

Verlengd plukseizoen met lage energie- en CO₂ input

Onbelichte teelt low-chill aardbei

Johanna Bac-Molenaar, Anne Hunting, Frank Kempkes, Marcel Raaphorst en Tom Baeten



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Referaat

Bij Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw in Bleiswijk in een kas met ETFE-folie in het kasdek, is binnen het programma 'Kas als Energiebron' een aardbeionderzoek met low-chill rassen (hoofdras Inspire) uitgevoerd. Het onderzoek was vooral gericht op beperking van het energie- en CO₂-gebruik. Daarnaast is ook gekeken of de teeltperiode kon worden verlengd met het verkorten van de dag met een verduisteringsdoek. Het elektriciteitsverbruik voor de warmtepomp was 50 kWh/m². Bij het ontvochtigingsproces ontstond een warmteoverschot van 73 kWh/m² dat voor de verwarming kon worden gebruikt. Daarnaast werd in de winter via gas 50 kWh/m² (5,7 m³/m²) voor de verwarming gebruikt. Als dit tekort in de winter kan worden ingevuld met het genoemde warmteoverschot, dat dan in een aquifer moet worden opgeslagen, dan zou geen aardgas nodig zijn geweest. In totaal is er 10,1 kg/m² CO₂ gedoseerd. Inspire produceerde 9,2 kg/m² klasse I, wat hoger uit had kunnen vallen als de meeldauw beter zou zijn beheerst. Verduistering in mei en eerste helft juni heeft nog gezorgd voor trosinductie. De vruchtmaat was goed.

Abstract

At Wageningen University & Research, BU Greenhouse Horticulture in Bleiswijk, a strawberry study with low-chill varieties (main variety Inspire) was conducted in a greenhouse with an ETFE film roof as part of the 'Kas als Energiebron' program. The research primarily focused on reducing energy and CO₂ consumption. Additionally, it examined whether the cultivation period could be extended by shortening the day using blackout screens. The electricity consumption for the heat pump was 50 kWh/m². The dehumidification process generated a heat surplus of 73 kWh/m², which could be used for heating. In addition, during winter, 50 kWh/m² (=5,7 m³/m²) of natural gas was used for heating. If this winter shortage could have been compensated with the mentioned heat surplus, which would need to be stored in an aquifer, no natural gas would have been required. A total of 10,1 kg/m² of CO₂ was dosed. Inspire produced 9,1 kg/m² of first class fruits, which could have been higher if powdery mildew were better controlled. Blackout screens in May and the first half of June contributed to truss induction. The fruit size was good.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1483

Projectnummer: 3742354200

BO-nummer: BO-43-10-006-045 WPR

DOI: <https://doi.org/10.18174/701819>

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen University & Research en gefinancierd en gecoördineerd door Kas als Energiebron, een innovatieprogramma van het ministerie van LNV en Glastuinbouw Nederland. Mede mogelijk gemaakt door Kennis in je Kas (Kijk)



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 vervoelvoudigd, 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

Samenvatting		5
1	Introductie	7
	1.1 Relatie met voorgaand project	7
	1.2 Onderzoeksvragen	7
	1.3 Schets teelt met low-chill aardbeien in de ETFE kas	7
2	Klimaat	10
	2.1 Gerealiseerd klimaat	10
	2.1.1 Licht en schermgebruik	10
	2.1.2 Temperatuur en luchtvochtigheid	11
	2.2 Verdamping	13
	2.3 Energie	14
3	Gewasontwikkeling, productie en vruchtkwaliteit	17
	3.1 Gewasontwikkeling	17
	3.2 Gerealiseerde productie	17
	3.3 Vruchtkwaliteit	19
	3.4 CO ₂ dosering	21
	3.5 Effect van substraatverwarming	24
	3.6 Gewasbescherming	27
4	Discussie en conclusies	29
	4.1 Productie en kwaliteit	29
	4.2 Energie en CO ₂	29
Bijlage 1	Tabel gewasbeschermingsmiddelen gebruikt in de teelt	30
Bijlage 2	Biologische bestrijders uitgezet in de teelt	31
Bijlage 3	Scoutlogboek	32
Bijlage 4	Methode berekening verdamping	35

Samenvatting

Bij Wageningen UR Glastuinbouw & Bloembollen in Bleiswijk in een kas met ETFE-folie in het kasdek, is binnen het programma 'Kas als Energiebron' een aardbeionderzoek met low-chill rassen uitgevoerd. Het onderzoek was vooral gericht op beperking van het energie- en CO₂-gebruik. Daarnaast is ook gekeken of de teeltperiode kon worden verlengd met het verkorten van de dag met een verduisteringsdoek. Het hoofdras was Inspire, daarnaast waren er 3 goten met het ras Fandango.

Het elektriciteitsverbruik voor de warmtepomp was 30 kWh/m². Bij het ontvochtigingsproces ontstond een warmteoverschot van 73 kWh/m² die voor de verwarming kon worden gebruikt. Daarnaast werd er via gas 50 kWh/m² (=5,7 m³/m²) voor de verwarming gebruikt. Deze was in de winter nodig omdat de warmtepomp, die door de ontvochtiging gedreven werd in de winter niet genoeg warmte produceerde. In de zomer is dit tekort alsnog gewonnen uit de kas en in een aquifer opgeslagen. Daarmee had de kas all-electric geklimatiseerd kunnen worden zonder dat daar aardgas voor nodig zou zijn geweest. In totaal is er 10,1 kg/m² CO₂ gedoseerd.

Met behulp van een gegevens van de watergift, de drain en een weeggoet is de verdamping benaderd. De nachtverdamping is geschat op 5-10 g/m².uur. Opvallend was het verschil met metingen op een praktijkbedrijf die met 10-17 g/m².uur beduidend hoger uitkwam.

Inspire produceerde 9,2 kg/m² klasse I en Fandango produceerde 9,0 kg/m² klasse I. Dat had hoger kunnen zijn als de meeldauw beter onder controle was gebleven. Tot begin augustus werden er nieuwe trossen aangelegd bij het ras Inspire, wat liet zien dat de verduistering in mei en eerste helft juni nog gezorgd heeft voor trosinductie. De vruchtmaat was voor beide rassen goed en de refractie over het algemeen ook.

1 Introductie

1.1 Relatie met voorgaand project

Dit project is een vervolg op het door KaE gefinancierde project 'Met low-chill aardbeien naar minder energie', waarbij in 2022-2023 een teelt met low-chill aardbeien werd gerealiseerd. Details over deze teelt kunt u vinden in de rapportage (Bac-Molenaar, 2024).

Veel factoren waren in beide teeltjaren gelijk:

- De teelt vond plaats in een kas gedekt met diffuus ETFE-folie (Hortiscatter 60%, hoge lichttransmissie, hoge UV-doorlatendheid). Dit folie is klimaatbestendig omdat het extreme weersomstandigheden zoals zware regen, storm, hagel en zelfs aardbevingen kan doorstaan.
- Deze kas was uitgerust met drie schermen (aluminiumscherm, energiedoek en zonnedoek) in combinatie met de mogelijkheid tot actieve ontvochtiging. Ook de wanden waren geïsoleerd door gebruik te maken van een dubbele laag ETFE folie.
- De kas was uitgerust met een swing-systeem, gootafstand 90-95 cm in plaats van 110 cm. Hierdoor staan er meer planten per m² en wordt er meer licht onderschept.
- In beide teelten zijn de low-chill rassen Inspire en Fandango geteeld. Door de lage koude-behoefte van deze rassen strekken de trossen die gevormd worden bij korte-dag direct, zonder koude periode. Deze rassen hebben de eigenschap dat de vruchtkwaliteit goed blijft bij hogere etmalen dan die worden gehanteerd in de traditionele korte-dag rassen, zoals Elsanta.
- In beide teelten werd de daglengte verkort door gebruik te maken van een scherm (2022-2023: aluminiumscherm, 2023-2024 verduisteringsscherm).

1.2 Onderzoeksvragen

Naast het doel om energie te besparen (hoofdstuk 3) waren er in deze teelt vier focuspunten:

1. Verdamping: kan verdamping (activiteit) van de plant worden gestimuleerd in de eerste drie maanden van de teelt zonder het energieverbruik te verhogen? Om dit te onderzoeken is er een weeggoot geïnstalleerd in de kas van WUR, maar ook bij een teler met planten van dezelfde plantdatum. (Zie paragraaf 2.2)
2. Kan de CO₂ dosering efficiënter in een teelt waarin de ramen veel geopend zijn? Om dit te onderzoeken zijn er CO₂ slangen onder de goot en op de goot tussen het gewas gelegd. (Zie paragraaf 3.4)
3. Komen er meer trossen tot ontwikkeling als de dagverkorting gedaan wordt een verduisteringsscherm in plaats van met een aluminiumscherm¹? (Zie paragraaf 3.2)
4. Kan het lokaal toevoegen van warmte de ontwikkeling van de plant in de eerste drie maanden versnellen? (Zie paragraaf 3.5) Om dit te onderzoeken is er op twee goten een verwarmingsbuis geïnstalleerd tussen de goot en de bak. Hierdoor wordt de substraat temperatuur en daarmee de temperatuur van het groeipunt verhoogd.

1.3 Schets teelt met low-chill aardbeien in de ETFE kas

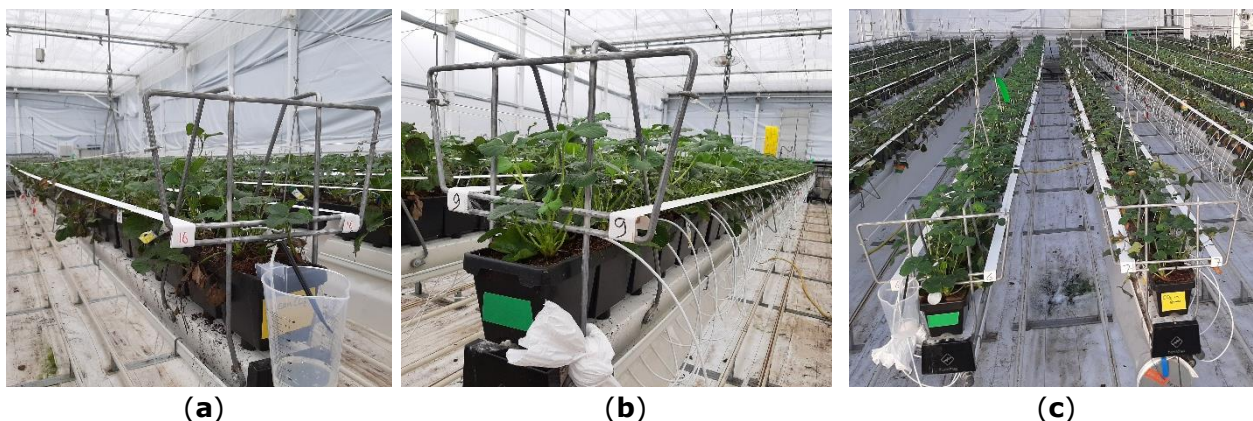
In de ETFE-kas zijn aardbeien geteeld van low-chill rassen van december 2023 tot september 2024. Het hoofdras was Inspire, daarnaast waren er 3 rijen met het ras Fandango. Plantdichtheid was 12 planten per strekkende meter, wat overeenkomt met 13 planten per m². Op 6 december 2023 (week 49) werden trayplanten van beide rassen geplant in kokos-substraat.

¹ Rapportage: Kempkes, F., Bac-Molenaar, J., Raaphorst, M. (2025) Energiegebruik bij low-chill aardbeien. Teelt van aardbeien in een ETFE kas, Wageningen University & Research WPR 1428.

Voor Inspire waren dit niet-gekoelde planten, direct van het trayveld. Voor Fandango waren dit trayplanten die even in de koeling waren gezet (99 koude-uren op het trayveld, 472 koude-uren in koelcel (-1°C)). 1 week na start werden de trossen weggeknipt die al op het trayveld tot ontwikkeling waren gekomen. Vanaf de start is gestreefd naar een etmaaltemperatuur van minstens 15 °C. Fandango wortelde snel en alle planten zaten voor kerst stevig vast in het substraat. Wortels van Inspire ontwikkelden langzamer, planten stonden tot in januari redelijk los in het substraat. Van 27 december 2023 tot 7 januari 2024 werd er belicht met LED flowering bulbs. Beide rassen gingen hierdoor strekken, Fandango iets meer dan Inspire (Figuur 1). Op 4 januari worden in Inspire de open bloemen verwijderd. De bloemen in Fandango zien er sterk en goed ontwikkeld uit, deze worden daarom niet verwijderd. Eind januari (week 4) bloeien er daarom in Fandango al veel bloemen, maar strekking van de trossen is matig (Figuur 2). De eerste vruchten worden begin maart (week 10) geoogst. Bij Inspire bloeien er pas veel bloemen in februari (week 6/7), de eerste vruchten worden half maart (week 11) geplukt.

Eind maart (week 12 Fandango en week 13 Inspire) is het hoogtepunt van de eerste flush (Figuur 3). Rond het moment van oogsten beginnen de bladeren van Fandango slungeliger te worden en gaan deze liggen (Figuur 3b). Het duurt lang voordat er na de eerste flush nieuwe bladeren verschijnen bij Fandango. Ook de bloei ligt bijna stil, waardoor er een gat van 6 weken ontstaat tussen de eerste en tweede flush. Aanleg van nieuwe bladeren en trossen loopt in Inspire beter door.

Beide rassen gaan halverwege mei pas meer strekken en vanaf dat moment is er een vol gewas (Figuur 4). De tweede flush is in beide rassen lang. Deze start eind mei en loopt door tot in juli. De derde flush komt hier snel achteraan (eind juli/begin augustus). In deze derde flush is het aantal vruchten met meeldauw symptomen hoog, vooral aan de rechterkant van de kas. Daarom worden in week 36 de planten aan de rechterzijde van de kas geruimd, terwijl de linkerzijde wordt gehandhaafd om het verloop van de bloei te volgen. Na het ruimen van de rechterzijde van de kas slaat de meeldauw ook toe aan de linkerzijde. Dit is niet in toom te houden met gewasbeschermingsmiddelen. Daarnaast zijn er eind september in 60 tot 70% van de planten geen nieuwe trossen te zien. Er is dus niet op korte termijn een vierde flush te verwachten. Daarom wordt de proef in week 39 geëindigd.



Figuur 1 *Strekking van Inspire (a) en Fandango (b) op 12 januari (week 2). (c) Overzichtsfoto, links Fandango, rechts Inspire.*



Figuur 2 Fandango is eind januari (week 4) al in volle bloei, maar trossen strekken weinig.



(a)



(b)

Figuur 3 18 maart, 1e flush, Inspire (a) en Fandango (b).



(a)



(b)

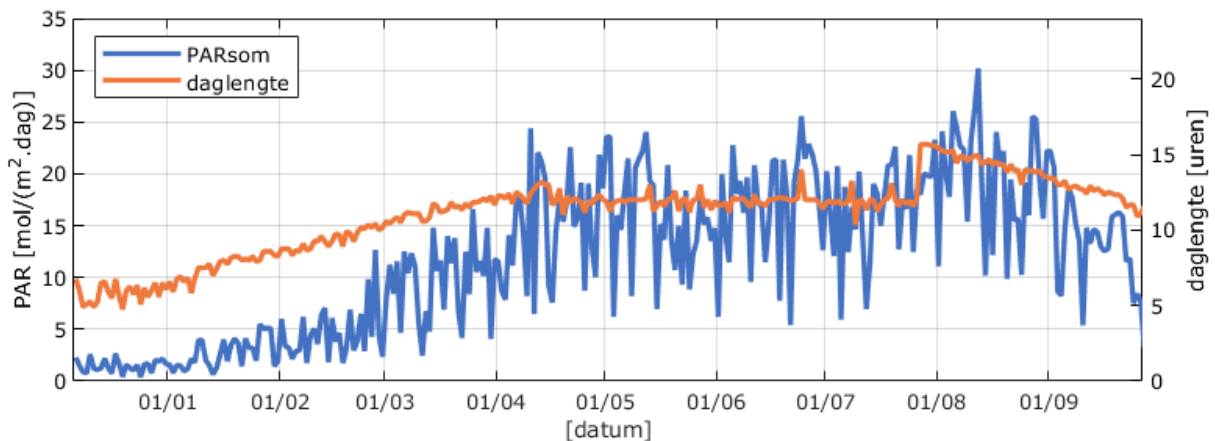
Figuur 4 17 juni, 2e flush, een vol gewas, Inspire (a) en Fandango (b).

2 Klimaat

2.1 Gerealiseerd klimaat

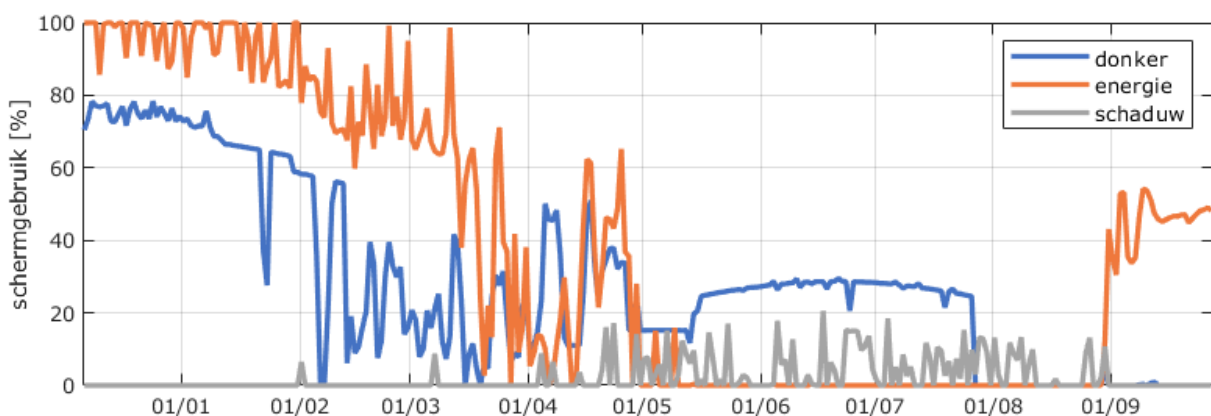
2.1.1 Licht en schermgebruik

In deze onbelichte teelt was de hoeveelheid licht die de planten ontvingen sterk afhankelijk van het seizoen. In de eerste drie maanden van de teelt waren de lichtniveaus erg laag; gemiddeld voor december 1,5 mol/m², voor januari 2,7 mol/m² en voor februari 4,6 mol/m² (Figuur 5). Vanaf 16 april tot 26 juli is er een daglengte aangehouden van 12 uur. Tijdens deze periode ontvingen de planten gemiddelde 16,1 mol licht per m² per dag met als maximum 25,6 mol/m² en als minimum 5,4 mol/m². Na 26 juli is de natuurlijke daglengte aangehouden, vanaf september neemt het licht dan duidelijk af.



Figuur 5 Gemeten hoeveelheid licht (Photo-active radiation, PAR, mol/m²) en de daglengte (uur) die de planten in de kas per dag hebben ontvangen gedurende de teeltperiode.

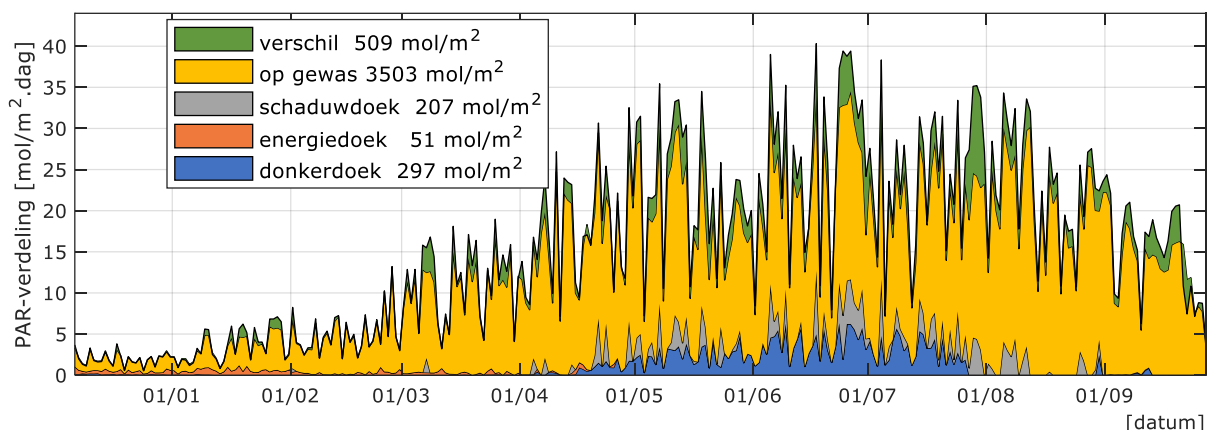
Zonlicht wordt deels tegengehouden door kasdek en schermen. In Figuur 6 is het schermgebruik per etmaal van de drie schermen weergegeven.



Figuur 6 Schermgebruik van het donker-, energie- en schaduwdoek per etmaal.

De hoeveelheid door het donkerdoek weggeschermd licht is bepaald door te stellen dat het kasdek, het donkerdoek, het energiedoek en het schaduwdoek een vaste lichttransmissie hebben van respectievelijk 65%, 0%, 73% en 63%, hetgeen een overschatting van de meting is gebleken, want de (berekende) hoeveelheid PAR op het gewas zou volgens deze aannamen 4012 mol/m² moeten zijn, terwijl de gemeten hoeveelheid PAR slechts 3503 mol/m² is geweest (Figuur 7; 'op gewas' en Figuur 5; 'PARsom'). De lichttransmissies van schermen en kasdek zijn dan ook eigenlijk geen vaste waarden, maar afhankelijk van de hoek van lichtinval en vervuiling.

De berekende lichtverliezen (in mol/(m².jaar)) door de schermen zijn weergegeven in Tabel 1. Deze zijn gebaseerd op de berekende hoeveelheid PAR onder het kasdek en boven de schermen. Voor de dagen dat de lichttransmissie door de schermen is overschat zal het werkelijke lichtverlies door de schermen uiteraard groter zijn dan berekend. Maar voor de dagen dat de lichttransmissie van het kasdek is overschat zal het lichtverlies door schermen ook kleiner kunnen zijn dan berekend in Figuur 7 en Tabel 1. Rekening houdend met deze onzekerheden, wordt in dit rapport gerekend met de waarden in Tabel 1.



Figuur 7 Verdeling van de berekende hoeveelheid PAR (mol/m²) onder het kasdek over gewas, schaduwdoek, energiedoek en donkerdoek gedurende de gehele teelt. 'verschil' betreft het verschil tussen berekende en gemeten hoeveelheid PAR.

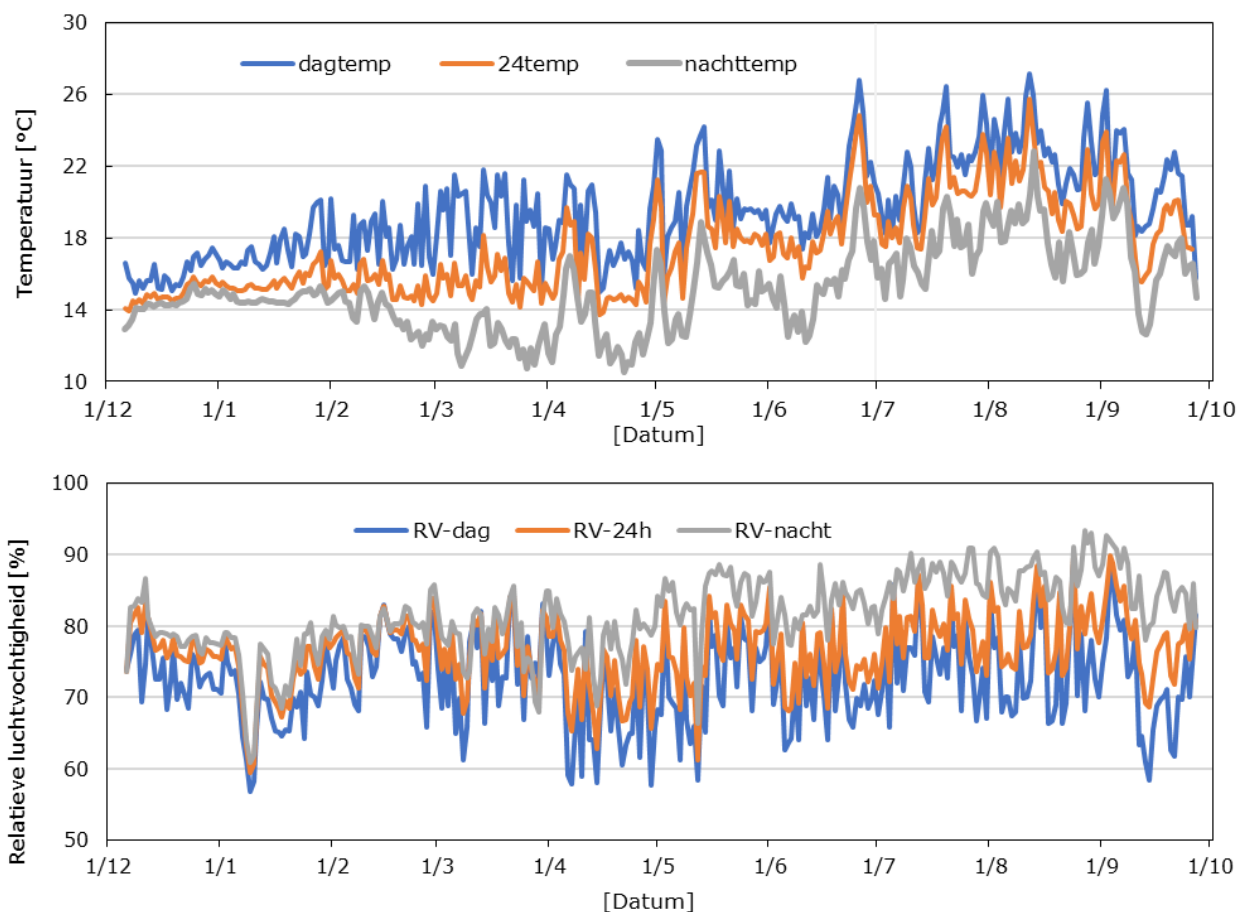
Tabel 1 Berekend en gemeten hoeveelheid PAR en het lichtverlies door schermen.

Berekend	4012 mol/m ²	t.o.v. berekend
Gemeten	3503 mol/m ²	87%
Verlies schaduwdoek	207 mol/m ²	5%
Verlies energiedoek	51 mol/m ²	1%
Verlies donkerdoek	297 mol/m ²	7%

2.1.2 Temperatuur en luchtvochtigheid

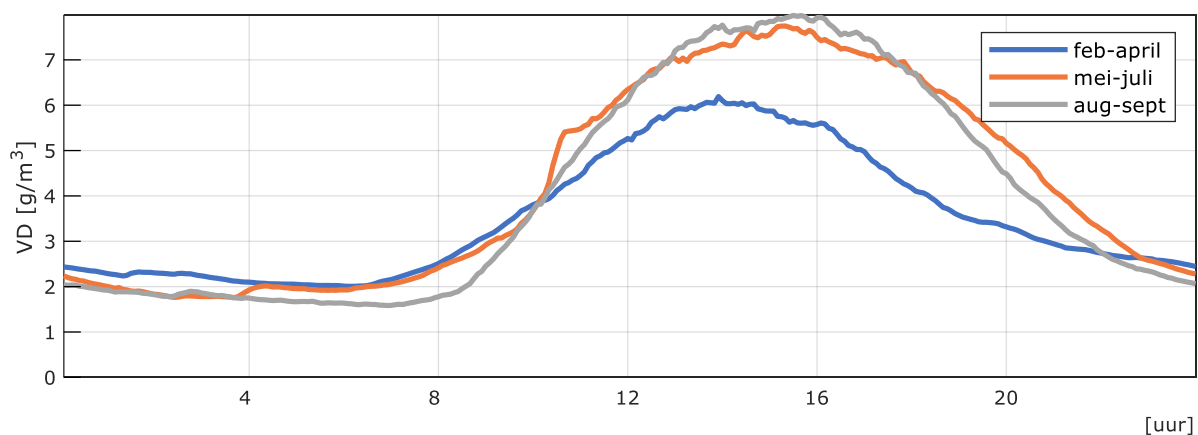
De etmaaltemperatuur is redelijk constant geweest in de eerste drie maanden van de teelt, met een gemiddelde etmaaltemperatuur van 15,4 graden (Figuur 8). Door het toenemende licht wordt het verschil tussen dag en nacht (DIF) in de eerste drie maanden snel groter met een verschil van 1,6 graden in december, 2,6 graden in januari en 4,0 graden in februari. Vanaf begin mei wordt de etmaaltemperatuur geleidelijk hoger, zowel de dag- als de nachttemperatuur wordt vanaf dat moment bepaald door de gerealiseerde temperatuur buiten.

Het verschil in relatieve luchtvochtigheid (RV, Figuur 8) overdag en 's nachts was in de eerste drie maanden relatief klein, gemiddelde 78% 's nachts en 73% overdag. Opvallend is week 2. Tijdens deze week vriest het buiten waardoor er veel water condenseert op de gevel en de RV lager is dan tijdens de andere weken. Vanaf het moment dat de dag verkort werd tot 12 uur (halverwege week 14) wordt het verschil tussen dag en nacht groter. Eind augustus en begin september (week 35, 36) is de RV 's nachts het hoogst.



Figuur 8 Verloop van de gemiddelde temperatuur (°C) en de relatieve luchtvochtigheid (RV, %) gedurende de dag, de nacht (uren dat het donker was in de kas) en het etmaal, weergegeven als weekgemiddelden.

Als we het etmaalverloop van het vochtdeficit (VD) tijdens verschillende perioden bekijken (zie Figuur 9), dan blijkt dat deze telkens aan het einde van de nacht het laagst is. De grootste verschillen tussen het VD overdag en in de nacht vinden in het najaar plaats, waarbij overdag veel geventileerd wordt en 's nachts nauwelijks condensatie tegen het kasdek plaatsvindt.

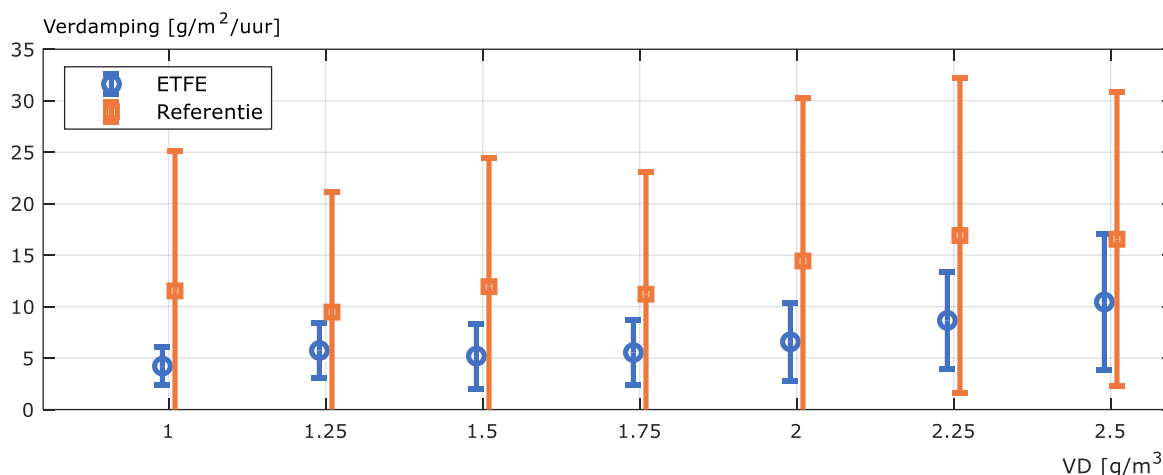


Figuur 9 Cyclisch gemiddelde etmalen van het VD (g/m³) in de periode februari-april, mei-juli en augustus-september.

2.2 Verdamping

De verdamping in de ETFE-kas is vergeleken met die van een referentiebedrijf met hetzelfde ras. Een uitgebreide beschrijving van deze vergelijking is te vinden in Bijlage 4. In deze paragraaf wordt vooral gekeken naar de nachtverdamping in de periode waarin klimaatdata van het referentiebedrijf zijn ontvangen.

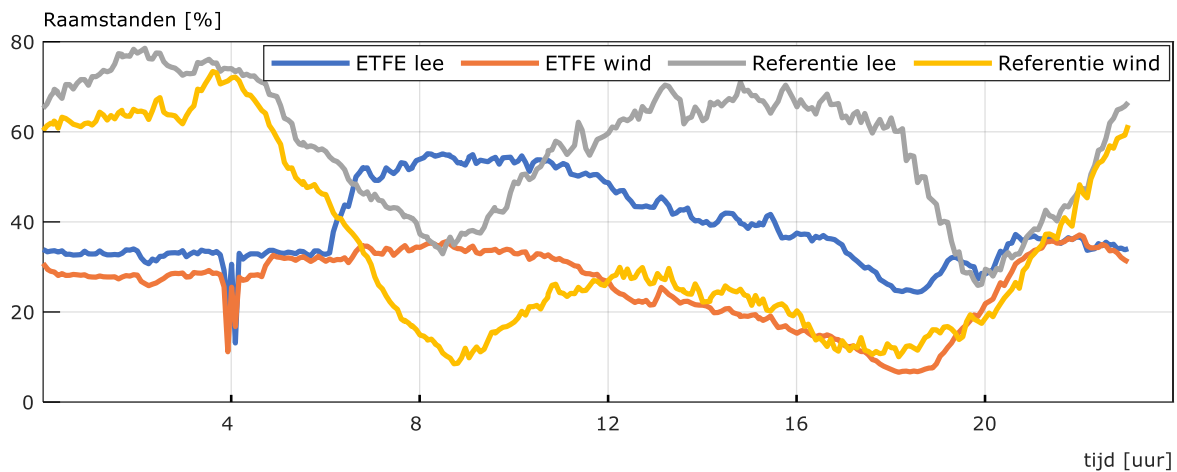
Verdamping is te stimuleren zowel overdag als in de nacht, door een hoger vochtdeficit aan te houden. Dit leidt echter ook tot een grotere ontvochtigingsvraag, wat extra energie kost om het verdampende vocht af te voeren. Wat opvalt bij de vergelijking is dat de verdampingswaarden bij het referentiebedrijf aanzienlijk hoger liggen dan bij de ETFE-kas, specifiek in het gebied met een VD tussen de 1 en 2 g/m³. Opmerkelijk is dat bij de ETFE geen enkele verdampingswaarde boven de 20 g/(m².uur) wordt geregistreerd binnen dit VD-bereik. De analyse is beperkt tot het gebied dat wordt aangeduid met de rode ellipsen in Bijlage 4, aangezien zich daar het grootste deel van de datapunten bevindt, wat de betrouwbaarheid van de vergelijking tussen beide opstellingen vergroot. In Figuur 10 zijn ranges van het VD op de X-as uitgezet en zowel het gemiddelde als de standaarddeviatie van de verdamping zijn weergegeven.



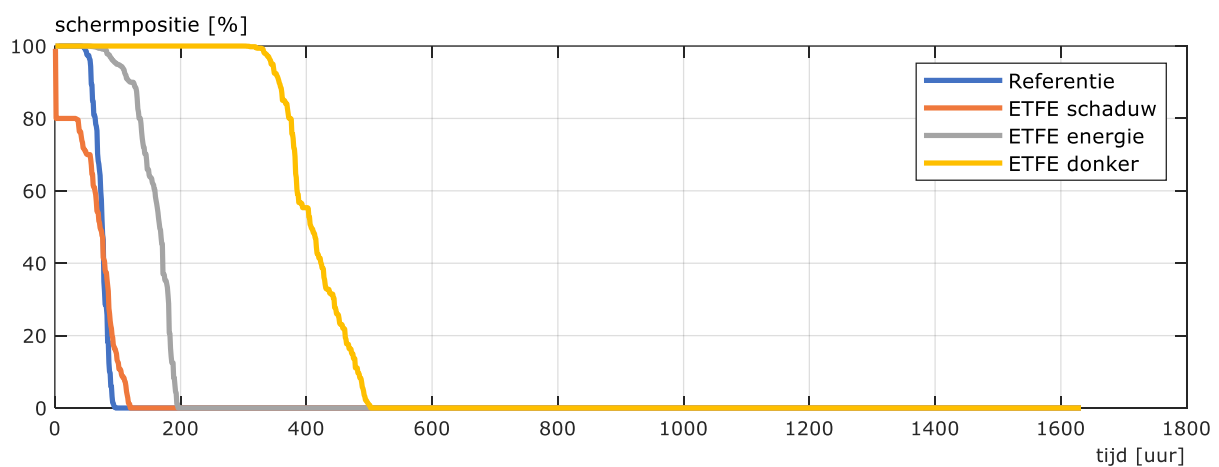
Figuur 10 Gemiddelde nachtverdamping bij de ETFE-kas en het referentiebedrijf bij verschillende ranges van het vochtdeficit van 14 april tot 21 juni.

De gemiddelde verdamping per range minus de standaarddeviatie komt soms onder nul. Dit is een gevolg van het uitgangspunt van een normale statistische verdeling en heeft geen fysische betekenis. Verder valt op dat de verdamping bij de referentie-opstelling gemiddeld hoger ligt dan bij de ETFE-kas, wat overeenkomt met de grotere spreiding die ook zichtbaar is in Figuur 36 ten opzichte van Figuur 37. Voor beide systemen geldt dat een lager VD gepaard gaat met een lagere verdamping, al blijft de vraag waarom de nachtelijke verdamping bij gelijke VD-waarden toch hoger ligt bij het referentiebedrijf. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn verschillen in luchtbeweging (raamstanden, schermgebruik), (uit)straling (buitenklimaat, schermgebruik, buisverwarming), bladoppervlak en EC. Daarnaast is bij de ETFE-kas daglengtebeperking toegepast, en niet bij de referentie, maar dat heeft hooguit invloed op de etmaalverdamping, terwijl in Figuur 10 alleen de nachtverdamping is vergeleken.

In Figuur 11 en Figuur 12 zijn de raamstanden en de schermposities weergegeven. Hoewel de ETFE-kas doorlopende nokluchting had en het referentiebedrijf gecompartmenteerde dakramen, geeft de raamstand wel een indicatie voor de mate van luchtverversing en luchtbeweging in de kas. Figuur 12 laat met belastingduurkrommen over de periode 14 april tot 21 juni, zien dat het scherm van het referentiebedrijf minder is ingezet dan de schermen in de ETFE-kas. Het scherm is na 1 mei niet meer gebruikt bij het referentiebedrijf en de ramen stonden open in de nacht. Het donkerdoek in de ETFE-kas is in deze periode iedere nacht nog dicht gestuurd wat invloed heeft op de verdamping doordat het gewas minder luchtbeweging krijgt, terwijl de luchtramen bij het referentiebedrijf verder open staan. Een andere verklaring voor verschillen in verdamping kan gezocht worden in de mate en snelheid van afkoeling van de kas tijdens de avond. Door sneller af te koelen daalt het VD, maar de verdamping van het nog relatief warme gewas zal pas later afnemen tot een gestabiliseerde nachtsituatie is ontstaan.



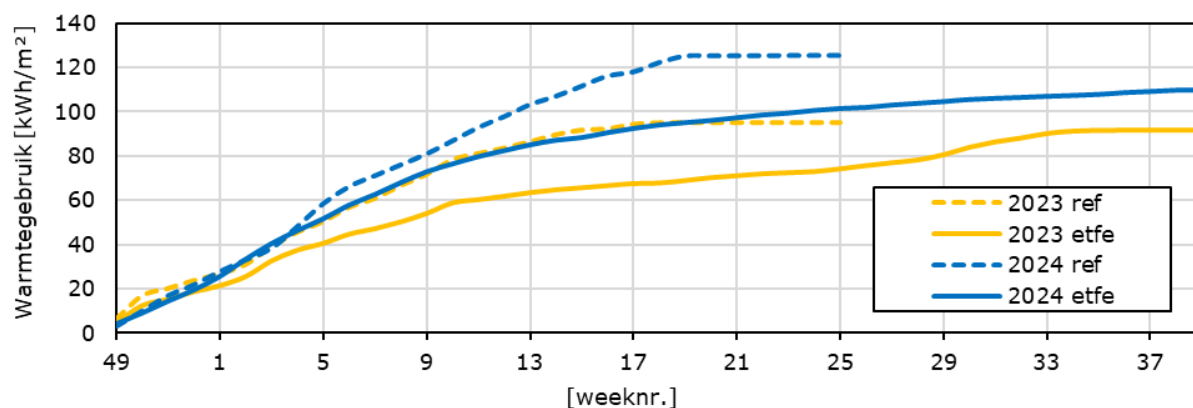
Figuur 11 Cyclisch gemiddelde van de raamstanden ETFE en referentiebedrijf tussen 14 april en 21 juni.



Figuur 12 Hoeveelheid tijd en positie van de scherm tussen 14 april en 21 juni van de ETFE-kas (schaduw-, energie- en donkerdoek) en referentie bedrijf.

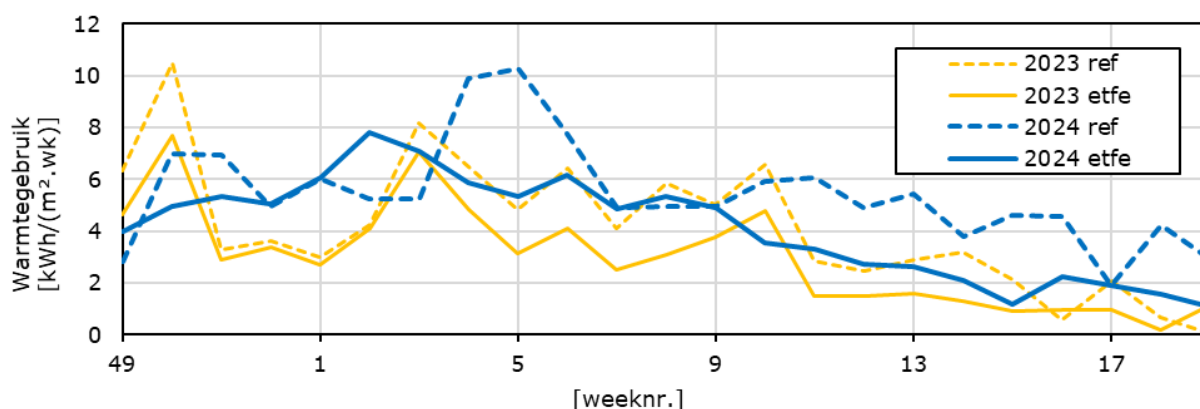
2.3 Energie

Als het warmtegebruik van de ETFE-kas wordt vergeleken met dat van een referentiebedrijf (Figuur 13) dan valt op dat het warmtegebruik in de winterperiode laag ligt. Maar waar het referentiebedrijf rond week 19 stopt met verwarmen, blijft de ETFE-kas warmte inzetten voor de naverwarming van de luchtbehandelingskasten. Bovendien is van het referentiebedrijf het warmtegebruik in zomer en najaar niet bekend. Het bepalen van de jaarlijkse energiebesparing van de ETFE-kas is daarmee alleen mogelijk door ervan uit te gaan dat het referentiebedrijf dan geen warmte gebruikt.



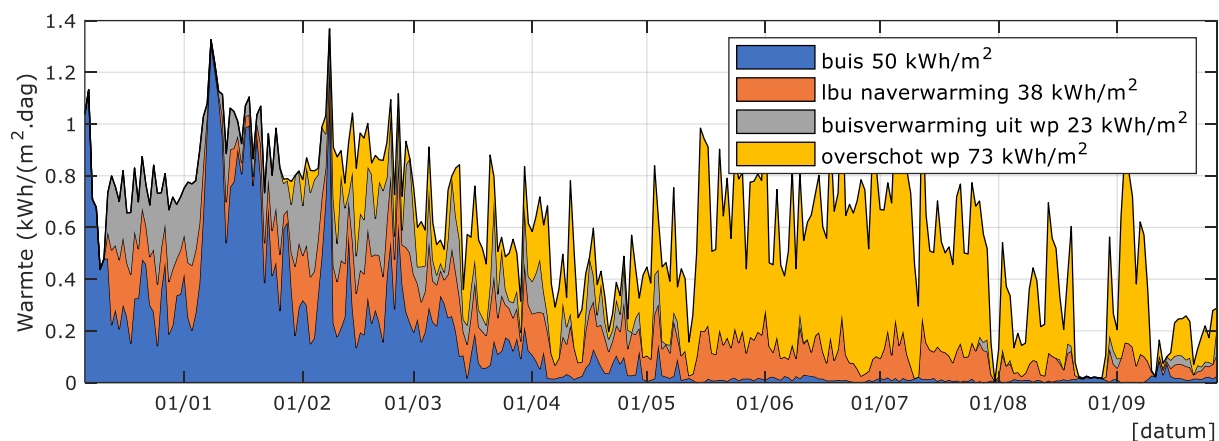
Figuur 13 Cumulatie warmtegebruik (kWh/m^2) in de teeltseizoenen van 2023 en 2024 bij de ETFE-kas en een referentiebedrijf.

Figuur 14 laat voor week 49 t/m 19 van 2023 en 2024 zien hoe het warmtegebruik bij de ETFE-kas zich verhielt tot dat van het referentiebedrijf. Hieruit blijkt dat de ETFE-kas gemiddeld over deze periode lager lag, maar de schommelingen van vooral seizoen 2024 laten zien dat dit sterk afhangt van de gehanteerde teeltstrategie die blijkbaar per week op beide bedrijven kon verschillen. Zowel bij het praktijkbedrijf als de ETFE-kas lag het warmtegebruik in 2024 hoger dan in 2023. In 2023 lag het warmtegebruik bij de ETFE-kas over vrijwel alle weken lager dan bij het praktijkbedrijf. In 2024 lag het warmtegebruik bij de ETFE-kas soms iets hoger dan bij het praktijkbedrijf. Na week 10 van 2024 lag het warmtegebruik bij ETFE duidelijk lager.



Figuur 14 Warmtegebruik per week tot en met week 19 in de ETFE-kas en het referentie praktijkbedrijf in het seizoen van 2023 en 2024.

De klimatisering is gerealiseerd via buisverwarming en via de luchtbehandelingskasten. Via de luchtbehandelingskasten is ook warmte-onttrokken voor de ontvochtiging. Deze geoogste warmte is opgewaardeerd in een warmtepomp om daarna te gebruiken voor naverwarming van de ontvochtigde kaslucht. Het restant is altijd gebruikt om de buizen nog meer te verwarmen omdat dit technisch niet anders kon worden uitgevoerd. Daardoor is ook vaak warmte in de kas gestopt die niet nodig was. Om onderscheid te maken tussen nuttige warmte en warmte die had kunnen worden opgeslagen voor andere momenten, is gesteld dat op de momenten dat kastemperatuur meer dan 3 °C boven het setpoint ligt, de ingezette warmte niet nodig is. In Figuur 15 is dat weergegeven als 'buisverwarming uit wp' voor nodige warmte en 'overschot wp' als warmte die moet worden opgeslagen. In een praktijksituatie zal de warmtepomp minder vaak draaien en met buitenlucht moeten worden ontvochtigd, want het gebruik van de warmtepomp in de zomer leidt tot een erg groot warmte-overschot (73 kWh/m²) dat in een WKO moet worden opgeslagen.



Figuur 15 Warmte-inzet per etmaal (kWh/m²) van de directe buisverwarming, de naverwarming in de luchtbehandelingskasten, de nuttig ingezette verwarming uit geoogste warmte en het warmte-overschot.

Tabel 2 Vergelijk tussen ETFE-kas en een praktijkbedrijf in de seizoenen 2022-2023 en 2023-2024.

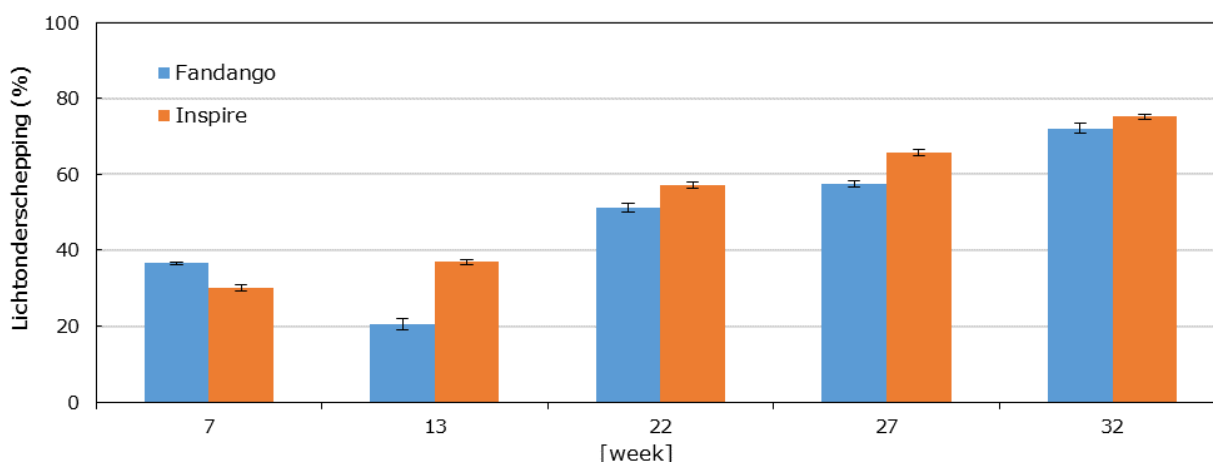
		2022-2023		2023-2024		
		ETFE	Praktijk-bedrijf	ETFE	Praktijk-bedrijf	
Verbruik	CO ₂ dosering	6,6	NA	10,1	NA	kg/m ²
	Warmteproductie	123	95	183	127	kWh/m ²
	Ketel (kWh)	54	95	50	127	kWh/m ²
	Ketel (gas=kWh/8,8)	6,1	10,7	5,6	14,2	m ³ /m ²
	Warmte uit ontvochtiging	111		133		kWh/m ²
	waarvan naverwarming LBU	27		38		kWh/m ²
	waarvan naar onderbuis	38		23		kWh/m ²
	waarvan voor WKO	46		73		kWh/m ²
	Elektriciteit (warmtepomp)	27		30		kWh/m ²
Productie	Totaal (hoofdras Inspire)	10,7		10,9	NA	kg/m ²
	waarvan Klasse I	8,9		9,2	7,0	kg/m ²

De invloed van DIF op het energiegebruik is in deze proef niet aangetoond. Daarvoor was de variatie in DIF te klein. In principe geldt dat bij een hoge DIF in de ochtend meer warmte moet worden ingezet om de kas weer op de juiste dagtemperatuur te krijgen. In de ETFE-kas is in de beginperiode een kleine DIF aangehouden (zie Figuur 8), terwijl dan juist veel energie is gebruikt (zie Figuur 15) vanwege de lage buitentemperatuur en instraling.

3 Gewasontwikkeling, productie en vruchtkwaliteit

3.1 Gewasontwikkeling

Op 5 momenten in de teelt is de lichtonderschepping gemeten (Figuur 16). Voor beide rassen is te zien dat het gewas over de tijd groter wordt. In week 7 was het ras Fandango meer gestrekt dan Inspire (zie paragraaf 1.3) wat resulteerde in een hogere lichtonderschepping voor Fandango dan voor Inspire. In week 13 zien we het omgekeerde, lichtonderschepping van Inspire is beduidend hoger dan van Fandango. Dit komt doordat de bladeren van Fandango naar buiten zakten (zie Figuur 3b). Vanaf mei is de lichtonderschepping voor beide rassen boven de 50%, er staat vanaf dan een vol gewas in de kas voor beide rassen.



Figuur 16 Lichtonderschepping (%) gemeten op 5 momenten in de teelt in de rassen Fandango en Inspire.

3.2 Gerealiseerde productie

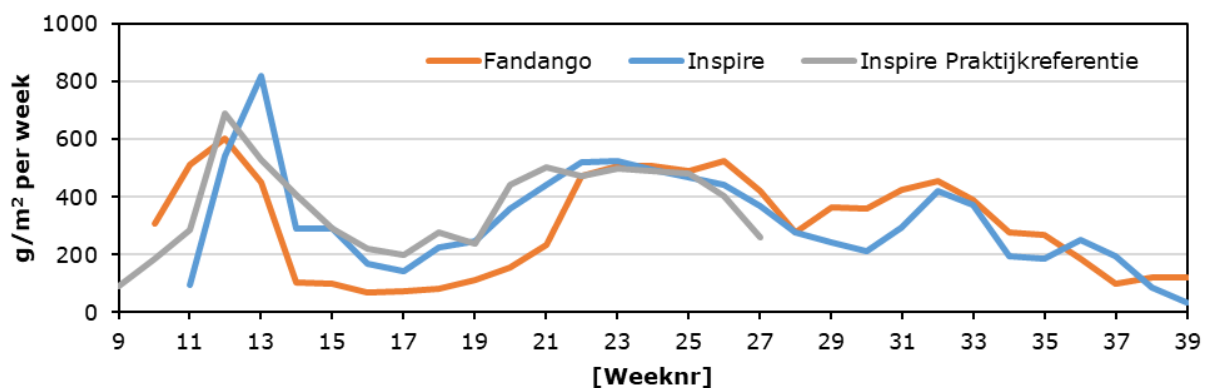
Het hoofdras dat geteeld werd was Inspire. Dit ras is gebruikt voor teeltbeslissingen, zoals klimaatinstellingen en inzet van flowering lampen. Als tweede ras werd Fandango geteeld.

De productie van Fandango startte één week eerder dan van Inspire (Figuur 17). Dit kwam doordat er begin januari in Inspire nog open bloemen zijn verwijderd, terwijl in Fandango alle bloemen intact zijn gelaten (zie paragraaf 1.3). De productie verloopt in golven die kunnen worden onderverdeeld in drie perioden: 1^e flush van start tot week 17, de 2^e flush van week 18 tot week 29, en de 3^e flush van week 30 tot het einde van de teelt. Als de 1^e flush over gaat in de 2^e flush is er in beide rassen een periode waarin er weinig vruchten worden geplukt (<250 g). Deze periode is veel langer voor Fandango dan voor Inspire. Tussen de tweede en derde flush is de afname in productie van zeer korte duur. Gedurende de derde flush is er in Inspire een golfpatroon te zien, wat wellicht duidt op twee flushes zeer dicht achter elkaar. Voor Fandango is dit golfpatroon minder duidelijk. Producties van beide rassen gedurende de flushes en de totaal productie is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Productie (kg/m², klasse I of alle klassen tezamen (totaal)) van de rassen Fandango en Inspire gedurende de 1e, 2e, en 3e flush en over de gehele productieperiode.

Ras	Kwaliteit	1e flush	2e flush	3e flush	Totaal
Fandango	Klasse I	2,2	4,1	2,7	9,0
	Totaal	2,5	4,6	3,4	10,5
Inspire	Klasse I	2,3	4,6	2,2	9,2
	Totaal	2,6	5,0	3,3	10,9

Hoewel het productiepatroon in de eerste flush nogal verschillend is tussen de twee rassen is de totale productie van eerste klas vruchten bijna gelijk (Tabel 3, Fandango 9,0 kg/m² en Inspire 9,2 kg/m²). Ook de vruchtgroottes van de eerste klas vruchten zijn voor beide rassen bijna gelijk.



Figuur 17 Productie in ETFE-kas en bij praktijkreferentie (g/m² per week) gedurende de teeltperiode.

Het productiepatroon was op het bedrijf dat als praktijkreferentie diende bijna identiek aan het productiepatroon in de ETFE kas. De praktijkreferentie had de teelt beëindigd in week 27 omdat er op dat moment bijna geen vruchten meer hingen. In de ETFE-kas liep de productie ook na week 27 door, omdat we met verduistering de daglengte hadden verkort tot 12 uur. Dit laat zien dat de dagverkorting geen negatieve invloed heeft gehad op de productie, hoewel er wel op jaarbasis 297 mol/m² licht (zie Figuur 7) door het donkere doek is weggeschermd ($\pm 7\%$).

Dagverkorting resulteert in een verlenging van de productie doordat de korte-dag de aanleg van nieuwe bloemtrossen heeft gestimuleerd. Het donkerder doek in het seizoen van 2023-2024 had hier niet meer effect op dan met alleen een aluminium-doek tijdens de teelt van 2022-2023. In de ETFE-kas neemt de productie na week 34 af. Dit heeft er waarschijnlijk mee te maken dat de etmaaltemperaturen vanaf mei toenamen. Het is bekend dat bij hogere temperaturen de plant een kortere dag nodig heeft om bloemen te blijven aanleggen.²

² HEIDE, O.M. (1977), Photoperiod and Temperature Interactions in Growth and Flowering of Strawberry. *Physiologia Plantarum*, 40: 21-26. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1977.tb01486.x>

Ito, Hideo, and Takasi Saito. "Studies on the flower formation in the strawberry plants." *Tohoku J. Agric. Res* 13 (1962): 191-203.

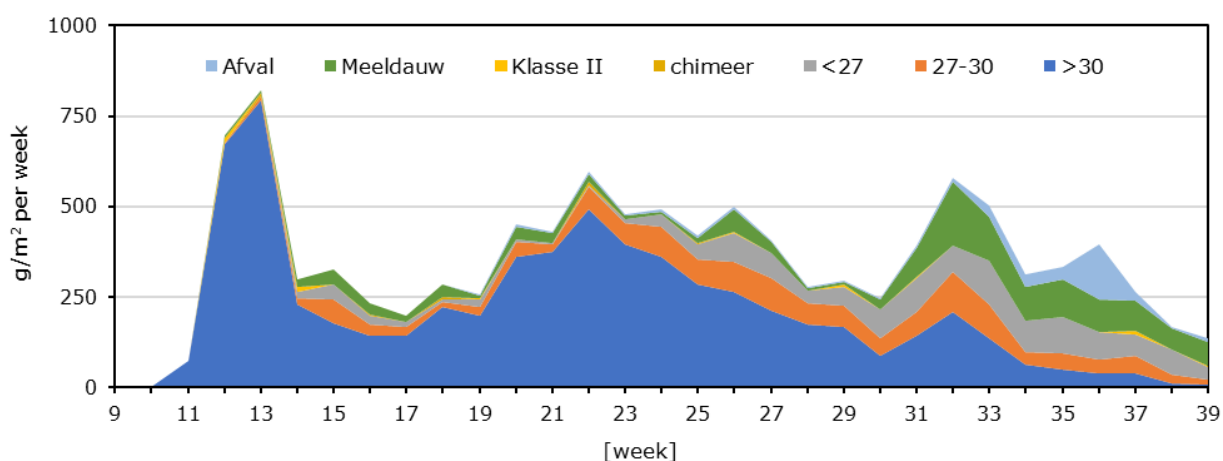
Philip J. Stewart 1 & Kevin M. Folta. "A Review of Photoperiodic Flowering Research in Strawberry (*Fragaria* spp.)" Pages 1-13

Jonkers, H. (1965). *On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberries*. [internal PhD, WU]. Veenman. <https://doi.org/10.18174/187404>

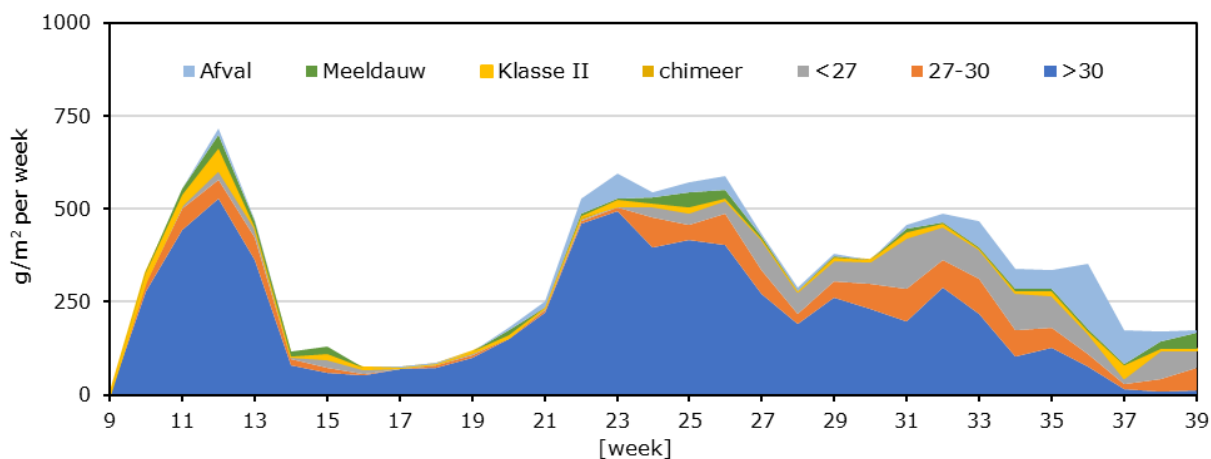
Stewart, P. J., & Folta, K. M. (2010). A Review of Photoperiodic Flowering Research in Strawberry (*Fragaria* spp.). *Critical Reviews in Plant Sciences*, 29(1), 1-13. <https://doi.org/10.1080/07352680903436259>

3.3 Vruchtkwaliteit

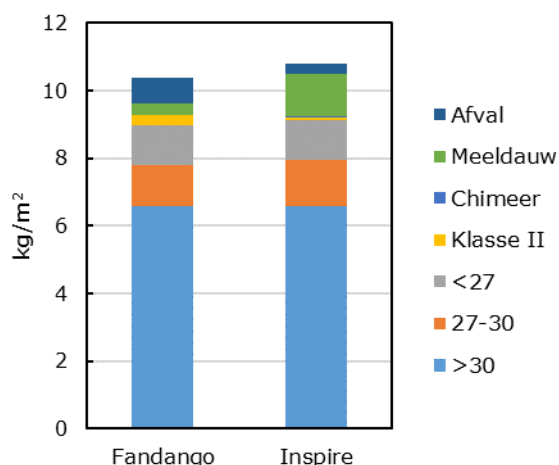
De kwaliteit en de grootte van de geplukte vruchten neemt af over tijd in beide rassen (Figuur 18 en Figuur 19). Bij de start van de teelt vallen bijna alle vruchten in Klasse I voor beide rassen. Ook hebben de vruchten bijna allemaal een diameter van meer dan 30 mm. Vanaf week 23 worden er ook veel vruchten geplukt met een diameter kleiner dan 27 mm. Daarnaast werden er in Inspire vanaf week 15 meer vruchten met meeldauwsymptomen geplukt dan in Fandango, 11,5% versus 3,2% (Figuur 18 t/m Figuur 20). Opvallend is dat in beide rassen er meer meeldauw wordt waargenomen in de rechterzijde van de kas vergeleken met de linkerzijde (Zie paragraaf 7 'Gewasbescherming'). In Fandango zijn meer vruchten geplukt in de klasse 'Afval', dit zijn voornamelijk vruchten die slecht gezet zijn en daarom ernstig waren misvormd, 7,5% versus 3,0% (Figuur 18 t/m Figuur 20). In Inspire zijn er gedurende de productieperiode chimeervruchten geplukt maar over het totaal gezien is dit een verwaarloosbare hoeveelheid (30 g/m²).



Figuur 18 Productie Inspire gedurende de teeltperiode verdeeld naar de kwaliteitsklassen (Klasse I >30 mm, Klasse I 27-30 mm, Klasse I <27 mm, chimeervruchten, Klasse II, vruchten met meeldauw, afval).

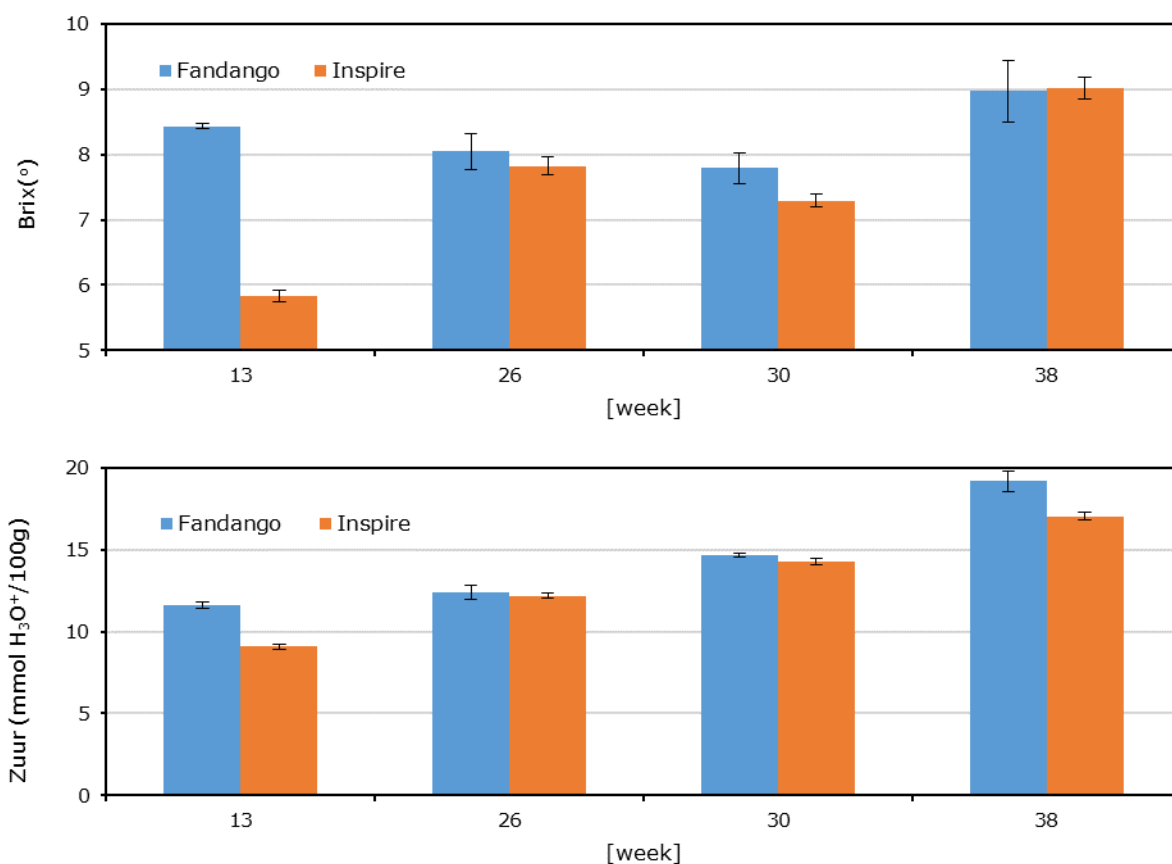


Figuur 19 Productie Fandango gedurende de teeltperiode verdeeld naar de kwaliteitsklassen (Klasse I >30 mm, Klasse I 27-30 mm, Klasse I <27 mm, chimeervruchten, Klasse II, vruchten met meeldauw, afval).



Figuur 20 Productie voor de rassen Fandango en Inspire verdeeld naar de kwaliteitsklassen (Klasse I >30 mm, Klasse I 27-30 mm, Klasse I <27 mm, chimeervruchten, Klasse II, vruchten met meeldauw, afval).

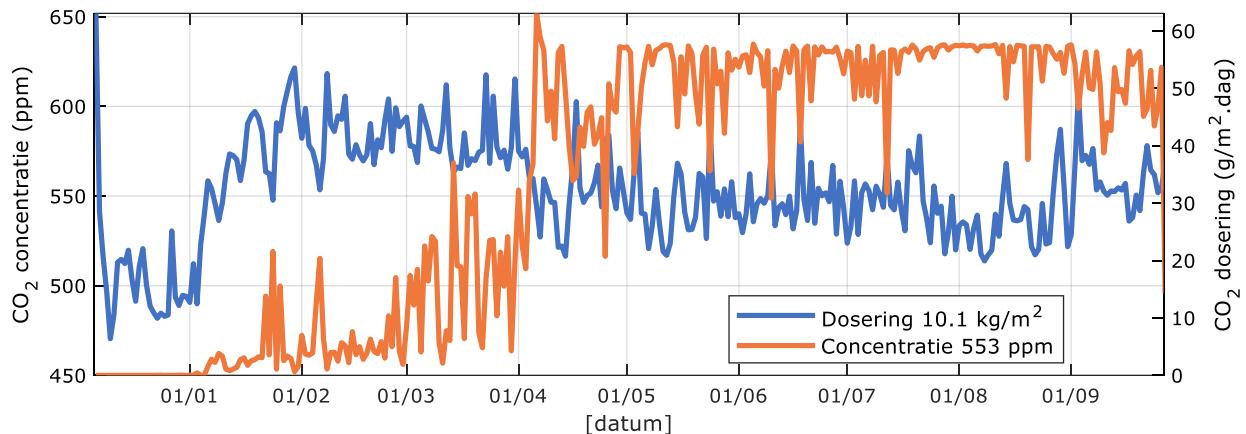
Op 4 momenten in de teelt werden de brix en het zuurgehalte gemeten om een indicatie te krijgen van de smaak van de vruchten (Figuur 21). Bij start van de teelt (week 13) hadden vruchten van Inspire een lage Brix (5,8°) en laag zuurgehalte (9,1 mmol H₃O⁺/100g). Dit werd ervaren als een waterige smaak. In de week 30 is de Brix in Inspire ook wat lager (7,2°), maar het zuurgehalte is dan niet laag (14,3 mmol H₃O⁺/100g), waardoor er geen waterige smaak ontstaat. Brix in het ras Fandango is altijd boven de 7,5°. Het zuurgehalte neemt in beide rassen toe over de tijd.



Figuur 21 Brix (°) en zuurgehalte (mmol H₃O⁺/100g) in vruchten van de rassen Fandango en Inspire in de weken 13, 26, 30 en 38.

3.4 CO₂ dosering

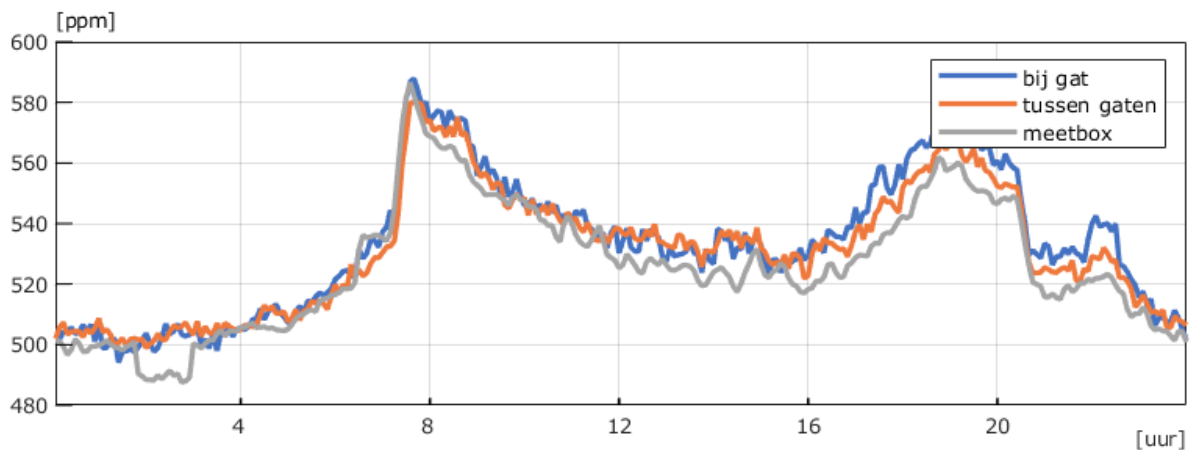
In de maand december is er geen CO₂ gedoseerd (Figuur 22), de planten zijn dan nog erg klein. In januari en februari was het mogelijk de CO₂ concentratie overdag tussen de 550 en 600 ppm te houden terwijl er bijna niet werd gedoseerd. Dit was mogelijk doordat de ramen en het energiedoek vaak dicht waren om de warmte binnen te houden. Vanaf maart waren de ramen vaker open en nam de gedoseerde hoeveelheid CO₂ toe. Vanaf mei tot het einde van de proef wordt er gemiddeld per dag 53 g/m² CO₂ gedoseerd. In het totaal is er in de proef 10,1 kg/m² CO₂ gedoseerd.



Figuur 22 Gerealiseerde CO₂ concentratie (ppm) in de kas gedurende de dag, en de hoeveelheid gedoseerde CO₂ (g/m²) per dag gedurende de proef.

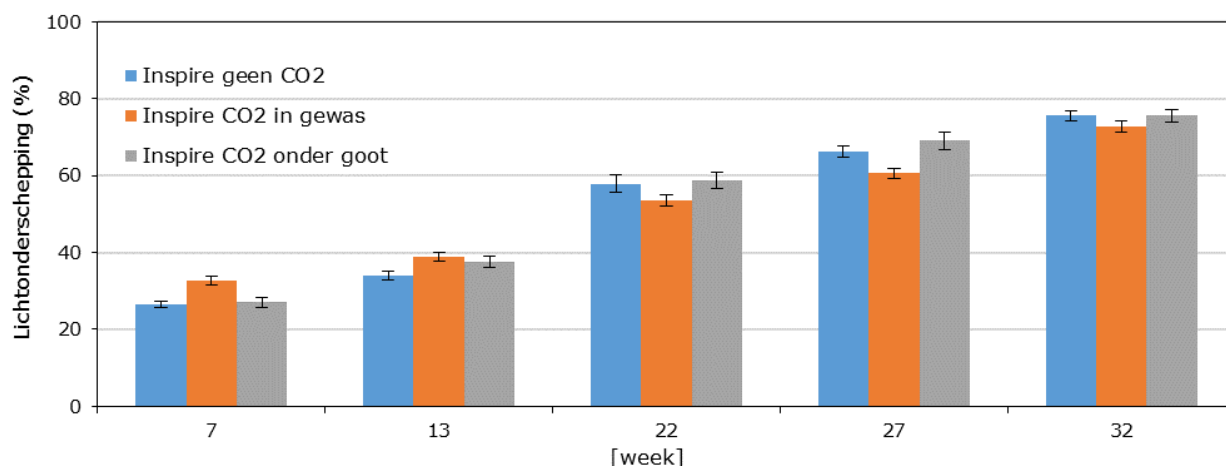
CO₂ (zuiver) werd op twee manieren gedoseerd. Met slangen die onder de goot waren bevestigd en door slangen die in het gewas op de bakken waren gelegd. Omdat de capaciteit van de gebruikte slangen hoog was, was het niet nodig om bij elke goot een CO₂ slang te installeren. Er waren dus ook goten zonder CO₂ slang. Daarnaast was de steekmaat tussen twee uitstroomgaatjes in de slang ca. 2 meter.

In Figuur 23 zijn de CO₂-metingen dichtbij (enkele cm) het gat waar de CO₂ uit de slang stroomt (uitstroomopening) en tussen twee uitstroomopeningen (afstand ca. 100 cm tot het gat) met een cyclisch gemiddelde vergeleken met de metingen van de centrale meetbox waarop het klimaat en de CO₂ dosering wordt gestuurd. De positionering van de CO₂ doseerslang was op de bakken zodat deze geheel in het gewaspakket was opgenomen. Hiermee moet worden aangetekend dat de metingen van de tussen de gaten en die van de meetbox over deze periode zijn verhoogd, respectievelijk verlaagd met 40 ppm om op gelijke nachtwoorden uit te komen. Het is namelijk aannemelijk dat tijdens de nacht, als er niet wordt gedoseerd, de CO₂-concentraties over de hele kas gelijkmatig zijn verdeeld. De lijnen van de drie metingen lopen hierdoor nauwelijks uiteen, waarmee kan worden geconcludeerd dat de afstand tot de CO₂-slang de gemiddelde concentratie niet beïnvloedt.



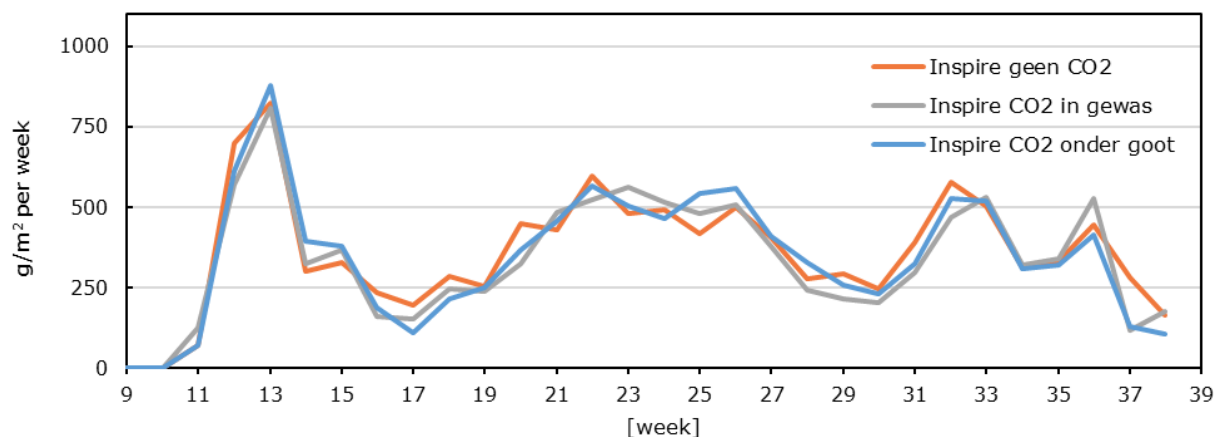
Figuur 23 Cyclisch gemiddeld etmaal tussen 29 maart en 8 april 2024 betreffende CO₂ metingen dicht bij gat slang, tussen twee gaten en de meetbox. De waarden van 'tussen gaten' en meetbox zijn gecorrigeerd.

Tijdens de teelt werd gekeken of de manier van doseren invloed had op de gewasgroei en de productie. In week 7 is de lichtonderschepping iets hoger in goten waarbij de CO₂ slang in het gewas lag in vergelijking met de andere goten (Figuur 24). In week 13 is dit nog steeds zo in vergelijking met de goten zonder CO₂, maar er is geen verschil meer met de goten waar de CO₂ slang onder de goot was bevestigd. In de andere weken is het effect omgekeerd. Planten op een goot waar de CO₂ slang in het gewas lag hadden een lagere lichtonderschepping.

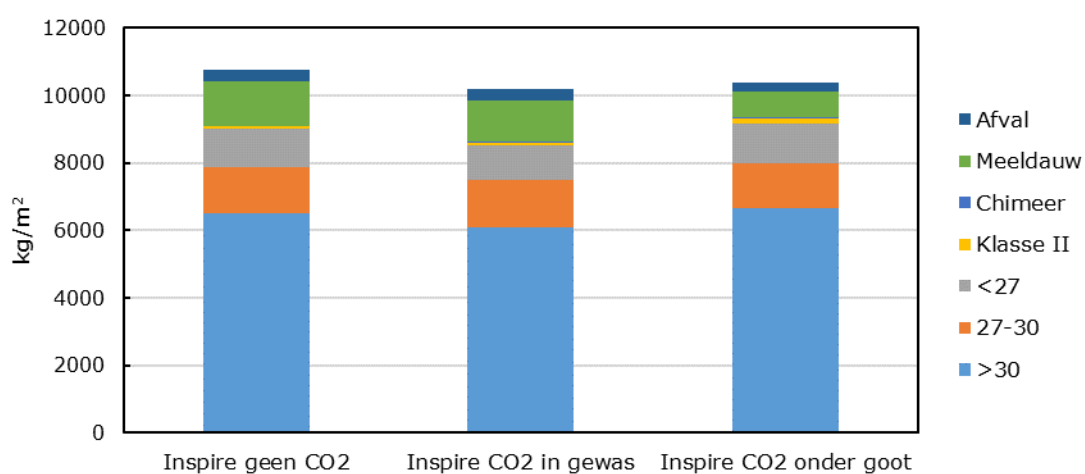


Figuur 24 Lichtonderschepping (%) op 5 momenten in de teelt van planten op goten zonder CO₂ slang, op goten met een CO₂ slang in het gewas, en op goten met een CO₂ slang onder de goot.

De verschillen in productie tussen de verschillende manieren waarop CO₂ wordt gedoseerd zijn klein (Figuur 25 en Tabel 4). Aan het einde van de teelt is de totale productie op goten met CO₂ in het gewas het laagst (10.4 kg/m²) en op goten zonder CO₂ het hoogst. Ook de grootte, kwaliteit (Figuur 26) en smaak (Figuur 27) van de vruchten verschilt nauwelijks tussen de verschillende manier van CO₂ doseren. Dit duidt erop dat CO₂ doseren in het gewas niet leidt tot meer productie of hogere kwaliteit, ondanks dat de planten in de eerste maanden van de teelt een iets hogere lichtonderschepping hebben.



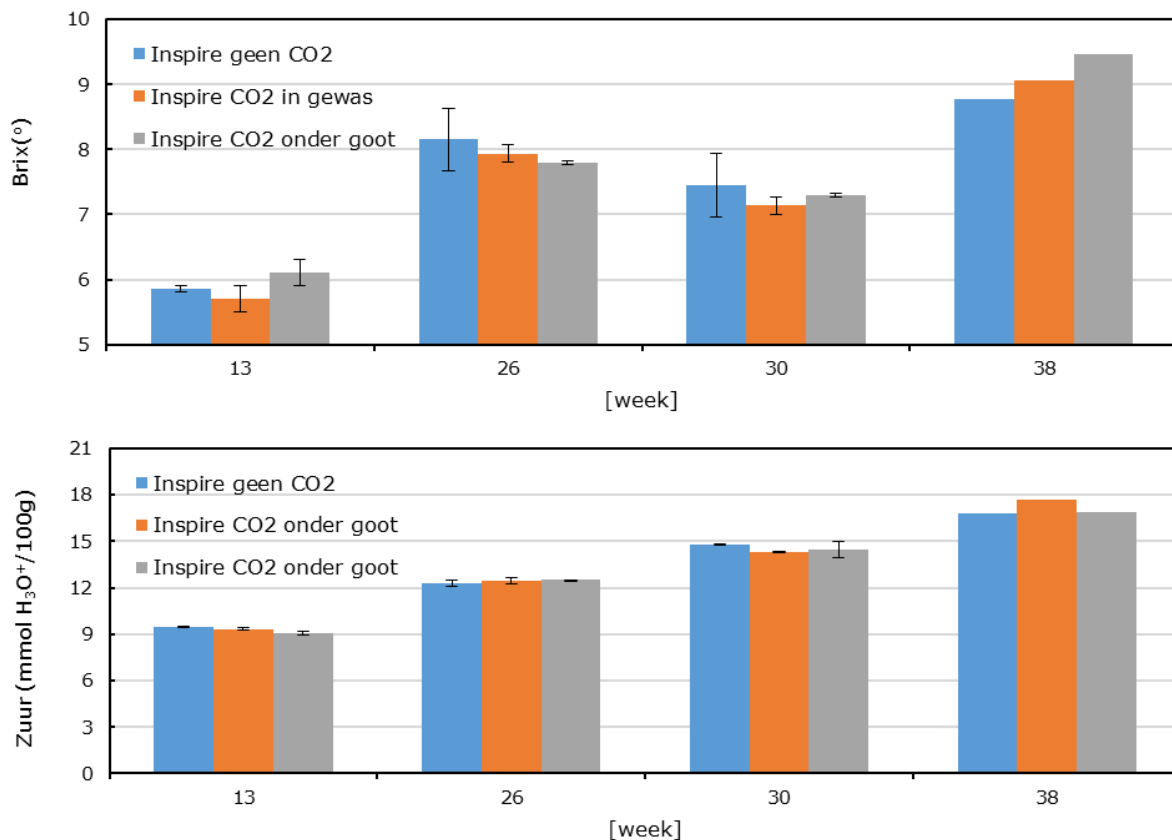
Figuur 25 Productie op goten zonder CO₂ slang, op goten met een CO₂ slang in het gewas, en op goten met een CO₂ slang onder de goot.



Figuur 26 Productie voor het ras Inspire op goten zonder CO₂ slang, op goten met een CO₂ slang in het gewas, en op goten met een CO₂ slang onder de goot, verdeeld naar de kwaliteitsklassen (Klasse I >30 mm, Klasse I 27-30 mm, Klasse I <27 mm, chimeervruchten, Klasse II, vruchten met meeldauw, afval).

Tabel 4 Productie (kg/m², klasse I of alle klassen tezamen (totaal)) van planten op goten zonder CO₂ slang, op goten met een CO₂ slang in het gewas, en op goten met een CO₂ slang onder de goot gedurende de 1^e, 2^e, en 3^e flush en over de gehele productieperiode.

Manier Doseren	Kwaliteit	1e flush	2e flush	3e flush	Totaal
Geen CO ₂	Klasse I	2.5	4.5	2.2	9.2
	Totaal	2.6	4.9	3.4	10.9
CO ₂ onder goot	Klasse I	2.4	4.7	2.2	9.3
	Totaal	2.6	4.9	3.0	10.5
CO ₂ in gewas	Klasse I	2.1	4.3	2.2	8.7
	Totaal	2.5	4.7	3.1	10.4



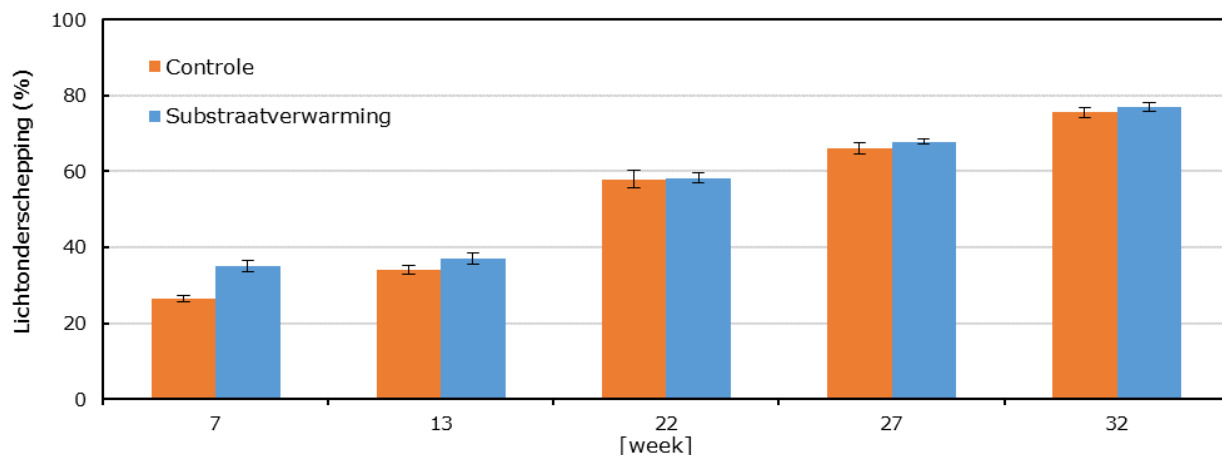
Figuur 27 Brix (°) en zuur (mmol H₃O⁺/100g) van vruchten van het ras Inspire op goten zonder CO₂ slang, op goten met een CO₂ slang in het gewas, en op goten met een CO₂ slang onder de goot op 4 momenten in de teelt.

3.5 Effect van substraatverwarming

Op twee goten in de kas kon het substraat extra verwarmd worden met een verwarmingsslang tussen de bak en de goot. Omdat aardbei een gewas is met het groeipunt dicht bij het substraat, was de hypothese dat lokale verwarming van het substraat zou zorgen voor een versnelling in de groei in de eerste drie maanden van de teelt.

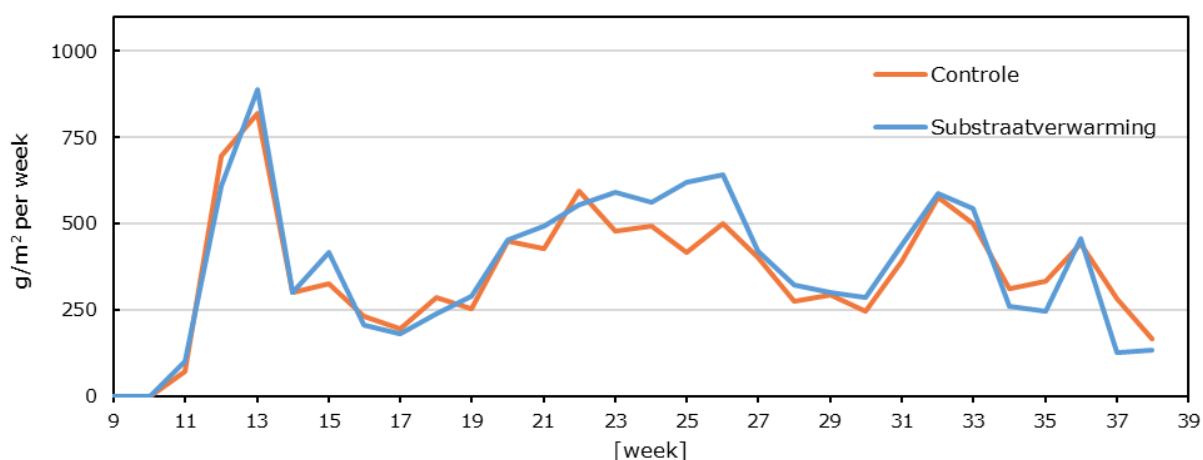
In onze proef kon de substraatverwarming alleen aan als er ook warmte in de buisrail werd gebracht. Er werd ingesteld dat de substraatverwarming werd uitgeschakeld als de substraat temperatuur meer dan 3 graden boven de kas temperatuur kwam.

De substraatverwarming was toegepast op goten met het ras Inspire zonder CO₂ slang. In week 7 is de lichtonderschepping van de planten op goten met substraatverwarming hoger dan op de goten zonder substraatverwarming (Figuur 28). Op latere momenten in de teelt wordt dit verschil in lichtonderschepping niet meer gezien.

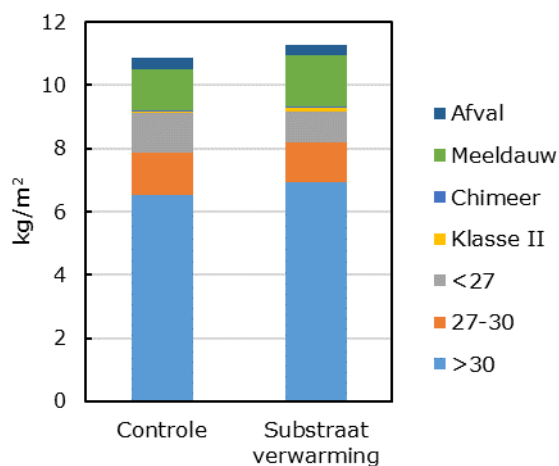


Figuur 28 Lichtonderschepping op 5 momenten in de teelt van planten op goten met en zonder substraatverwarming.

In de weken 13 en 15 (1^e flush) en de weken 23 tot 26 (2^e flush) wordt er meer geproduceerd op de goten met substraatverwarming. (Figuur 29 en Tabel 5). Eind augustus en in september wordt er minder geproduceerd op de goten met substraatverwarming, maar op dit moment is de substraatverwarming al enkele maanden uit. Als we kijken naar de productie over de gehele periode dan wordt er op de goten met substraatverwarming 0.5 kg meer geproduceerd (10,8 kg/m² versus 11,3 kg/m²). Deze meer-productie komt voornamelijk door het plukken van meer vruchten met meeldauw (Figuur 30). Of deze meeldauw te wijten is aan de substraatverwarming is niet met zekerheid te zeggen omdat slechts 2 goten worden verwarmd.



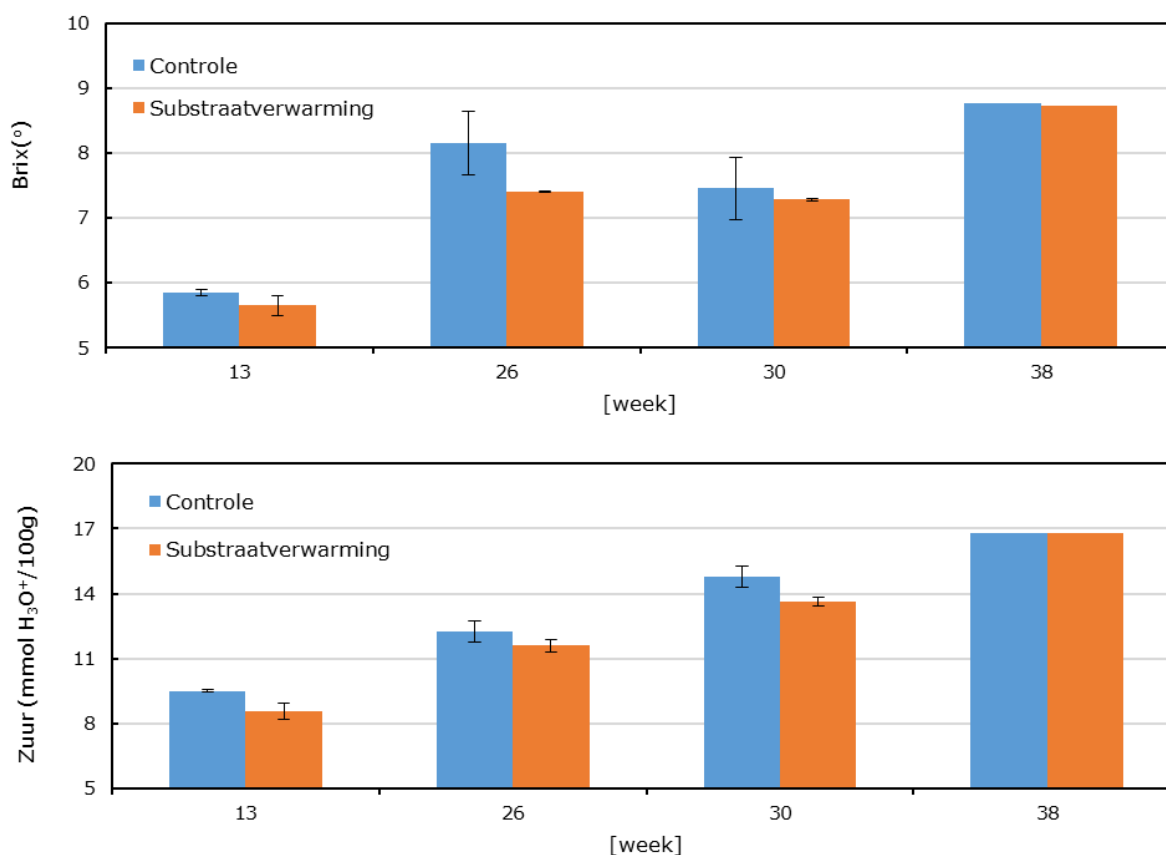
Figuur 29 Productie (g/m²) per week op goten met en zonder substraatverwarming.



Figuur 30 Productie voor het ras Inspire op goten met en zonder substraatverwarming, verdeeld naar de kwaliteitsklassen (Klasse I >30 mm, Klasse I 27-30 mm, Klasse I <27 mm, chimeervruchten, Klasse II, vruchten met meeldauw, afval).

Tabel 5 Productie (kg/m², klasse I of alle klassen tezamen (totaal)) voor het ras Inspire op goten met en zonder substraatverwarming gedurende de 1e, 2e, en 3e flush en over de gehele productieperiode.

Ras	Kwaliteit	1e flush	2e flush	3e flush	Totaal
Controle	Klasse I	2,2	4,1	2,7	9,0
	Totaal	2,5	4,6	3,4	10,5
Substraatverwarming	Klasse I	2,3	4,6	2,2	9,2
	Totaal	2,6	5,0	3,3	10,9



Figuur 31 Brix (°) en zuur (mmol H₃O⁺/100g) van vruchten van het ras Inspire op goten zonder CO₂ slang, op goten met een CO₂ slang in het gewas, en op goten met een CO₂ slang onder de goot op 4 momenten in de teelt.

Conclusie: Substraatverwarming levert geen duidelijk resultaat. Gewas strekt wel meer, maar levert niet meer klasse I vruchten.

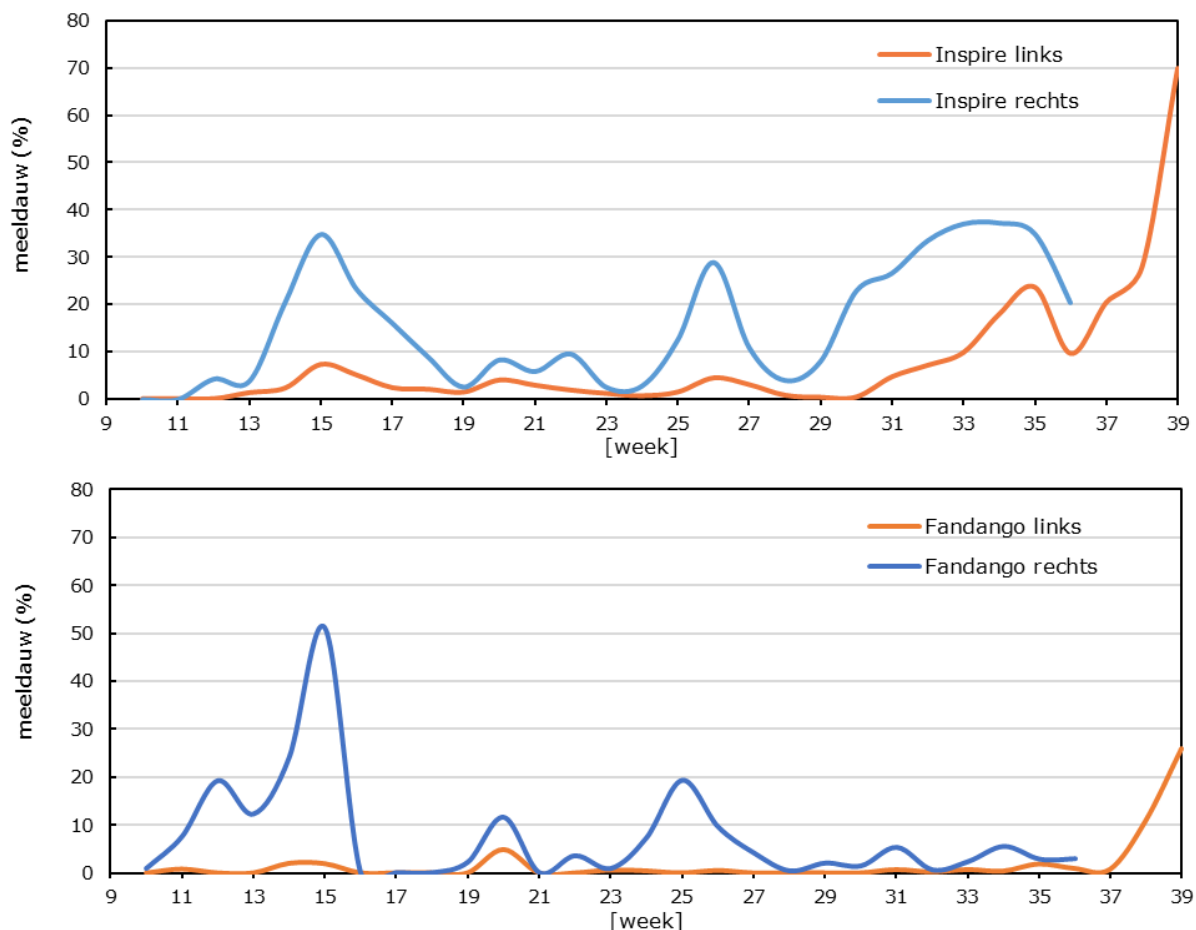
3.6 Gewasbescherming

De basis van onze gewasbeschermingsstrategie was het preventief inzetten van biologische bestrijders en het regelmatig intensief scouten. De inzet van gewasbeschermingsmiddelen, biologische bestrijders en het scoutlogboek kunnen worden gevonden in Bijlage 1, 2 en 3. Deze aanpak heeft erin geresulteerd dat trips (zowel Californische trips, als ook rozentrips, echinotrips, en pepertrips), wittevlieg en spint wel aanwezig waren, maar dat hun aantal op aanvaardbaar niveau bleef steken, zodat ze een goede teelt niet in de weg stonden. Trips, wittevlieg en spint zijn dus zonder inzet van gewasbeschermingsmiddelen onder controle gebleven. Bladluis werd in week 52 al waargenomen, waarschijnlijk kwamen deze met het plantmateriaal mee, omdat in december invlieg van bladluizen heel onwaarschijnlijk is. Ondanks dat we in januari chemisch hebben ingegrepen (Tepekki) bleven bladluizen de gehele teelt aanwezig. Van januari tot eind juli was dit onder controle te houden met inzet van veel biologische bestrijders, maar in augustus lukte dit niet meer. Er is toen twee keer Verimark meegedruppeld. In de zomer werden er rupsen in de kas gevonden, inzet van een middel op basis van de bacterie *Bacillus Thuringiensis* (*Xentari*) en het wegvangen van motten/vlinders door vanglampen en feromoonvallen was voldoende om deze op een MLR-vrije manier onder controle te houden.

Ondanks preventieve inzet van gewasbeschermingsmiddelen met een elicitor werking (FADO en Taegro) was meeldauw vanaf de start van de pluk aanwezig in de teelt. Er is daarom tijdens de pluk wekelijks gespoten tegen echte meeldauw. Dit was 10 keer met een gewasbeschermingsmiddel met een Maximale Residu Limiet (MRL) en 17 keer met gewasbeschermingsmiddelen zonder MRL. Deze bespuitingen hebben zeer waarschijnlijk de werking van de biologische bestrijders negatief beïnvloed. Of bladluizen onder controle hadden kunnen blijven zonder bespuitingen tegen meeldauw kunnen we op basis van deze resultaten niet met zekerheid zeggen. Op het referentie bedrijf in de praktijk werden tot week 27 ongeveer evenveel Klasse I vruchten geplukt als in de ETFE-kas (Figuur 17). Dit kan twee dingen betekenen, of de praktijk heeft eenzelfde percentage vruchten (7,5%) afgekeurd door meeldauw en misvorming (kan ook een gevolg van meeldauw zijn), of de ETFE heeft iets meer geproduceerd, maar door meeldauw is deze meerproductie niet zichtbaar. Wat het spuitschema was van de praktijkreferentie is niet bekend, wel was er ook dit bedrijf meeldauw aanwezig.

Een opvallende observatie was dat voor beide rassen er meer vruchten met meeldauw werden geplukt aan de rechterkant van de kas, dan aan de linkerkant van de kas (Figuur 32). Omdat de meeldauw in de rechterzijde in september sterk toenam, maar er weinig trossen werden gevormd, is deze zijde van de kas in week 36 al geruimd. Ook in de voorgaande teelt werd er meer meeldauw waargenomen aan de rechterzijde van de kas³. Een verklaring hiervoor hebben we niet. Aan beide zijden van de kas was er actieve ontvochtiging en mechanische luchtbeweging aanwezig (zie paragraaf 1.2). Wel hangen de goten aan de linkerzijde van de kas iets dichter op elkaar dan aan de rechterzijde van de kas, dit betekent dat de planten iets minder dicht op elkaar staan aan de zijde met meer meeldauw. Lagere plantdichtheid zou echter kunnen duiden op lagere luchtvochtigheden en is daarom niet snel te linken aan de aanwezigheid van meeldauw, omdat de kieming van sporen juist het hoogst is bij hogere luchtvochtigheden.

³ Kempkes, F, Bac-Molenaar, J, Raaphorst, M. (2025) Energiegebruik bij low-chill aardbeien. Wageningen, Rapport WPR-1428.



Figuur 32 Percentage vruchten met meeldauw symptomen geplukt gedurende de teeltperiode in Inspire (boven) en Fandango (onder).

Meeldauw werd de gehele teelt periode bijna nooit op de bladeren aangetroffen, terwijl er veel vruchten met meeldauw werden geplukt. Dat de bladeren nauwelijks meeldauw hadden kan meerdere redenen hebben:

1. Beide rassen, Inspire en Fandango, zijn rassen die tolerant zijn voor meeldauw, vooral op het blad.
2. In de gehele kas is gedurende de teeltperiode silicium meegedruppeld. In het project 'Groene gewasbescherming: casus aardbei' hebben we laten zien dat dit meeldauw op bladeren sterk reduceert, maar weinig invloed heeft op meeldauw op de vruchten. (nog niet gepubliceerd)
3. Op verschillende momenten zijn er residu-vrije middelen ingezet, zoals Taegro, Serenade, Karma, Vitisan. In het project 'Weerbaar teeltsysteem aardbei 2024' is er op stellingen een strategie getest met residu-vrije middelen. Deze strategie deed het erg goed tegen meeldauw op het blad, maar had geen positief effect op meeldauw op de vrucht. (Mouden, 2024)⁴

Deze proef laat zien dat meeldauw op bladeren goed kan worden voorkomen op een residu-vrije manier, door raskeuze, silicium in de voeding en 'groene' middelen. Meeldauw op de vruchten blijft een uitdaging, waarvoor andere oplossing nodig zijn. Gebruik van UV-C zou een deeloplossing kunnen bieden. Dit zou ook ten goede komen aan de biologische bestrijding van bladluizen en andere plagen.

⁴ Mouden, S., Bac-Molenaar, J., Evenhuis, B., Wilms, J., Topper, C., van der Heide, H., Janse, J., Streminska, M., Beerling, E., & Leiss, K. (2024). *Weerbaar teeltsysteem aardbei 2024: Eindrapportage resultaten 2020-2024*. (Rapport / Wageningen Plant Research; No. WPR-1347). Wageningen Plant Research. <https://doi.org/10.18174/675277>.

4 Discussie en conclusies

4.1 Productie en kwaliteit

- De totale productie voor Inspire was 10,9 kg/m² waarvan 9,2 kg/m² Klasse I en voor Fandango 10,5 kg/m² waarvan 9,0 kg/m² klasse I.
- De vruchtmaat was het in voorjaar erg goed voor beide rassen.
- De refractie was over het algemeen goed. In het vroege voorjaar had het ras Inspire weinig zuur, waardoor de smaak waterig was.
- Gedurende het hele plukseizoen werden er vruchten met meeldauw geplukt. Ondanks de inzet van gewasbeschermingsmiddelen met en zonder MRL drukte dit de kwaliteit.
- Dagverkorting tot 12 uur resulteerde in verlenging van het plukseizoen. Waarschijnlijk was de dagverkorting niet meer effectief bij de hogere temperaturen in juni en juli. Daardoor was de productie vanaf half augustus laag en werden er maar bij 1/3^e deel van de planten nieuwe trossen waargenomen in september.

4.2 Energie en CO₂

In de ETFE-kas is in vergelijking met een referentiebedrijf bij een gelijk VD minder gewasverdamping in de nacht gemeten. Dit tegenstrijdig met het feit dat extra schermen zorgen voor minder uitstraling en daardoor een warmer gewas en daarmee een hoger VPD bij een gelijk VD. De lagere nachtverdamping is mogelijk te verklaren door minder luchtbeweging in de ETFE kas.

In de ETFE-kas is 10,1 kg/m² CO₂-gedoseerd. Dit verbruik is niet vergeleken met dat van een praktijkbedrijf. De gemiddelde CO₂-concentratie is niet meetbaar beïnvloed door de afstand tot de doseerslang.

Het warmtegebruik in de ETFE-kas is veel hoger geweest dan in het praktijkbedrijf (zie Tabel 6), vooral doordat in de zomerperiode meer warmte is geoogst voor ontvochtiging en weer in de kas is ingezet. Het deel dat geoogst had kunnen worden is bepaald door de ingezette warmte op te tellen voor de momenten dat de kastemperatuur meer dan 3 °C boven het setpoint lag. Daarmee zou het nuttige warmtegebruik uitkomen op 183-73=110 kWh/m², hetgeen 13% lager is dan dat van het praktijkbedrijf.

Tabel 6 *Overzicht verbruiken en productie in ETFE-kas en praktijkbedrijf.*

		2023-2024		
		ETFE	Praktijk-bedrijf	
Verbruik	CO ₂ dosering	10,1	-	kg/m ²
	Warmteproductie/gebruik	183	127	kWh/m ²
	Ketel (kWh)	50	127	kWh/m ²
	Warmte uit ontvochtiging	133		kWh/m ²
	waarvan naverwarming LBU	38		kWh/m ²
	waarvan naar onderbuis	23		kWh/m ²
	waarvan voor WKO	73		kWh/m ²
	Elektriciteit (warmtepomp)	30		kWh/m ²
Productie	Totaal (hoofdras Inspire)	10,9	-	kg/m ²
	waarvan Klasse I	9,2	7,0	kg/m ²

De invloed van DIF op het energiegebruik is in deze proef niet aangetoond.

Bijlage 1 Tabel gewasbeschermingsmiddelen gebruikt in de teelt

Week	Datum	Ziekte/plaag	Middel	Hoeveelheid cc/gr	Aantal liters gespoten
4	26-jan	Bladluis	Teppeki	15 gr	150 liter
5	1-feb	Meeldauw	Fado/ Taegro	159 ml / 12 gr	150 liter
7	15-feb	Meeldauw	Fado/ Taegro	150 ml/ 15 gr	150 liter
9	28-feb	Meeldauw	Fado/ Taegro	150 ml/15 gr	150
10	7-mrt	Meeldauw	Karma/Serenade	150 gr/ 350 ml	150
12	21-mrt	Meeldauw	Fado/ Taegro	150 ml/ 15 gr	150 liter
15	9-apr	Meeldauw	Abir	75 ml	150 liter
16	17-apr	Meeldauw	Serenade/Karma	400 ml/220 g	180
17	23-apr	Meeldauw	Abir	100 ml	100 liter
19	6-mei	Meeldauw	Karma/ Takumi	180 gr/ 18ml	180 liter
20	15-mei	Meeldauw	Karma/ Serenade	180 gr/ 400 ml	180
21	24-mei	Meeldauw	Karma/Serenade/Signum	180 gr/400 ml/90 gr	180 liter
22	28-mei	Meeldauw	Abir	100 ml	190
23	4-jun	Meeldauw	Karma/ Serenade	190 gr/400 ml	190
24	12-jun	Meeldauw	Serenade/Karma	400 ml/190 gr	190
25	20-jun	Meeldauw	Taegro/Karma	19 gr/ 190 gr	190 liter
26	28-jun	Meeldauw	Karma/Takumi	135 gr/18 ml	180 liter
27	2-jul	Meeldauw	Limocide	180 ml	30 liter
27	5-jul	Meeldauw	Taegro/Karma	19 gr/190 gr	190 liter
28	12-jul	Meeldauw	Luna	90 ml/ 190	190
29	17-jul	Rups/Meeldauw	Xentari/Vitisan/Taegro	190 gr/2 KG/200 gr	200 liter
30	25-jul	Meeldauw	Topaz/Vitisan	18 ml/875 gr	180 liter
31	1-aug	Meeldauw	Vitisan/ Taegro	120 gr/ 20 gr	200 liter
32	7-aug	Meeldauw	Luna privilege	100 ml	200 liter
32	9-aug	Bladluis	Verimark	15 ml	Meedruppelen
33	14-aug	Meeldauw	Limocide	600 ml	100 liter
35	26-aug	Meeldauw	Abir	100 ml	200
35	30-aug	Bladluis	Verimark	15 ml	Meedruppelen
35	30-aug	Meeldauw	Limocide	720 ml	120 liter
36	3-sep	Meeldauw	Taegro	20 gr	220 liter
36	7-sep	Meeldauw	Karma	230 gr	230 liter
37	13-sep	Meeldauw	Karma/Taegro	110 gr/10 gr	100 liter
39	26-sep	Meeldauw	Topaz	50 ml	100 liter

Bijlage 2 Biologische bestrijders uitgezet in de teelt

	Bladluis						Wittevlieg				Trips		Spint		Rups	Mier	Bijvoeren					
Week	Aphidend	Aphilin	Ahipar	Aphiscout	Chrysopa	Ervipar	Micromus	Enermix (kaartjes)	Encarsia (kaartjes)	En-strip (kaartjes)	Ercal (kaartjes)	Eretmocerus (kaartjes)	Limonica*	Thripex	Spical (zakjes)	Spidex	Deltratrap feromonen	Mierenlokdoos	Propylea	Artemia	Nutrimite	Nutemia
2023_50	1												2	500								
51	1						15						2					x				
52	1						60															
52																						
2024_1	1	1					60															
2	2	1	2				45												x			
3						1	2	25						2	500				x			
4							20												x			
5	3	1	2				20												x			
6	2	2			2		25															
7	2	1	2				35								1				x			
8	2	4					25								500	1						
9	2						25								1							
10	1						25								4							
11	4						25															
12	4						25								1			2				
13	1						25						3	500		2				x		
14	1						25								2				x			
15	1	2			2		25								2			1				
16	1						20						1	1								
17	1	1					20															
18	1						25								500							
19	1					2	15												x			
20	2					2	20												x			
21	2						15												x			
22	2	1					25															
23	2					2	2	25								500						
24	4						25															
25	4						35											x				
26	2						20															
27	2						20															
28	2	1					25								500	10000						
29	2						60								2000							
30	2	2					15								2000							
31	2					4	20															
32							20															
33	4						25								500	x						
34							25															
35	3	3					25						2	10000								
36	2	3					25						2									
37	2	2					15								150							
38	1	2					15						1									
39	1	1					20															

* Limonicus heeft ook werking tegen wittevlieg.

Bijlage 3 Scoutlogboek

Week	Scoutlogboek
2023	
50	Vanaf start teelt limonica uitzetten en tot bloei bijvoeren met artemisia of pollen.
51	Cicaden: Veel oude cicaden schade. Rupsen: Veel oude rupsenschade. Waarschijnlijk komt dat bij de plantenkweker vandaan.
52	Bladluizen: In rij 8 en 19. Dit is aardbeiknotshaarluis. Witte vlieg: Meer wittevlies-eieren dan vorige week.
2024	
1	Bladluizen: Hele rijen 6, 9, 19, aantal in rij 5 en 21. 2 of 3 soorten- Aardbeiknotshaarluis en/of Roger's luis en Perzikluis. Trips: In rij 5 Californische trips. Witte vlieg: Aantal witte vliegen op vangkaarten en 1 adult op plant. Bestrijders bladluis: Meer dan 10 sluipwespen gezien en aantal mummies.
2	Bladluizen: Veel. Nog steeds in rij 6, 9, 19, maar minder planten met bladluizen en meestal 50 larven galmuggen per rij gezien, 10 sluipwespen per rij. Bestrijders: Niet meer dan 15 roofmijten gezien.
3	Bladluizen: Nog steeds bladluizen in rij 6, 9, 19 maar het is iets afgenomen. Bestrijders goed bezig en aanwezig - meer dan 50 larven galmuggen, ongeveer 40 sluipwespen, 3 eitjes bruine gaasvliegen, meer dan 30 geparasiteerde bladluizen. Witte vlieg: Boven één blad 3 poppen witte vlieg gevonden. Spint: Dode spint met roofmijten ernaast op één plant in rij 21. Bestrijders: Overal Limonica gevonden, soms 4 per blad.
4	Baldluis: In 3 rijen gaat de luis toch te hard. Er wordt gespoten met Tepekki (zie Bijlage 1), dit middel is mild voor de aanwezige Bestrijders. Er zijn veel aphidend (eieren), micromus gaasvliegen en larve van de galmuggen gezien. Trips: 1 adult Californische trips gezien. Doorgaan met het bijvoeren van de Limonica in de rijen waar nog geen bloei in zit.
5	Bladluis: Aantal levenden gevonden- in rij 1, rij 6 en 9. Best veel larven galmuggen gezien. Witte vlieg: Aantal poppen beneden één blad. Bestrijders: Roofmijten overal gezien en 2 eitjes gaasvlieg gezien.
6	Spint: In rij 21 in laatste 3 potten van rechts, ook doodde gezien en roofmijten.
7	Bladluis: Nog steeds aantal bladluizen gezien rij 14 en rij 1 aantal. Spint: Enkele eitjes in rij 21 achter van rechts maar ook veel roofmijten gezien.
8	Bladluis: Zijn onder controle Spint: Nog steeds in rij 21 levend + eitjes gevonden. Bestrijders: Veel roofmijten aanwezig ook rij 21
9	Bladluis: Een paar bladluizen in rij 1 voorkant. Alleen 3 sluipwespen gezien. Spint: Nog steeds onder 2 bladeren een beetje eitjes+3 volwassenen gezien. Bestrijders: Limonica aanwezig. Best veel roofmijten - Spidex+Spical op elke plant.
10	Spint: Nog steeds in rij 21 onder 2 bladeren achterkant, een paar volwassenen en eitjes gezien maar ernaast meer dan 10 roofmijten. Bladluis: Nog steeds in rij 1 minder dan 10 bladluizen gezien. In dezelfde rij een paar volwassenen galmuggen.
11	Spint: Nog steeds in rij 21 onder 2 bladeren een beetje eitjes gevonden + 1 adult maar ook roofmijten gezien. Bladluis: In eerste rij ongeveer 10 bladluizen gezien. Witte vlieg: Onder 1 blad een paar poppen gezien. Meeldauw: Een paar vruchten met meeldauw. Vangkaarten: Op vangplaat 1-1 witte vlieg, op VP2- 1 Californische trips, op VP3- 2 Californische trips+1 Rozentrips.
12	Spint: In rij 10 eieren en paar adult gezien maar ook veel doden, In rij 12 eieren + doden, In rij 21 nog een paar eieren. Spidex en Spical overal gezien. Bladluis: 5 in rij gezien. Meeldauw: Ong. 10 vruchten met meeldauw Mieren: De mieren tussen rij 11 en 12 gezien. Bestrijders: Best weinig Limonica. We zetten meer uit en voeren bij met Nutemia Vangkaart: Op vangplaat 1- 1 Californische tr., op VP2- 1 Cal.tr.+ wittevlies, op VP 3- 1 Rozentrips.
13	Meeldauw: Meer dan 50 vruchten met meeldauw. Bladluis: 2 in eerste rij. Spint: In rij 13 (achterin) een beetje eieren + volwassene, maar daarnaast ook Spical. Geen levende spint in rij 10,12,21. Bestrijders: Alleen een paar Limonica. Vangkaart: Op vangplaat 3- 1 Californische en Rozentrips.
14	Meeldauw: Veel. Bladluis: Aantal in rij 1 maar nu ook in rij 11 en 15 op 3 planten op bloemen, takken en bladeren, het is de Aardbeiknotshaarluis. Spint: In rij 21 onder 2 bladeren spinteieren + 1 adult. In rijen 8,10,12,14,6 spintschade maar geen levenden gezien. Bestrijders: Overal veel roofmijten Phytoseiulus en Neoseiulus, maar ook Limonica + eitjes. Overig: Waarschijnlijk nieuwe cicadeschade op 1 blad. Vangplaten: schoon.

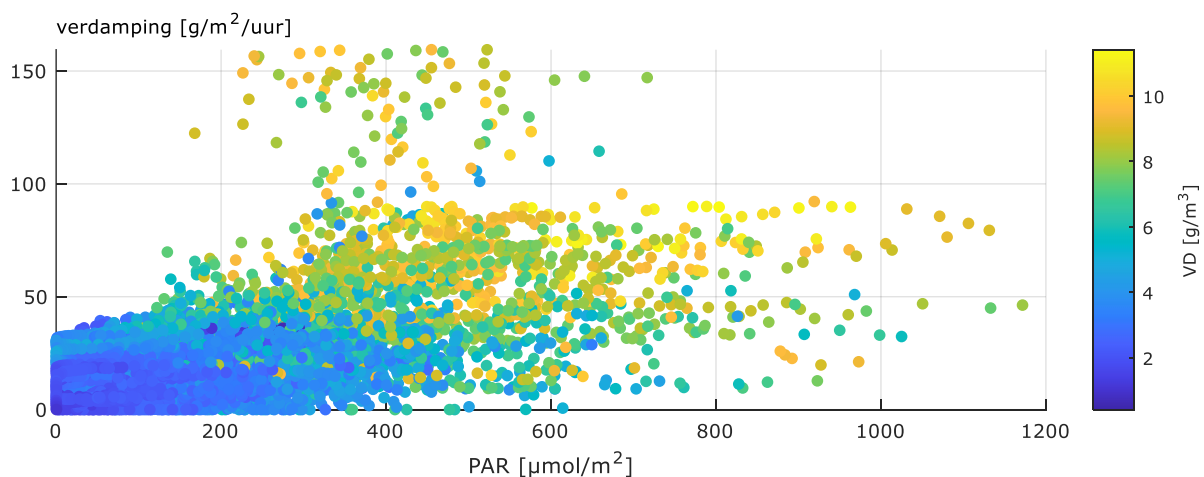
Week	Scoutlogboek
15	Bladluis: Nog steeds aantal bladluizen in rij 1, nu ook in rij 2. In rij 11 op meerdere planten. Bestrijders: Roofmijten overal gezien. Meeldauw: aanwezig. Spint: Geen levende meer gezien. Vangplaten: 1 californische trips op VP 1.
16	Meeldauw: Medium. Bladluis: In rij 11 en rij 4 een paar gezien maar daarnaast ook larven galmuggen. Bestrijders: Roofmijten overal gezien.
17	Bladluizen zijn nog steeds aanwezig maar stukken minder dan vorige week. Meeldauw ook aanwezig maar word druk voor gespoten. Spint is dood.
18	Bladluizen: Nog steeds aantal bladluizen gezien, maar ook veel sluipwespen gezien, bestrijders werken goed. Meeldauw: Beetje: Nog steeds echte meeldauw, op fruit meer dan op het bladeren.
19	Bladluizen: Bladluizen nog steeds rij 4, 5 en vandaag ook rij 6, 7. Bestrijders werken goed: roofmijten en sluipwespen aanwezig, veel mummies van bladluizen.
20	Bladluizen: aantallen stijgen weer. Er zijn nog geen hotspots maar ze zitten nog wat meer verspreid, rij 1,5,9,12,21.
21	Echte meeldauw: Licht Bladluizen: Medium: Van rij 1 tot 11 meerdere plekjes met bladluizen maar geen echte hot spot. Bestrijders: een paar larven galmuggen + 1 larve Micromus teruggezien. Roofmijten goed aanwezig.
22	Echte meeldauw: Medium Bladluizen: Medium: Vanaf eerste rij tot/met 14 plekjes met bladluizen, nog steeds niet erg en geen hotspots, ook dode bladluizen gezien.
23	Bladluizen: Nog steeds bladluizen gezien in meerdere rijen maar ook best veel dode bladluizen. Bestrijder: Ongeveer 20 larven galmuggen (aphidend) tegengekomen, roofmijten goed aanwezig.
24	Bladluizen: Bladluizen minder dan vorige week, rij 1 tot 12 bladluizen aanwezig, zonder hotspots. Bestrijders: galmuggen werken goed. Echte meeldauw: Licht: Echte meeldauw alleen op fruit.
25	Echte meeldauw: Licht. Bladluizen: Licht: Een paar takken met bladluizen maar niet erg en geen echte hot spot. Veel dode bladluizen. Meer dan 20 larven galmuggen gezien. Trips: Licht: 1 echinotrips in de eerste rij.
26	Bladluizen: Licht: Nog steeds bladluizen op takken maar minder dan vorige week, veel galmuggen gezien, bestrijders werken goed. Echte meeldauw: Licht: Echte meeldauw op fruit en bladeren.
27	Bladluizen: Licht: Nog steeds bladluizen op de takken, maar minder dan vorige week. Spint: In rij 21 een paar planten met spint, nog niet erg, ook dode spint gezien. Trips: 5 larven Echinotrips gezien. Rups: Op einde rij een paar bladeren met rupsschade. Bestrijders: Veel galmug larven gezien, ook mummies aanwezig. Echte meeldauw: Nog steeds echte meeldauw en mucor gezien op fruit.
28	Bladluizen: Overal, iets meer in rij 6 en rij 11. Ook galmug larven gezien. Spint: licht in rij 21.
29	Bladluizen: Licht, veel mummies en galmuggen gezien. Trips: Licht. 2 larven van pepertrips gezien. Rups: rupsschade op bladeren gezien, maar geen levende rups.
30	Trips: Licht. Echinotrips gezien. Bladluizen: Rij 6, 9, 11, 12 hot spot met bladluizen in alle ontwikkelingsstadia. 2 chrysopa en 5 galmuggen gezien.
31	Trips: Licht: Zowel Californische trips als echinotrips. Bladluizen: Licht: Vanaf 4 tot 18 rij meer bladluizen dan vorige keer. 6 galmuggen gezien en aantal roofmijten.
32	Bladluizen: Veel: In elke rij planten met luizen, het ergst in rij 11 (in hele rij). Een paar geparasiteerde gezien, meer dan 10 larven galmuggen. Rupsen: 3 motten gezien. Meeldauw: Medium. Mucor: op 3 vruchten.
33	Bladluizen: Veel Trips: Licht Rupsen: Medium: meerdere motten gezien. Meeldauw: Medium. Overig: 1 vrucht met mucor.
34	Meeldauw: Veel: Meer vruchten met meeldauw. Trips: Medium: Meer dan 20 echinotrips gezien, 1 Californische in de bloem en 3 Rozentrips in de bloem. Geen Limonica gezien. Rups: 9 motten in delta trap en 7 in vanglamp. Spint: Beetje: op 1 plant in eerste rij doodde spint gezien maar nog een paar eieren levende.
35	Trips: Veel: Bijna in elke bloem, Rozentrips, meestal 2 of 3. Meer dan 20 Echinotrips. Meeldauw: Veel. Overig: Een paar vruchten met Mucor. Alleen gespoten op de vruchten met Limocide.

Week	Scoutlogboek
36	Bladluizen: Licht: Bladluizen in rij 10 en 11 druk iets hoger. 2 chrysopa gezien. Trips: Aantal echinotrips + cal.trips gezien. Roofmijten aanwezig. Rupsen: 1 groene mot in vanglamp.
37	Bladluizen: Licht. Trips: Licht: 1 Rozentrips en 1 Echinotrips. Meeldauw: Medium.
38	Trips: 3 Echinotrips + 6 larven. Meeldauw: aanwezig.
39	Bladluizen: Licht: Rij 4, en 5 met aantal levende bladluizen meerdere stadia. Trips: Licht: Californische trips + echinotrips. Overig: Aantal vruchten met mucor.

Bijlage 4 Methode berekening verdamping

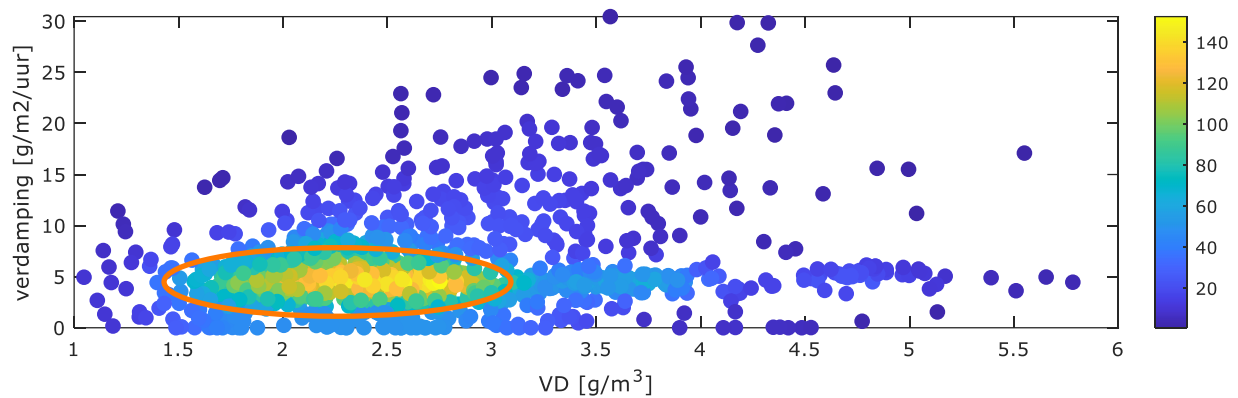
Verdamping en fotosynthese zijn cruciale processen voor een plant, waarbij de huidmondjes een belangrijke regulerende rol spelen. Via verdamping worden nutriënten en suikers getransporteerd door de sapstroom en wordt tegelijkertijd de plant gekoeld. Verdamping wordt in gang gezet door het verschil in dampdruk (VPD) tussen het blad en de kaslucht, in combinatie met de totale weerstand van de grenslaag en de huidmondjes. Ook het totale bladoppervlak van de plant speelt hierin een bepalende rol. Het meten van het VPD per individueel blad is in de praktijk lastig uitvoerbaar. De VPD wordt sterk beïnvloed door de netto straling, aangezien toevoer van stralingswarmte leidt tot een hogere bladtemperatuur. Deze stralingswarmte wordt bovendien niet gelijkmatig over alle bladeren verdeeld, wat de complexiteit verder vergroot. Daarnaast zijn zowel de huidmondjesweerstand als de grenslaagweerstand moeilijk direct te meten, al bestaan er modellen die deze parameters redelijk kunnen benaderen. Voor zover bekend is de ontwikkeling van het totale bladoppervlak niet gemeten. Om die reden wordt in plaats van het VPD in sommige gevallen gebruikgemaakt van de verdampingsdruk (VD) als indicator voor de verdamping. Bij deze benadering blijven de planttemperatuur, de huidmondjesweerstand en het bladoppervlak buiten beschouwing. In dit hoofdstuk wordt onderzocht of het mogelijk is om de verdamping van de plant in de eerste drie maanden van de teelt te stimuleren zonder dat dit leidt tot een hoger energieverbruik.

Voor dit onderzoek is een weeggoot geïnstalleerd, zowel in het compartiment als bij een referentieteler met planten van dezelfde plantdatum. Vanaf 8 januari tot en met 9 september zijn continu data verzameld in het compartiment, die gebruikt kunnen worden voor de berekeningen van de verdamping. Bij de referentieteler is de weeggoot op 14 april operationeel geworden en zijn tot en met 2 augustus data verzameld. Hierdoor is het vergelijken van de eerste teeltmaanden tussen de kas en het referentiebedrijf niet mogelijk. Figuur 33 geeft de verdamping weer, bepaald uit de weeggoot van 8 januari tot 1 april. Waarbij de verdamping is uitgezet tegen het binnengekomen licht en het daarbij horende vochtdeficit.



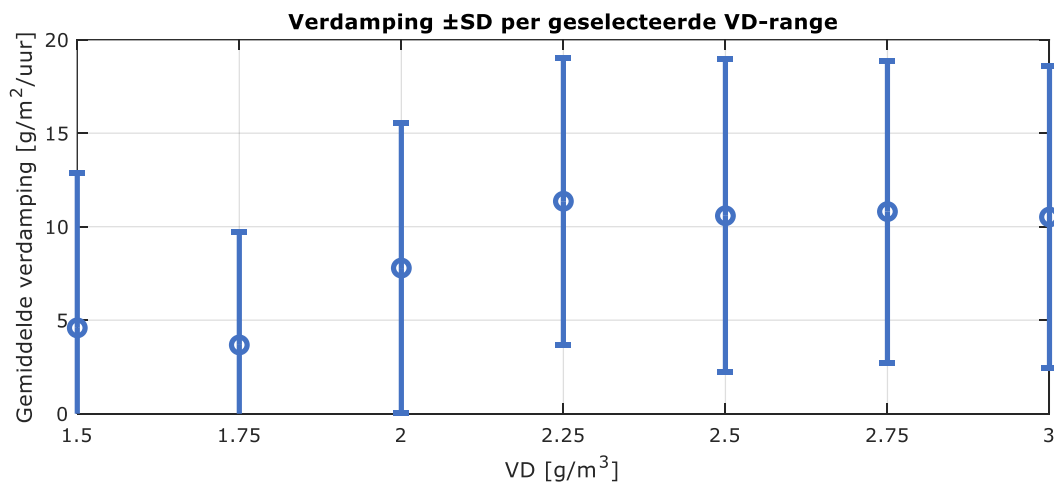
Figuur 33 Verdamping weeggoot ($\text{gr}/\text{m}^2/\text{uur}$) tegen straling en het VD (g/m^3) van 8 januari tot 1 april.

Warmtegebruik in deze teelt is opgesplitst in twee categorieën, er is een verwarmingsnet en ontvochtiging. Het verwarmingsnet is puur gedreven op temperatuur instellingen en ontvochtiging op VD-instellingen. Uit Figuur 33 is te lezen dat de verdamping hoger is bij een hogere VD in de kas. Hierdoor kan de verdamping van het gewas verhoogd worden, maar dat betekent dat de vocht meer afgevoerd moet worden door, of de actieve ontvochtiging, of ramen wat extra energie kost. De omvang van het gewas speelt een rol in de eerste 3 maanden van de proef, waarbij het substraat ook een deel van de verdamping veroorzaakt, wat dus niet de gewasopname beïnvloedt. In deze periode is verder ingezoomd op de nacht, waarbij in Figuur 34 de meeste observaties tussen een VD van 2-3 g/m^3 .



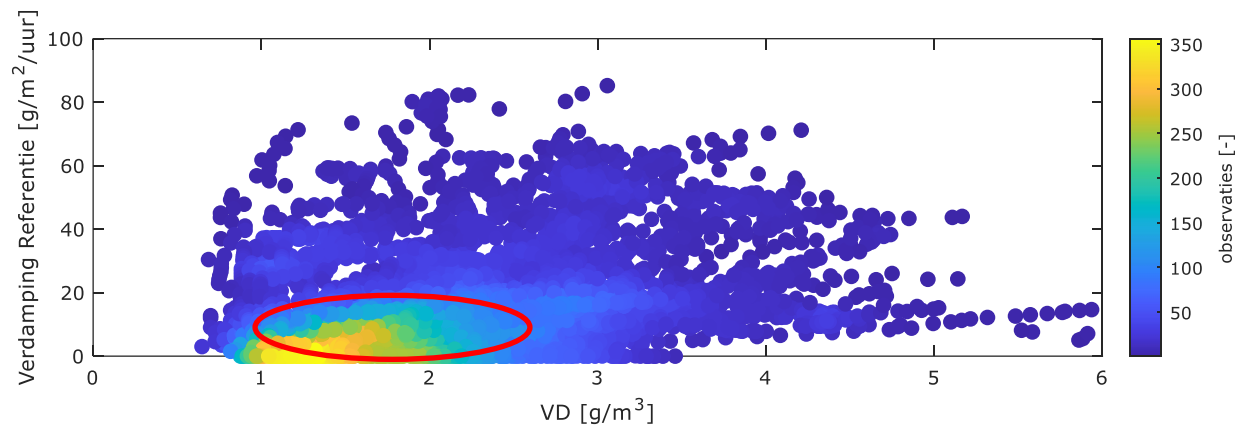
Figuur 34 Nachtverdamping bij ETFE uitgezet tegen het VD van 8 januari tot 1 april. De kleuren staan voor het aantal gemeten punten zijn. De oranje cirkel is gebruikt in Figuur 35.

De gemiddelde verdamping en de standaarddeviatie in de nachten van 8 januari en 1 april in de ETFE-kas bij VD-ranges met een bereik van 0,25 g/m³ tussen 1.5 en 3 g/m³ is uitgezet in Figuur 35.

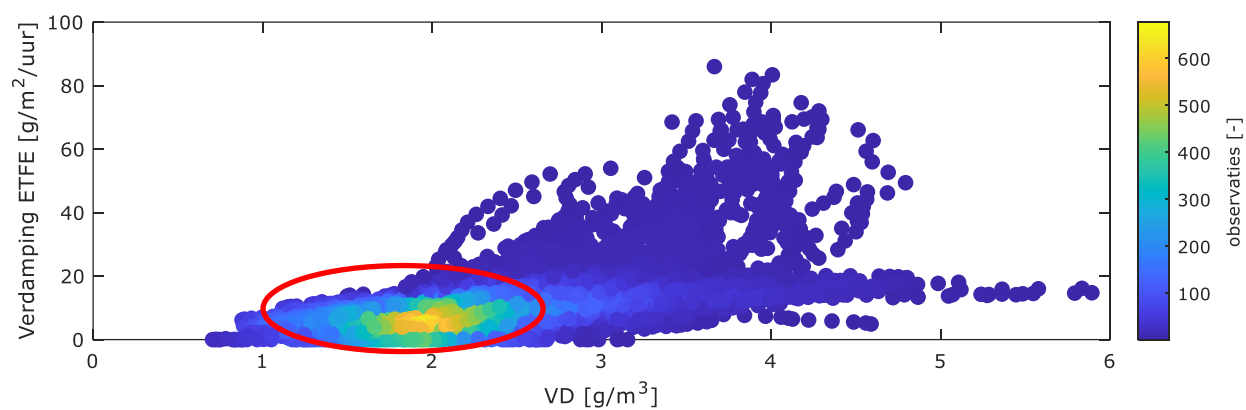


Figuur 35 Gemiddelde nachtverdamping bij ETFE bij verschillende ranges van het VD van 8 januari tot 1 april.

Er is een afname in de verdamping waarneembaar wanneer het VD lager is. Verdamping wordt echter niet uitsluitend bepaald door het VD. Ook andere fysische processen, zoals netto straling en luchtbeweging, hebben invloed. Opvallend is dat de variatie in de gemeten verdamping toeneemt bij hogere VD-waarden. Voor de periode van 14 april tot en met 21 juni is specifiek naar de nachtelijke verdamping gekeken, omdat gedurende deze periode alle benodigde datastromen beschikbaar waren van de ETFE-kas en het referentiebedrijf en is weergegeven in Figuur 35 en Figuur 36.



Figuur 36 Nachtverdamping van het referentiebedrijf uitgezet tegen het VD van 14 april tot 21 juni.



Figuur 37 Nachtverdamping van de ETFE-kas uitgezet tegen het VD van 14 april tot 21 juni.

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-1483



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.
