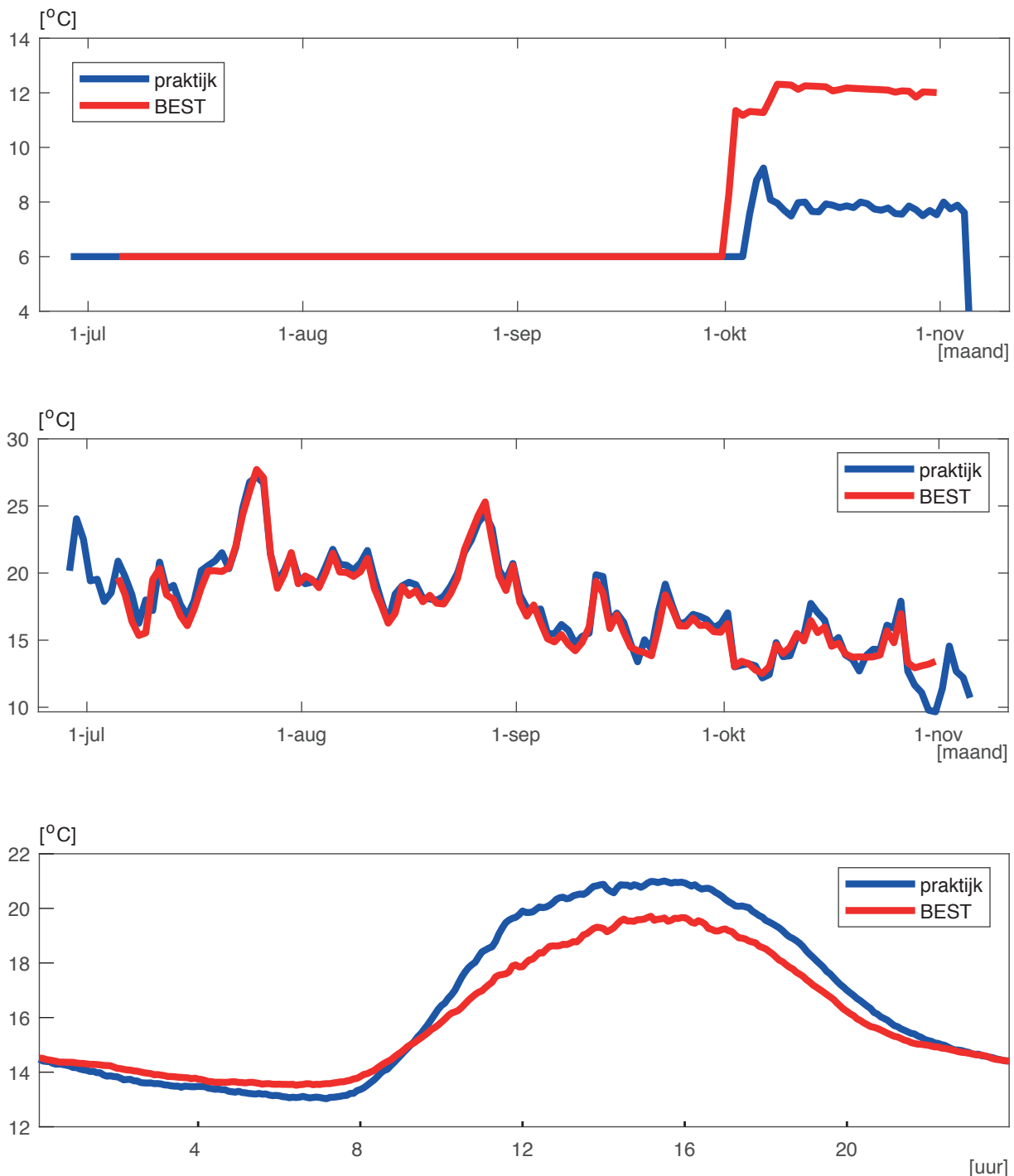


Figuur 22 Oude (boven) en nieuwe (onder) rijverdeling in de kas met afstanden in cm.

Het nieuwe gewas is op 5 juli geplant met weer 45 cm afstand tussen de potten (hart tot hart gemeten).

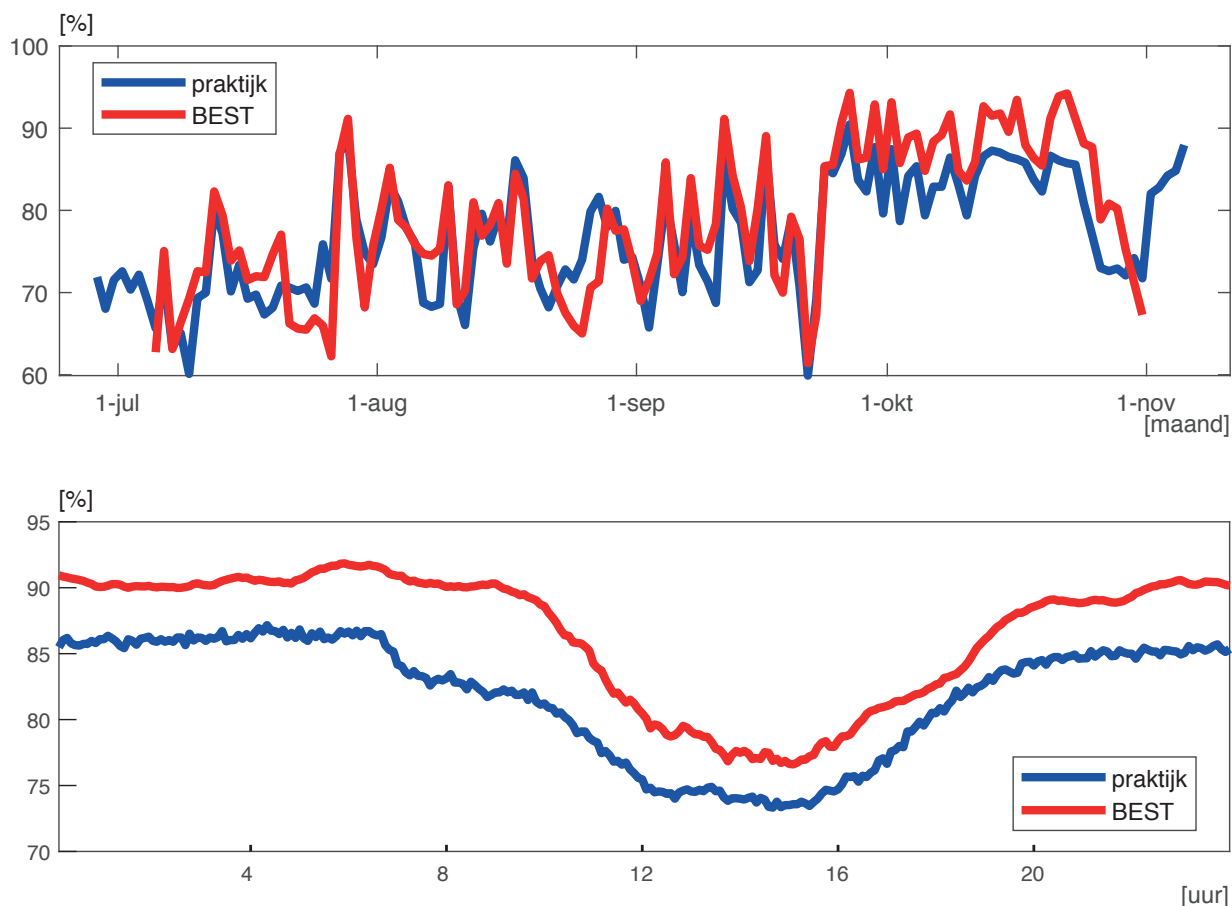
4.1 Klimaat in de kas en energieverbruik

Het gerealiseerde klimaat in de kas tijdens de tweede teelt is weergegeven in Figuur 23.



Figuur 23 Weergave stooktemperatuur (boven), gemiddelde etmaaltemperatuur (midden) en het cyclisch gemiddelde van de per dag gerealiseerde temperatuur in de maand september (BEST kas) in vergelijking met een praktijkbedrijf.

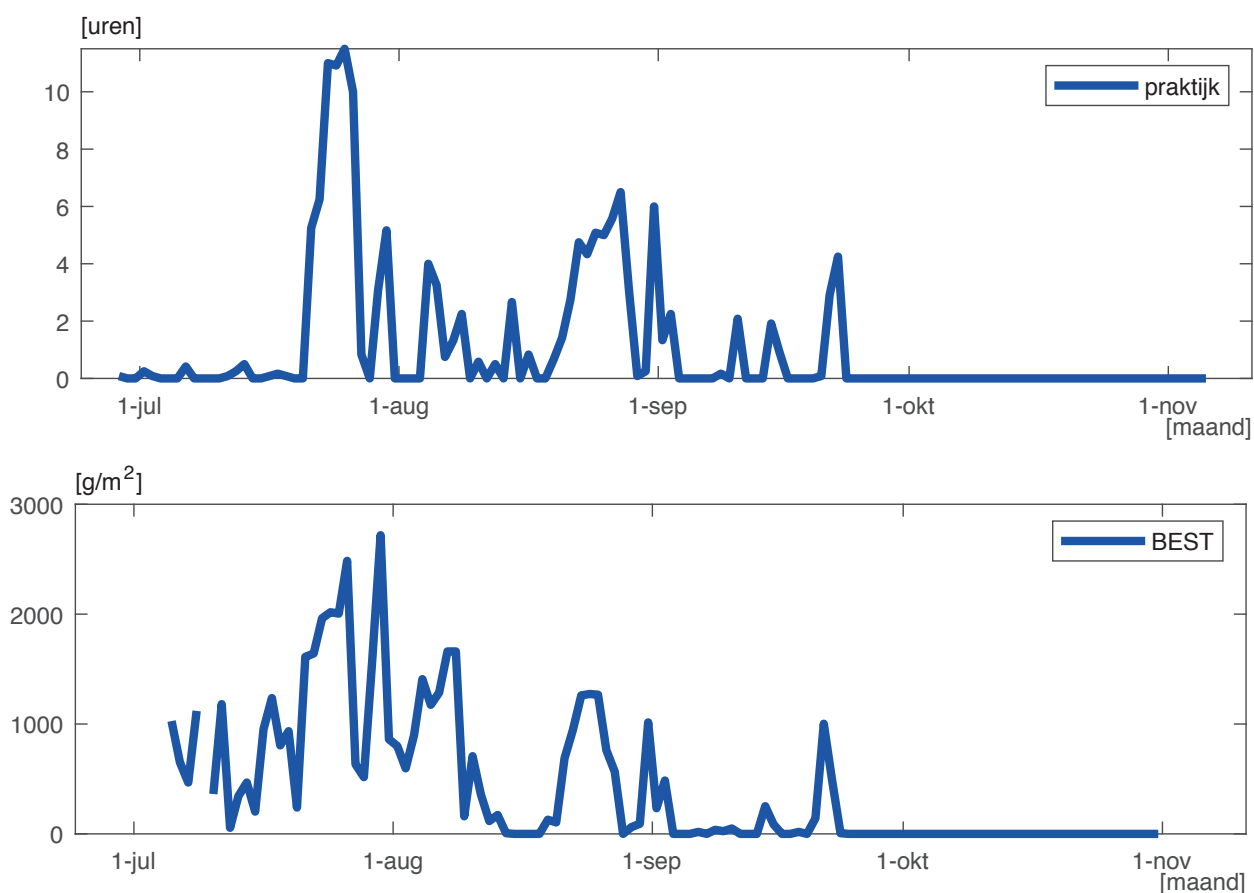
Figuur 23 laat een paar opmerkelijke zaken zien. In dit jaargetijde hoeft er vrijwel niet gestookt te worden. Daarom wordt in ieder geval tot eind september een heel laag setpoint verwarmen ingesteld. De buitenomstandigheden bepalen dan ook volledig het klimaat. Alleen op vocht is er vanaf medio september via een buisinvloed wat ontvochtigd. Vanaf 1 oktober is er in eerste instantie een dag/nachttemperatuur van 15/8°C en vanaf 10 oktober 15/10°C aangehouden in de BEST kas. Het praktijkbedrijf heeft dag en nacht een setpoint verwarmen aangehouden van rond de 8°C. Dat dit in de herfst dag ondanks verschillende setpoint tot vrijwel dezelfde gerealiseerde temperaturen leidt (middelste Figuur) komt o.a. door de inzet van een minimumbuis op het praktijkbedrijf vanaf begin oktober. Deze startte in het algemeen rond 6 uur in de ochtend en viel meestal tussen 11 en 13 uur weer weg, afhankelijk van de buitenomstandigheden. In de BEST kas is met de werkwijze van HNT niet standaard met een minimumbuis gewerkt. Alleen op een vochtinvloed is aanvullend gestookt. De Figuur laat dan ook zien dat de twee kassen zeer sterk vergelijkbare etmaaltemperaturen hebben bereikt. De lijn van de BEST kas is iets korter dan van het praktijkbedrijf omdat de teelt iets later is opgestart en enkele dagen eerder is beëindigd. De onderste Figuur laat het cyclisch gemiddelde van de per dag gerealiseerde temperatuur in de maand september (BEST kas) in vergelijking met een praktijkbedrijf zien. Hier komt een voordeel van de BEST kas naar voren. Door de grote ventilatiecapaciteit is het mogelijk overdag een wat lagere temperatuur te realiseren dan op het praktijkbedrijf. De geografische ligging van de BST kas ten opzichte van het praktijkbedrijf heeft hier slechts een kleine invloed op. In de nacht blijven de temperaturen behoorlijk boven het setpoint verwarmen en er wordt in de nacht dan ook altijd fors doorgeventileerd in deze periode. De BEST kas komt gemiddeld gesproken enkele tienden lager uit in de nacht ten gevolge van de verschillen in het buitenklimaat op de beide locaties.



Figuur 24 Relatieve luchtvochtigheid per dag (boven) en het cyclisch gemiddelde van de per dag gerealiseerde RV in de maand oktober (BEST kas) in vergelijking met een praktijkbedrijf.

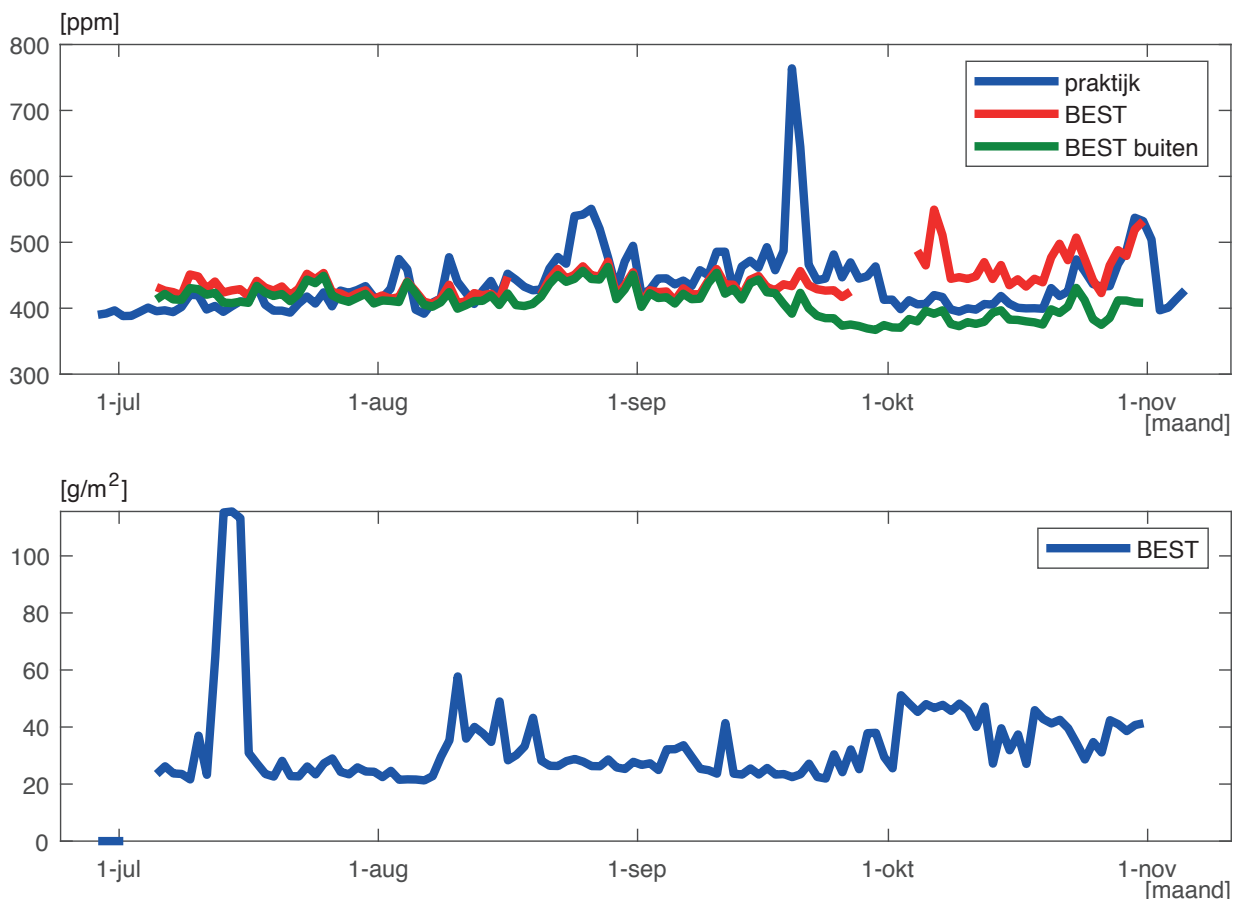
In Figuur 24 zijn de etmaalgemiddelden van de relatieve luchtvochtigheid per dag (boven) en het cyclisch gemiddelde van de overdag gerealiseerde RV in de maand oktober van de BEST kas in vergelijking met een praktijkbedrijf getoond. In de BEST kas wordt wat vochtiger geteeld. In de zomermaanden is dit sterk gerelateerd aan de inzet van de verneveling, in het stookseizoen (vanaf oktober) is dit juist een gevolg van de vochtregeling. De ideeën van HNT volgend, wordt er in de BEST kas alleen ingegrepen op het vocht als het te vochtig wordt, bij het praktijk bedrijf is dit meer beïnvloed door het gebruik van de minimumbuis. Vanaf oktober is dit duidelijk herkenbaar in het etmaalgemiddelde, maar ook in het cyclisch gemiddelde van de maand oktober (Figuur 24 onder) is tussen 6 en 7 uur in de ochtend een duidelijke verlaging te zien in de RV. Dat is ook het moment dat dagelijks een minimumbuis van 40°C wordt ingezet.

Een verschil tussen het praktijkbedrijf en de BEST kas is de manier van koelen/bevochtigen van de kas. De BEST kas heeft een hogedruk vernevelingsinstallatie terwijl het praktijkbedrijf daksproeiers heeft. De inzet van deze systemen, hoewel totaal verschillend, is behoorlijk vergelijkbaar. In Figuur 25 is in de bovenste Figuur de gebruiksduur van de daksproeiers in uren per dag weergegeven terwijl in het onderste deel van de Figuur het ingebrachte volume met de hogedruk verneveling is weergegeven. Pieken en dalen zijn op vrijwel gelijke momenten.



Figuur 25 Gebruik van de daksproeiers (boven) op praktijkbedrijf en volumehoeveelheid vocht dat is ingebracht via verneveling (onder) in BEST kas.

In een zo'n koele/luchtige teelt als framboos, is het verhogen van de CO₂ concentratie moeilijk. Zo is van 13 tot 17 juli de doseerstrategie in de BEST kas aangepast naar 100 kg/ha.uur waarbij bij raamstandopeningen van meer dan 30% de doseersnelheid met 20 kg/ha/uur is verlaagd.

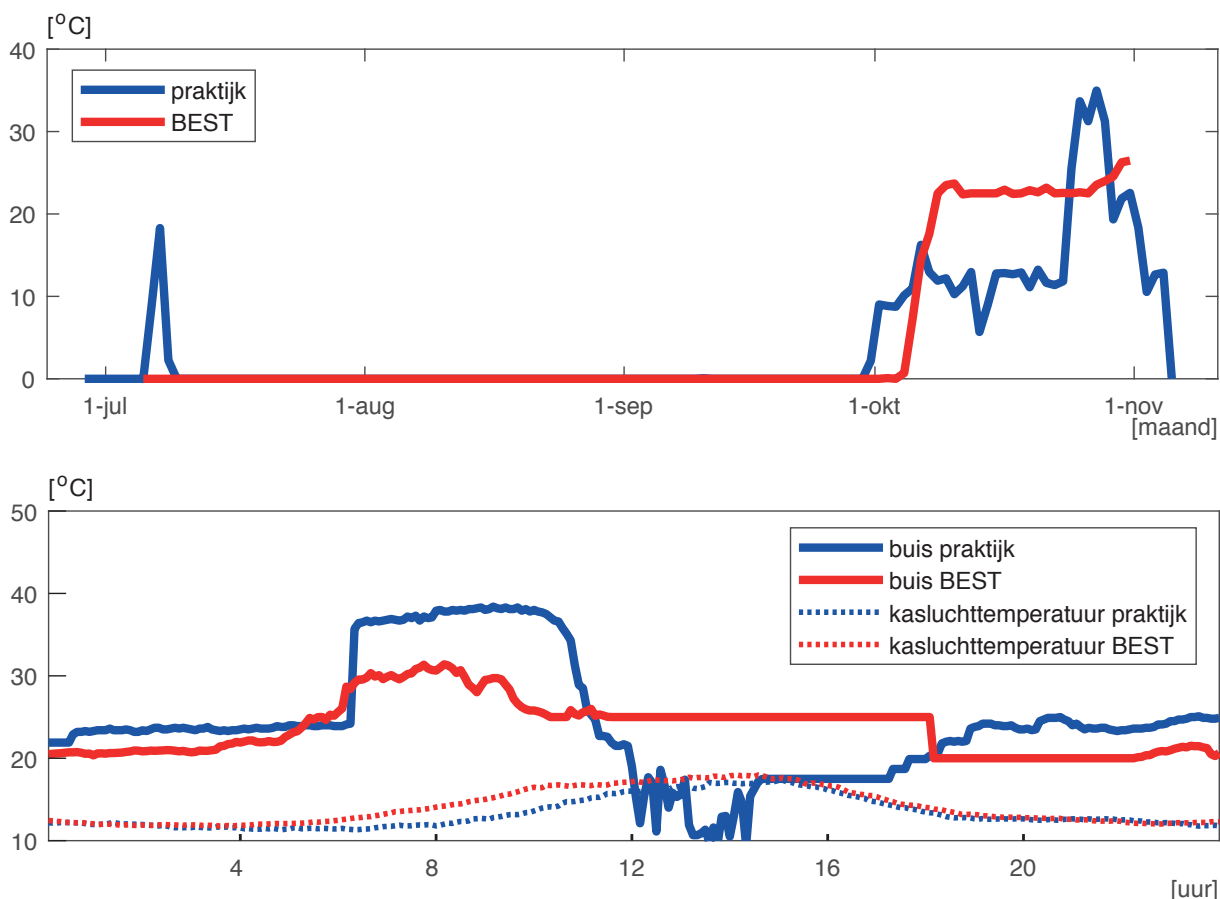


Figuur 26 Gemiddeld CO₂ niveau overdag in BEST kas, op praktijkbedrijf en buiten (boven) en gedoseerde hoeveelheid CO₂ per dag in BEST kas (onder).

Hierdoor is er op deze dagen ca. 120 g CO₂/m² gedoseerd, Figuur 26 (onder), terwijl er deze dagen geen duidelijke verhoging in de CO₂ concentratie is te zien, Figuur 26 (boven).

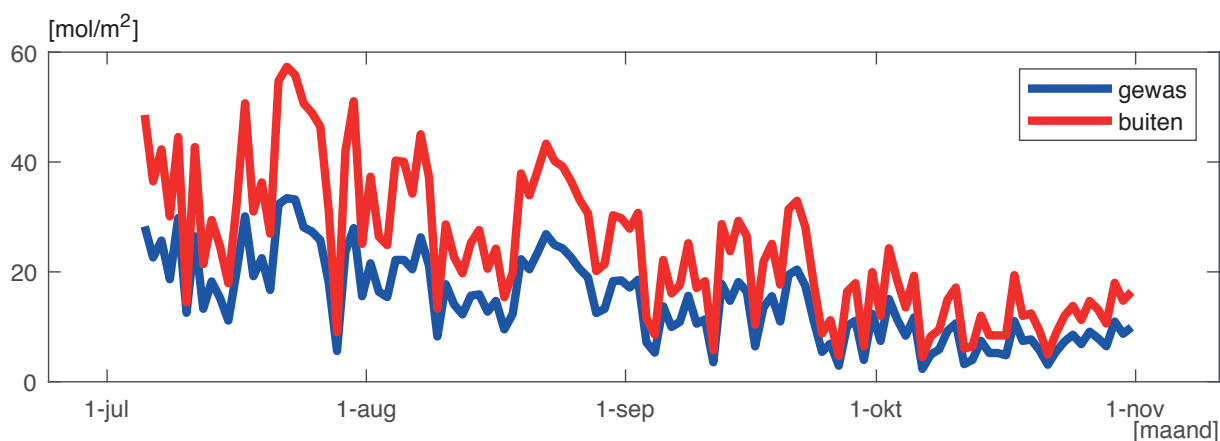
Daarop is besloten een voorzichtige doseerstrategie vast te houden van 50 kg/ha/uur welke werd verlaagd naar 25 kg/ha/uur als de luchtramen meer dan 30% open stonden. Met deze strategie is er de tweede teelt in totaal 4 kg CO₂/m² gedoseerd.

Deze tweede teelt is er mede dankzij de warme herfstmaand weinig gestookt. Tot 1 oktober is de verwarming uit geweest zoals in Figuur 27 (boven) is te zien. Hoe er vervolgens gestookt is, is zeer verschillend tussen het praktijkbedrijf en de BEST kas zoals in Figuur 27 (boven) is te zien waar de berekende buistemperatuur als een cyclisch gemiddelde voor de maand oktober is getoond. In de BEST kas is op vocht een buisinvloed gezet van maximaal 25°C overdag en 20 graden in de nacht. Om de invloed op de warmteafgifte te tonen is in Figuur 27 ook de gerealiseerde kasluchttemperatuur getoond. De warmteafgifte is immers afhankelijk van het temperatuurverschil buis – kaslucht.

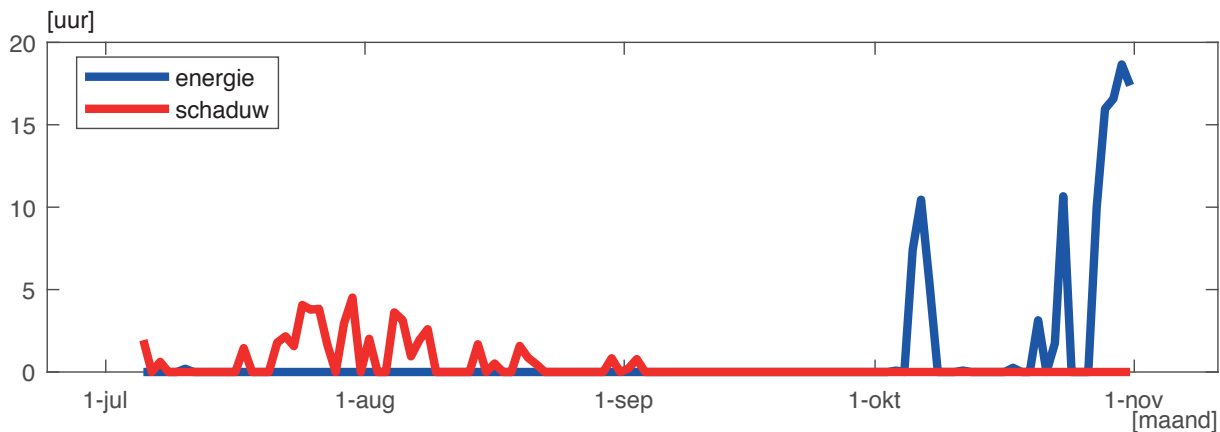


Figuur 27 Overzicht gemiddeld gerealiseerde buistemperatuur (boven) per dag en het cyclisch gemiddelde per uur in de maand oktober (onder) in BEST kas en op praktijkbedrijf.

Licht is een belangrijke groeifactor waarbij schermgebruik een grote invloed heeft op de lichtsom. In Figuur 28 is de dagelijkse PAR lichtsom buiten en op het gewas getoond. De totale lichtsom op het gewas in deze teelt bedroeg 1776 mol/m². Van het praktijkbedrijf waren onvoldoende gegevens beschikbaar om daarmee direct te kunnen vergelijken. In augustus is het scherm ook nog regelmatig ingezet voor schaduwwerking zoals uit Figuur 29 blijkt. Op het praktijkbedrijf is het energiescherm in deze teelt niet gebruikt voor energiebesparing.



Figuur 28 Dagelijkse PAR lichtsom buiten en op het gewas.



Figuur 29 Schermgebruik in uren per dag voor energie en schaduw doeleinden in BEST kas.

In Tabel 1 zijn de resultaten met betrekking tot het energieverbruik en de CO₂ dosering in de BEST kas en het praktijkbedrijf van de eerste en tweede teelt getoond. In totaal is over beide teelten in de BEST-kas 10.65 kg/m² gedoseerd. Hiervan was de berekende hoeveelheid afkomstig van zuivere CO₂ 5.1 kg/m². Op het praktijkbedrijf werd in totaal 9.2 kg/m² aanvullende zuivere CO₂ gedoseerd. Het is niet te achterhalen hoeveel rookgas CO₂ er is gedoseerd.

Tabel 1

Energieverbruik in m³/m² en de CO₂ dosering in kg/m² in BEST kas en praktijkbedrijf in eerste en tweede teelt.

	Eerste teelt	Tweede teelt	Totaal
Gasgebruik [m ³ /m ²]			
BEST kas	5.7	1.4	7.1
Praktijkbedrijf	9.1	2.1	11.1
CO ₂ dosering [kg/m ²]			
BEST kas	6.7	3.95	10.65
niet van de ketel	2.3	2.8	5.1
Praktijkbedrijf	-	-	-
niet van de ketel	-	9.2	-

In de BEST kas is 37% minder gas verbruikt in vergelijking met het praktijkbedrijf.

4.2 Teeltresultaten

De canes zijn op 5 juli 2019 geplant (ras Diamond Jubilee) op 2.06 (linker kap) en 2.22 canes per m² (rechter kap). Bestuiving vond plaats met hommels en met honingbijen. De bijen kwamen spontaan binnengevlogen van een naastliggend perceel. Het aantal lateralen was in deze teelt 19 per cane (in de eerste teelt was dit 13). De lateralen zijn zo hoog mogelijk bovenop de horizontale draden en indien nodig ook schuin gelegd om doorknikken te minimaliseren. De eerste oogst was op 28 augustus en de laatste oogst vond plaats op 31 oktober. Omdat de bovenste vruchten te hoog hingen om lopend te oogsten, is het bovenste plantgedeelte geoogst vanaf de buisrailwagen. Figuur 30 laat de hoogte van het gewas en de bovenste vruchten zien.



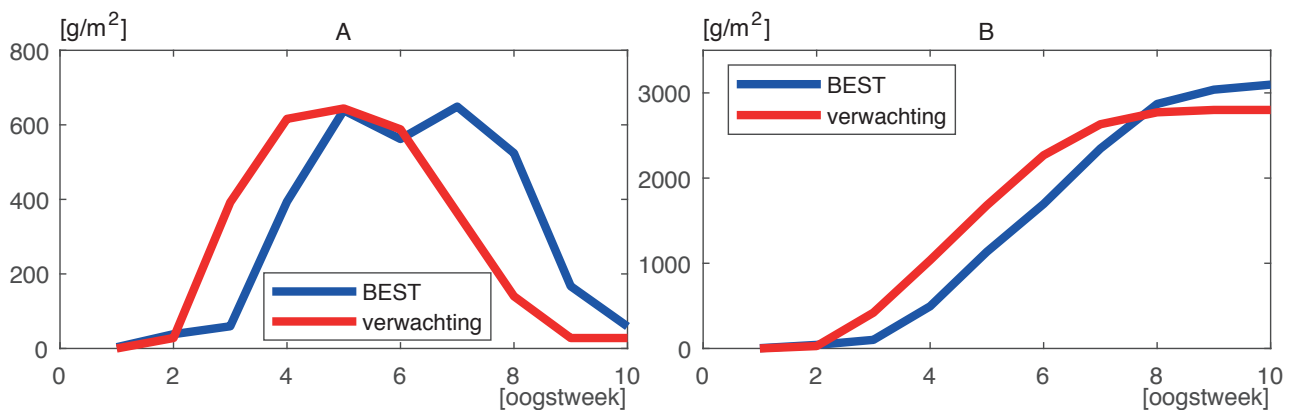
Figuur 30 Vooraanzicht rijen met frambozen (links) en de hoog hangende vruchten werden geoogst vanaf de buisrailwagen (rechts).

De aanpassingen aan het teeltsysteem door een extra teeltgoot te plaatsen zorgde wel voor een kleinere ruimte in het pad, maar het werd zeker nog niet te nauw zoals Figuur 31 laat zien.



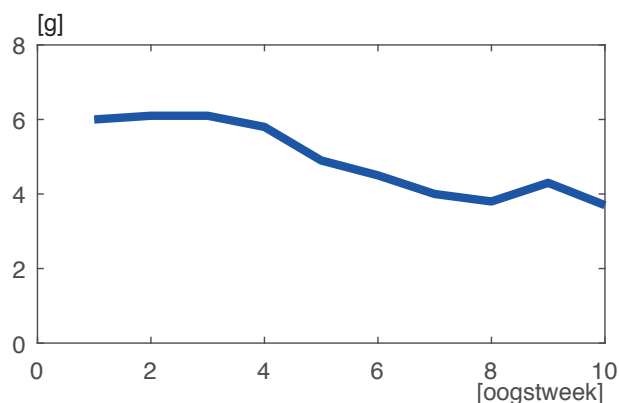
Figuur 31 Opvulling van het pad na verkleinen padbreedte (links) en een bovenaanzicht van de teeltrijen (rechts).

In Figuur 32A & B is een overzicht gegeven van de opbrengst in de tweede teelt. Er is geoogst tussen week 34 en 44. In de BEST kas kwam de oogst wat later op gang in vergelijking met de verwachting, maar liep ook langer door. De uiteindelijke oogst was in Klasse I 3.1 kg/m² terwijl op basis van praktijkervaringen 2.8 kg/m² was verwacht, een verschil van 10%.



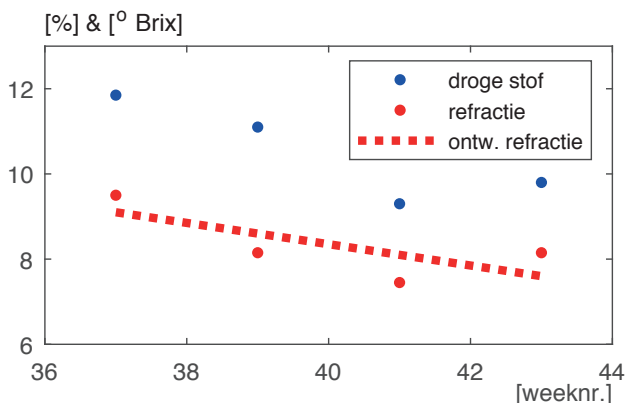
Figuur 32 Opbrengst tweede teelt in BEST kas en verwachte opbrengst in g/m² per week (A) en cumulatief (B) van de klasse I vruchten.

In Klasse II is nog 0.25 kg/m² geoogst. In de velden met 2.06 canes/m² is 3.2 kg/m² geoogst en bij 2.22 canes/m² 3.0 kg/m². Dit betekent dat de hogere canedichtheid in deze teelt niet heeft geleid tot een hogere productie. Mogelijk dat in een vervolgteelt wel een hogere productie wordt gerealiseerd. Het gemiddeld vruchtgewicht was in de 2^e teelt 4.4 g (Figuur 33) en in de 1^e teelt 6.1 g.



Figuur 33 Gemiddeld vruchtgewicht in de tweede teelt in BEST kas van de klasse I vruchten in g (links) en gewasaanzicht (rechts).

De gemiddelde refractie (suikergehalte) was 8.3° Brix (10.1 in 1^e teelt) (Figuur 34). Het droge stofgehalte was nu 10.5% en in de 1^e teelt 11.5%. De lagere refractie en het lagere droge stofgehalte in deze teelt is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van veel minder licht tijdens de vruchttuitgroei, namelijk ongeveer een factor 2 verschil in berekend PAR-licht vanaf het begin van de bloei tot einde van de productieperiode (275 mol vs 130 mol/m²). De productie was in de 2^e teelt ongeveer 13% lager dan in de 1^e teelt. Van de geproduceerde droge stof ging 50% naar de vruchten, in de 1^e teelt was dit 54%, dus dit was vrijwel gelijk.



Figuur 34 Refractie (°Brix) en percentage droge stof van de vruchten in de 2^e teelt (links) en geoogste frambozen in Klasse I (rechts).

De LAI was in de 2^e teelt 4.1 m²/m², in de 1^e teelt was dit 3.2 m²/m². Dit zal het gevolg zijn van de hogere canedichtheid in de 2^e teelt door een extra goot/rij in de kas, maar ook door het grotere aantal lateralen per cane in de 2^e teelt.

Plagen zijn biologisch bestreden, voornamelijk tegen trips en kleine rupsen. Enkele vruchten hadden botrytis door druipwater van het dek, maar hiertegen is geen bestrijding uitgevoerd.



Figuur 35 Insecten werden biologisch bestreden o.a. door *Swirskii* kweekzakjes op te hangen.

4.3 Water en nutriënten

Het waterverbruik in de twee teelten is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2

Waterverbruik in twee teelten.

	Gift (l/m ²)	Drain (l/m ²)	Drain percentage (%)	Verneveld (l/m ²)
Teelt 1	194	55	28.4	28
Teelt 2	217	61	28.1	50

In Bijlage 1 zijn de monsters van gift en drain van beide teelten gegeven. Elke 2-3 weken is er een monster genomen en geanalyseerd op aanwezigheid van nutriënten. De gerealiseerde aanvoer EC was in de eerste teelt 1.4 – 1.9 mS/cm en in de drain 1.7 – 3.4. In het late voorjaar loopt het verschil tussen aanvoer en drain op tot ca 1.0 mS/cm. In de tweede teelt was de aanvoer EC 1.1-1.7 mS/cm en de drain EC 2.0 – 3.3 mS/cm. De pH heeft de neiging op te lopen tot waardes rond de 7 in de drain en bij een aanvoer die meestal minder dan 5.5 is. In de eerste weken na het planten is de ijzeropname hoog en is de drain veel lager (rond 12 µmol/l) dan de aanvoer (ca. 30 µmol/l). Molybdeen is gedurende beide teelten in de drain <0.01 terwijl de aanvoer 0.5 µmol/l of iets hoger was.

5 Economische evaluatie

Voor de economische vergelijking van de teelt van frambozen in kassen is een model gebouwd waarin 4 kastypen met elkaar zijn vergeleken: glazen dek, noppenfolie BEST kas, enkel folie en dubbel folie. De resultaten staan vermeld in Tabel 2. De kasconstructie is bij een glazen kasdek iets duurder dan bij een folie kasdek en voor beide typen is uitgegaan van een afschrijvingstermijn van 15 jaar. Hoe groter het areaal, hoe lager de prijs per m². De investering (prijs plus installatie) in het dekmateriaal veroorzaakt grotere verschillen tussen de kastypen. Zo wordt uitgegaan van € 11,- voor gehard diffuus glas, en € 1,- voor enkel folie. Deze verschillen worden enigszins verkleind door een langere afschrijvingstermijn voor glas dan voor folie. Doordat folie vaker moet worden vervangen dan glas, geldt hier ook een hoger onderhoudspercentage. Voor het berekenen van de totale kaskosten is bovenop het onderhoud en de afschrijving, een rente gerekend met 1% op de vervangingswaarde.

In het model is ervan uitgegaan dat productie en omzet afhankelijk zijn van de factoren lichttransmissie, diffusiteit en ventilatiecapaciteit. De lichttransmissie van de vier kastypen is in onderling overleg vastgesteld op respectievelijk 72%, 63%, 70% en 60%. Gesteld is dat iedere procent meer lichttransmissie 0.7% meer productie geeft. De mate van diffusiteit is een punt van discussie geweest. Voorzichtigheidshalve zijn de verschillen tussen de kastypen daarom klein gehouden: 2 à 3% meerproductie ten opzichte van nondifffuus enkel glas. De mate van diffusiteit en de lichttransmissie zijn een onvoldoende verklaring voor de 10% hogere productie in de BEST-kas ten opzichte van een praktijkbedrijf met nondifffuus enkel glas. Als op het praktijkbedrijf een omzet zou zijn behaald van € 45,- per m², dan zou dat onder diffuus glas $45 \cdot 103\% = € 46,40$ moeten zijn, en onder noppenfolie $45 \cdot 110\% = € 49,50$. Om deze 10% meerproductie onder noppenfolie te bereiken zou het effect van een hogere ventilatiecapaciteit op de omzet (en productie) 17% moeten zijn. Met datzelfde percentage als meerproductie is ook de omzet in de kastypen met enkel folie en dubbel folie berekend. Een hogere productie brengt ook meer directe kosten met zich mee. Er zijn meer uren nodig voor het oogsten en er moeten meer kosten worden gemaakt voor verpakkingsmateriaal, transport en marktkosten. Ook heffingen zijn afhankelijk van de omzet. Gesteld is, dat 40% van de omzet moet worden afgetrokken om de directe kosten te dekken.

Het gasverbruik in de BEST kas was 37% lager dan dat van het praktijkbedrijf. Tijdens overleg met de leveranciers is geschat dat een kas met enkel of dubbel folie respectievelijk 5% meer respectievelijk 40% minder gas zou gebruiken dan een enkel glas kas. Omrekening naar gaskosten is bepaald met een gasprijs van 0,26 €/m³. Dit is inclusief energiebelasting.

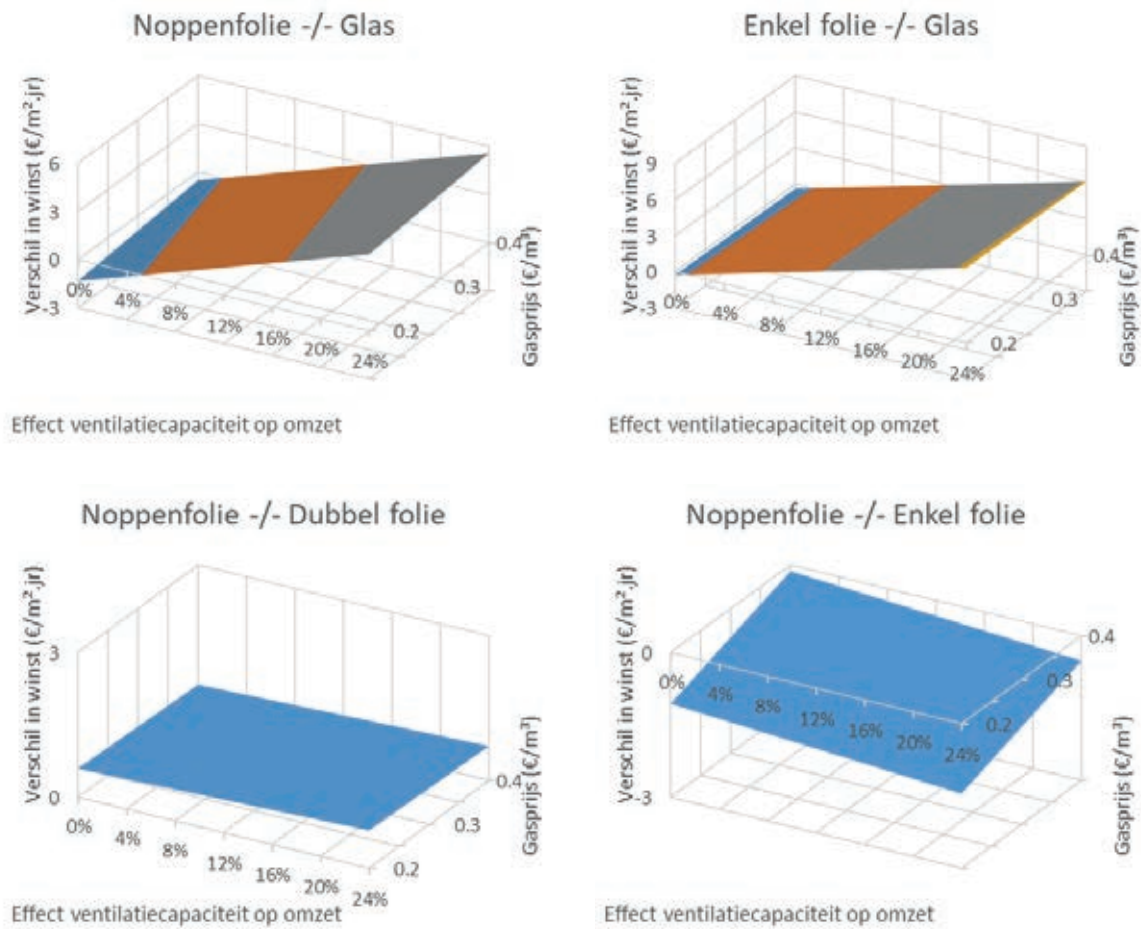
In Tabel 3 wordt onder saldo verstaan: het verschil tussen omzet en de kosten voor de kasomhulling (afschrijving, onderhoud en rente), de directe kosten en de gaskosten. Dit saldo is nodig voor de dekking van kosten die onafhankelijk zijn van het type kas: algemene kosten, kasinrichting, indirecte arbeidskosten, plantmateriaal, gewasbescherming, bemesting. Het verschil in saldo kan worden gezien als het verschil in winst.

Over de invloed van de gasprijs en de ventilatiecapaciteit op het verschil in winst tussen de verschillende kastypen is in Figuur 36 een overzicht gegeven. Dit laat bij de vergelijking tussen de noppenfoliekas en de glasdekkas zien dat de winst vooral wordt bepaald door het gestelde effect van een hoog ventilatievoud op de productie. De gasprijs heeft slechts een geringe invloed op de winst. In geen van de geschetste situaties is de noppenfoliekas winstgevender dan de enkel foliekas.

Tabel 3

Economische vergelijking van vier kasttypen en twee areaalgrootten.

	Eenheid	Enkel glas		Noppenfolie		Enkel folie		Dubbel folie	
Areaal	m ²	5000	10000	5000	10000	5000	10000	5000	10000
Kasconstructie	€/m ²	37.5	33.5	35	32	35	32	35	32
Dekmateriaal	€/m ²	11	11	5.5	5.5	1	1	2	2
Kas totaal	€/m ²	48.5	44.5	40.5	37.5	36	33	37	34
Afschrijving constructie	jaar	15	15	15	15	15	15	15	15
Afschrijving dekmateriaal	jaar	15	15	10	10	5	5	5	5
Onderhoud	%	0.50	0.50	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
Lichttransmissie	%	72%	72%	63%	63%	70%	70%	60%	60%
Effect diffusiteit op productie %		103%	103%	103%	103%	102%	102%	103%	103%
Effect verhoogde ventilatiecapaciteit	(1/0)	100%	100%	117%	117%	117%	117%	117%	117%
Gasverbruik tov glasdek	%	100%	100%	63%	63%	105%	105%	60%	60%
Gasverbruik	m ³ /m ²	11.2	11.2	7.1	7.1	11.8	11.8	6.7	6.7
Omzet	€/(m ² .jr)	46.4	46.4	49.5	49.5	52.7	52.7	47.9	47.9
Directe kosten (oogst + verkoopkosten)	€/(m ² .jr)	18.5	18.5	19.8	19.8	21.1	21.1	19.2	19.2
Kaskosten	€/(m ² .jr)	3.96	3.63	3.61	3.36	3.25	2.99	3.47	3.21
Gaskosten	€/(m ² .jr)	2.91	2.91	1.85	1.85	3.06	3.06	1.75	1.75
Saldo	€/(m ² .jr)	20.9	21.3	24.2	24.5	25.3	25.5	23.5	23.8



Figuur 36 Vier vergelijkingen tussen twee kasdekken voor wat betreft de invloed van ventilatiecapaciteit en gasprijs op de winst. Kleurverschillen ontstaan als er meer dan €3/m²/jr verschil in winst is gerealiseerd (Y-as).

6 Discussie

De ontwikkeling van de noppenfolie kas in gezamenlijk overleg met alle partners heeft tot een mooie kas geleid die in het begin nog wel een enkele kinderziekte had te overwinnen. Het kapotwaaien van een deel van het dek doordat de folie iets te smal was en daardoor niet goed vastgezet kon worden is een duidelijk leerpunt. Modelmatig kon gecorrigeerd worden op het hierdoor ontstane extra energieverlies waardoor het teeltseizoen niet als verloren hoefde te worden beschouwd. Integendeel: de energiedoelstelling ($5\text{--}8\text{ m}^3/\text{m}^2$ per jaar) kon met $5.7\text{ m}^3/\text{m}^2$ goed gehaald worden. In vergelijking met een praktijkbedrijf was dit ruim lager ($9.1\text{ m}^3/\text{m}^2$). Jammer was dat de folie, om een nog lager energiegebruik te realiseren, geen lagere FIR transmissie kon krijgen door technische beperkingen.

De temperatuurverschillen binnen de kas waren uiteindelijk klein na het inregelen ($<1^\circ\text{C}$). Voor foliekassen in het algemeen, maar ook voor dit kasdek materiaal zal bij de toenemende druk om met 'natuurlijke' bestrijders te werken, nog over de zwavelbestendigheid moeten worden nagedacht. Voor frambozen en bramen is dit niet nodig (het gewas kan ook niet tegen zwavel), maar voor aardbei, waar zwavel veelvuldig wordt ingezet, is veelal wel een film met resistentie nodig.

Plantverdeling in de kas was nog niet optimaal. In de eerste teelt 6 rijen, in de tweede teelt 7 rijen, maar in de rij steeds een dicht gewas. Ook in de tweede teelt was er nog voldoende ruimte tussen de planten aan weerszijden van het pad. Misschien zou in een volgend traject de rijafstand leidend kunnen worden gemaakt voor de kapbreedte. Er zou dan niet alleen naar framboos moeten worden gekeken maar ook naar braam en aardbei.

De productiedoelstelling van $6\text{ kg}/\text{m}^2$ is ruim gehaald met $7.1\text{ kg}/\text{m}^2$ (ras Diamond Jubilee) in twee teelten waarbij ook de kwaliteit (refractie en houdbaarheid) goed waren. In vergelijking met gehaalde producties in de praktijk was er ruim 10% meer opbrengst.

De derde belangrijke doelstelling was de teelt in containers en goten. De plaatsing in vierkante containers was een goede keus en deze stonden stevig op de goot. De vochtvoorziening vereist nog wel wat aanpassingen zodat vochtgehalte van het substraat en draincijfers minder pieken en dalen gaan vertonen. Dit valt in dit eerste jaar onder het "leer-traject" om te telen in een nieuw ontworpen kas met een nieuw teeltsysteem. De vergelijking met het praktijkbedrijf was uitermate nuttig, niet alleen vanwege de ervaring om "bedekt" te telen, maar ook vanwege energie- en klimaataspecten en de economische vergelijking die hierdoor gemakkelijker gemaakt kan worden.

De economische analyse van een foliekas met noppenfolie, gewoon dubbelfolie of enkel folie verschilt niet veel van elkaar. Het energieverbruik in de enkel foliekas is wat hoger, evenals de lichttransmissie, en daarmee de potentiële productie. Groter zijn de verschillen met een enkelglas kas. Het praktijkbedrijf had een dergelijke kas, dus er kon een redelijk betrouwbare vergelijking met de foliekassen worden gemaakt wat betreft productie en energieverbruik. De grootste winst is de verhoogde ventilatiecapaciteit en de lagere investering, ondanks de regelmatige vervanging van de folie, van de noppenfoliekas, ten opzichte van de glazen kas. Bij lage energieprijzen is de enkel folie kas ook een alternatief. Als de lage FIR transmissie op de noppenfolie kan worden aangebracht, kan het energiegebruik nog verder dalen en zal ook door de verbeterde ventilatie-eigenschappen een nog beter zomerklimaat haalbaar zijn en daardoor een economisch gunstiger perspectief voor de foliekassen ontstaan.

7 Conclusies

Het consortium is er in geslaagd een kas te ontwikkelen voor weinig energie vragende gewassen waarbij framboos als voorbeeldgewas is gebruikt. Het is een kas geworden met doorlopende nokluchting, noppenfolie als dekmateriaal, energiescherm en zijgevel ventilatie. Canes waren geplant in potten op goten met drainwateropvang waarmee de waterloop ook in deze teelten gesloten wordt. Per gewas zal bekeken moeten worden welk plantverband het meest optimaal is.

De ontwikkeling van de BEST kas (Berry Energy Saving Technology) voor de teelt van frambozen heeft in het eerste jaar aan de doelstellingen goed voldaan. Er was een laag energieverbruik ($5.7 \text{ m}^3/\text{m}^2$ t.o.v. een verwachte $5 - 8 \text{ m}^3/\text{m}^2$), een hoge productie ($7.1 \text{ kg}/\text{m}^2$ t.o.v. een verwachte $6 \text{ kg}/\text{m}^2$) en goede teelt in potten op goten. Er zijn twee teelten uitgevoerd met het ras Diamond Jubilee, de eerste teelt van 8 januari 2019, met bloei vanaf eind februari en de eerste oogst op 11 april en een doorloop tot het einde op 17 juni. De tweede teelt is geplant op 5 juli met een eerste oogst op 28 augustus en een doorloop tot 31 oktober 2019.

De noppenfolie kas had een goed uniform klimaat waarin een goede kwaliteit (hoog suikergehalte, goede houdbaarheid) framboos is geteeld. De plantdichtheid (van $1.8 \text{ canes}/\text{m}^2$ in de eerste teelt naar 2.02 en $2.22 \text{ canes}/\text{m}^2$ in de tweede teelt) was nog niet optimaal en dient verder geoptimaliseerd te worden.

De economische analyse laat zien dat een noppenfoliekas economisch een lagere investering heeft dan een glazen kas maar dat vooral het binnenklimaat (lagere maximum temperaturen in de zomer) beter is, er is meer ventilatiecapaciteit. Een enkel foliekas is vergelijkbaar met de noppenfoliekas maar wat gevoeliger voor een hogere energieprijs. Als de FIR transmissie verder omlaag kan worden gebracht zal de concurrentiepositie van de noppenfoliekas verder verbeteren.

Literatuur

- Hemming, S.; Baeza, B.; Mohammadkhani, V.; Breugel, B. van. 2017.
Energy saving screen materials; Measurement method of radiation exchange, air permeability and humidity transport and a calculation method for energy saving. Rapporten GTB-1431, 94 p.
- Kempkes, F.L.K.; Swinkels, G.L.A.M.; Hemming, S.; Sapounas, A.; Noort, F.R. van; Janse, J., 2014.
Haalbaarheidsstudie Glas-Film Kasconcept. (Rapporten GTB 1307) - 58 p.
- Kempkes, F.L.K.; Janse, J., 2013.
Praktijkervaringen met de Venlow energy kas 2010-2012. (Rapporten GTB 1279) - 88 p.
- Kempkes, F.L.K.; Janse, J., 2016.
Teelt en energie 2SaveEnergy kas. Rapport GTB 1402) - 42 p.
- Poot, E.H.; Zwart, F. de; Bakker, J.C.; Bot, G.P.A.; Dieleman, J.A.; Gelder, A. de; Marcelis, L.F.M.; Kuiper, D., 2008.
Richtinggevende beelden voor energiezuinig telen in semigesloten kassen. (Rapport Wageningen UR Glastuinbouw, Nota 568) – 64 p.
- Poot, E.H.; Garcia Victoria, N.; Gelder, A. de; Kempkes, F.L.K.; Marcelis, L.F.M.; Raaphorst, M.G.M.; Weel, P.A. van; Zwart, H.F. de, 2015.
Richtinggevende beelden voor klimaat neutrale glastuinbouw. (Rapporten GTB-rapport 1365) - 50 p.
- Raats, P.H. , S. Hemming, M. Ruijs en J. Janse, 2006.
Haalbaarheid foliekassen voor energie-extensieve gewassen. Deelrapport: Stand van zaken en opties voor de toekomst. Kema rapport 50552525-TOS/MEC 06-9354. - 41 p.
- Waaijenberg, D. en Hemming, S., 2006.
Haalbaarheid optimale foliekassen voor energieextensieve teelten Deelrapport: Inventarisatie mogelijke foliekasconstructies. Nota 381. - 66 p.
- Zwart, H.F. de; Janse, J. ; Kempkes, F.L.K., 2015.
Tomatenteelt in de hooggeïsoleerde VenLow Energy Kas. (Rapporten GTB-rapport 1366) - 34 p.
- Zwart, H.F. de; Garcia, N. Kromwijk, A. Kempkes, F.L.K., 2016.
Energie-extensieve teelten klimaatneutraal met hoog-isolerende kassen. 40 p. Rapport GTB-1396.

Bijlage 1 Recept, gift en drain monsters

Frambozen	EC+	EC- Drain EC	NH4	K	Ca	Mg	Si	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Q1	Mo	Opmerkingen			
Diamond Jubilee	1.75	2.00	2.00	3.00	4.50	1.75		13.75	0.0	1.50		0.75	40	25	10	20	1	1	Standaard recept			
Diamond Jubilee	1.55	2.00	1.00	4.50	3.50	1.50		9.75	1.0	2.00		0.75	40	25	10	15	1	1	Vanaf 1e gezette vruchten			
Diamond Jubilee	1.45	2.00	0.00	6.00	3.00	1.25		7.75	2.0	2.00		0.75	40	25	10	15	1	1	Vanaf 2 weken voor 1e oogst			
Datum	Type	Monster	pH	EC [ms/cm]	NH4 [mmol/l]	K [mmol]	Na [mmol]	Ca [mmol]	Mg [mmol]	Si [mmol/l]	NO3 [mmol/l]	Cl [mmol/l]	SO4 [mmol/l]	HCO3 [mmol/l]	P [mmol/l]	Fe [µmol/l]	Mn [µmol/l]	Zn [µmol/l]	B [µmol/l]	Q1 [µmol/l]	Mo [µmol/l]	
22-02-2019	BEST-kas gift		5.1	1.9	2.1	3.3	0.3	3.3	1.5	<0.1	11.6	0.3	1.3	<0.1	0.65	30.9	26.6	7.2	14	0.8	0.4	
22-02-2019	BEST-kas drain		6.4	2.1	0.1	4.9	3.5	3.1	1.9	0.7	12	1.3	2	0.4	0.6	14.1	0.7	15.1	19	3.5	<0.1	
12-03-2019	BEST-kas gift		4.8	1.9	2	4	0.3	4.1	1.9	<0.1	13.5	0.3	1.5	<0.1	0.8	33.8	27.8	10.5	20	1	0.41	
12-03-2019	BEST-kas drain		6.8	1.9	<0.1	2.2	1.7	5.2	2.6	0.4	10.9	1	2.9	0.6	0.45	12	4.7	11.5	14	2.1	<0.1	
19-03-2019	BEST-kas gift		6.3	2.3	2.4	5.2	0.2	5.1	2.3	<0.1	16.1	0.2	1.9	0.5	1	31	27.2	9.4	16	1	0.53	
19-03-2019	BEST-kas drain		6.9	2.4	0.4	2.6	1.4	8.1	3.6	0.5	15.4	0.8	4	1	0.75	15.1	6.5	11.6	16	1.7	<0.1	
10-04-2019	BEST-kas gift		5.7	1.7	1.1	4.9	0.2	3.2	1.6	<0.1	10.6	0.3	1.9	0.2	0.8	29.3	24.5	8.1	14	0.9	0.49	
05-04-2019	BEST-kas drain		7.3	3.4	<0.1	4.1	1.3	11.3	3.9	0.4	25.4	0.6	4.6	1.7	0.25	11	6.6	15.4	6	1.9	<0.1	
19-04-2019	BEST-kas gift		5.6	1.6	0.8	4.9	0.2	3	1.5	<0.1	8.8	0.1	1.8	0.1	0.8	33.8	25.1	8.7	14	0.9	0.42	
19-04-2019	BEST-kas drain		7	2.6	<0.1	6	0.7	7.4	2.9	0.2	12.8	0.3	4.8	1.2	0.7	26.9	7.2	13.8	8	1.4	<0.1	
30-04-2019	BEST-kas gift		4.9	1.6	0.2	6	0.2	3	1.3	<0.1	8.9	1.6	1.7	<0.1	0.75	36.3	23	7.8	17	0.9	0.56	
30-04-2019	BEST-kas drain		5.9	3.4	<0.1	9.9	0.7	8.8	3.7	<0.1	21.8	2	5	0.3	1.8	44.8	13.2	13.1	16	1.2	<0.1	
14-05-2019	BEST-kas gift		5.1	1.4	<0.1	4.6	0.2	2.3	1	<0.1	6.2	1.3	1.5	<0.1	0.6	29.6	19.8	7.6	13	0.9	0.61	
14-05-2019	BEST-kas drain		6.2	2.4	<0.1	7.1	0.5	4.8	1.8	<0.1	10	2.8	3.2	0.3	0.9	35.5	8.4	8.9	15	0.8	<0.1	
11-06-2019	BEST-kas gift		5.8	1.4	<0.1	5.5	0.2	2.3	1	<0.1	7.1	1.5	1.5	0.3	0.5	22.9	13.4	6.4	16	0.8	0.69	
11-06-2019	BEST-kas drain		7	2.2	<0.1	8.8	0.5	3.8	1.6	<0.1	7.5	3.8	3.7	0.8	0.5	21.7	3.1	10.2	13	1	<0.1	
2e teelt																						
30-07-2019	BEST-kas gift		5.4	1.7	1.7	3.6	0.1	3.5	1.6	<0.1	10.9	0.5	1.3	<0.1	0.7	32.3	22.2	7.8	17	0.8	0.42	
30-07-2019	BEST-kas drain		6.6	2	0.4	3.2	0.4	5.3	2.5	0.2	12.8	0.5	2.1	0.5	0.6	15.2	1.9	9.3	21	2.1	<0.1	
27-08-2019	BEST-kas gift		5.8	1.6	1.1	4.9	0.1	3.1	1.5	<0.1	10.2	0.3	1.9	0.1	0.8	42	22.6	8.3	15	1	0.48	
27-08-2019	BEST-kas drain		6	3.3	0.6	7	0.4	9.5	3.3	0.2	22.3	0.4	4.8	0.3	1.2	35.7	9.5	11.6	16	1.6	<0.1	
10-09-2019	BEST-kas gift		5.1	1.3	0.2	5	0.2	2.2	0.9	<0.1	5.6	1.2	1.3	<0.1	0.6	29.9	20.8	7.9	15	0.7	0.66	
10-09-2019	BEST-kas drain		5.5	2.8	0.4	9.2	0.4	6.4	2.4	<0.1	13.6	3.1	3.6	<0.1	1.4	23.5	9.7	7.8	13	0.6	<0.1	
01-10-2019	BEST-kas gift		5.2	1.1	<0.1	4.3	0.2	1.9	0.8	<0.1	5.4	1	1.1	<0.1	0.5	32.2	21.3	7.3	15	0.8	0.79	
01-10-2019	BEST-kas drain		5	2.8	<0.1	9.6	0.8	6.3	2.4	0.1	13.9	3	3.8	<0.1	1.4	44.5	13.5	8.2	21	0.5	<0.1	

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



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

Rapport WPR-1006

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, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten 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.