

Postbus 7001
6700 CA Wageningen
Agro Business Park 65
6708 PV Wageningen

Telefoon 0317 49 15 78
Fax 0317 46 04 00

www.delphy.nl

Perkplanten weerbaar en fossielvrij

Eindrapport

Worldwide Expertise for Food & Flowers



Richard Steenvoorden
Delphy Improvement Centre
Bleiswijk, December 2025

Projectnummer Kas als Energiebron: 24012

Onderstaande partijen zijn bij het project betrokken geweest als financier of uitvoerder:



Disclaimer

© 2025 Delphy Improvement Centre, Violierenweg 3, 2665 MV Bleiswijk, Tel. 010- 522 1771

Dit document is auteursrechtelijk beschermd.

Delphy is niet aansprakelijk voor eventuele schade als gevolg van gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
1 Dankwoord	6
2 Inleiding en doelstellingen	7
2.1 Doelstellingen	8
2.1.1 Energiedoelstellingen	8
2.1.2 Teeldoelstellingen	8
2.1.3 Overige doelstellingen	8
3 Materiaal en methode	9
3.1 Proefopzet	9
3.2 Kasinrichting	9
3.2.1 Condair ontvochtiger	11
3.2.2 Sensoren	12
3.3 Plantmateriaal en teeltschema	13
3.3.1 Cyclamen	14
3.3.2 Ranonkels	14
3.3.3 Calibrachoa	14
3.4 Registraties	15
3.4.1 Plantmetingen	15
3.5 Verwerking	17
4 Teeltresultaten	18
4.1 Buitenomstandigheden	18
4.1.1 Stralingsommen	18
4.1.2 Buitentemperaturen	19
4.2 Kasklimaat	20
4.2.1 Kastemperatuur	20
4.2.2 Microklimaat	21
4.2.3 PAR	22
4.2.4 Vocht	23
4.2.5 Schermstrategie	26
4.3 Cyclamen	27
4.3.1 Klimaat	27
4.3.2 Schermstrategie	27
4.3.3 Gewaskwaliteit en gewasbescherming	28
4.4 Ranonkels	29
4.4.1 Klimaat	29
4.4.2 Schermstrategie	29
4.4.3 Gewaskwaliteit en gewasbescherming	29
4.5 Calibrachoa	30

4.5.1	Klimaat	30
4.5.2	Scherminstrategie	30
4.5.3	Gewasbescherming en gewasbescherming	31
4.6	Energieverbruik	31
4.6.1	Totaal energieverbruik	31
4.6.2	Verloop per teeltfase	33
4.6.3	Bijzondere perioden en waarnemingen	33
4.6.4	Analyse energieverbruik	34
5	Conclusies	35
5.1	Teeltdoelstellingen en opzet	35
5.2	Resultaten per teelttronde	35
5.3	Energiegebruik	36
5.4	Klimaat	36
5.5	Gewasontwikkeling	36
5.6	Weerbaarheid	37
5.7	Groene middelen	37
5.8	Ontvochtiging en teeltstrategie	38
6	Discussie en aanbevelingen	39
6.1	Energie	39
6.1.1	Energiezuiniger referentieteelt	39
6.1.2	Extrapolatie naar de praktijk	39
6.2	Gewasweerbaarheid	39
6.2.1	Hypothesen	40
6.2.2	Interpretatie resultaten in relatie tot hypothesen	40
6.3	Implicaties en kansen voor vervolgonderzoek	41
7	Communicatie	43
	Bijlage 1 – Botrytis blad biotoets WUR	44

Samenvatting

In het project 'Perkplanten weerbaar fossielvrij' is onderzocht hoe actief ontvochtigen kan bijdragen aan een energiezuinige en weerbare teelt bij koude sierteelten. In twee identieke kasafdelingen werden drie teelten (Cyclamen, Ranonkel en Calibrachoa) vergeleken: een traditionele teelt met buisverwarming tegenover een fossielvrije teelt met actieve ontvochtiging en meer schermgebruik.

De resultaten tonen aan dat actieve ontvochtiging bij lage temperaturen technisch goed uitvoerbaar is en kan leiden tot een stabiel en droger kasklimaat, zonder dat er gasverbruik nodig is. In de afdeling met de Condair-ontvochtiger werd over alle teelten gemiddeld 30% minder energie verbruikt dan in de controleafdeling, terwijl de gewaskwaliteit en groeisnelheid vergelijkbaar bleven.

Tijdens de donkere wintermaanden bood de ontvochtiger duidelijk voordeel: vocht kon worden afgevoerd zonder te luchten of te stoken, waardoor warmte behouden bleef en condensatie op het gewas werd voorkomen. Gedurende het hele project werd geen fossiele energie ingezet in de afdeling met de terwijl het klimaat stabiel bleef. De combinatie van lichtdoorlatende energiedoeken, actieve ontvochtiging en beperkte ventilatie biedt een effectieve combinatie voor fossielvrije teeltstrategieën bij koude en gematigde gewassen.

Ook op het gebied van weerbaarheid werden geen nadelige effecten waargenomen. Er zijn geen Botrytis of andere schimmelproblemen waargenomen en door de inzet van groene middelen en biologische bestrijders bleven ziekten en plagen in beide afdelingen goed onder controle, zonder significante verschillen tussen de twee afdelingen.

De opgedane kennis vormt een belangrijke stap richting een volledig fossielvrije en weerbare teeltpraktijk, waarin klimaatbeheersing en energie-efficiëntie hand in hand gaan. Vervolgonderzoek zal zich richten op optimalisatie van instellingen, integratie met schermstrategieën en verdere onderbouwing van de effecten op gewasweerbaarheid.

Het project werd gefinancierd door het ministerie van LNV in het kader van Kas als Energiebron, de gewascoöperatie eenjarige zomerbloeiërs, Ludvig Svensson en Condair.

1 Dankwoord

Dit rapport geeft de resultaten weer van een onderzoek naar het weerbaar en fossielvrij telen van perkplanten bij een onbelichte teelt van cyclamen, ranonkels en calibrachoa. Het onderzoek vond gedurende drie teeltrondes plaats in twee proefkassen van het Delphy Improvement Centre in Bleiswijk. Dit onderzoek is mede ondersteund door het programma van 'Kas als Energiebron', gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en natuur en Glastuinbouw Nederland, de landelijke commissie eenjarige zomerbloeiers (Glastuinbouw Nederland), Svensson en Condair.

We willen graag nog een aantal personen hartelijk bedankten voor hun bijdrage in de BCO: de telers Coen Wouters, Jarno Baas, John Grootscholten, Bart van Lith, Jochem van Zoggel, Remy van der Knaap, Ronald Bruinen, Rick Slingschroder, Ronald Geverinck, vanuit Condair Gerard Boomer, vanuit Svensson Paul Arkesteijn, vanuit Delphy Martijn Gevers en Peter Keizer voor de teeltgebeleiding en vanuit Glastuinbouw Nederland wordt Jasper van Diemen bedankt voor het mede-coördineren van de BCO's.

2 Inleiding en doelstellingen

De teelt van perkplanten in de kas wordt traditioneel beschouwd als een relatief energie-extensieve teelt, met gemiddelde etmaaltemperaturen tussen de 14 en 20 °C. Toch vindt een belangrijk deel van deze teelt plaats in de donkerste en koudste maanden van het jaar, waarin het realiseren van een stabiel en gezond kasklimaat zonder grote inzet van fossiele energie een aanzienlijke uitdaging vormt. Tijdens deze periode is de luchtvochtigheid vaak hoog, terwijl de mogelijkheden voor vochtbeheersing door natuurlijke ventilatie beperkt zijn. Dit maakt het lastig om het klimaat voldoende droog te houden zonder energieverlies, en verhoogt het risico op ziektedruk, zoals Botrytis. Tegelijkertijd vraagt de markt om een kwalitatief hoog product, dat op tijd leverbaar is, ook bij een energiezuinige teeltstrategie.

Het project Perkplant Weerbaar Fossielvrij richt zich op het realiseren van een energie-efficiënte, fossielvrije en tegelijkertijd weerbare teelt van perkplanten. Centraal stond de vraag: hoe kunnen we via actieve luchtontvochtiging en een doordachte schermstrategie het klimaat zodanig sturen dat zowel het energieverbruik als het risico op ziekten vermindert, zonder dat dit ten koste gaat van teeltduur of productkwaliteit?

Om deze vraag te beantwoorden, werd gedurende het teeltseizoen 2024-2025 een reeks opeenvolgende teelten uitgevoerd bij het Delphy Improvement Centre in Bleiswijk. De proef vond plaats in twee identieke kascompartimenten van elk 168 m². Eén afdeling werd uitgerust met een Condair adsorptiedroger voor actieve ontvochtiging op lage temperatuur en aangestuurd volgens Het Nieuwe Telen. De andere afdeling fungeerde als referentie en werd aangestuurd op traditionele wijze met stoken en luchten.

In de periode van augustus 2024 tot april 2025 zijn drie opeenvolgende gewassen geteeld: cycloam (week 34 t/m 52), ranonkel (week 46 t/m 11) en calibrachoa (week 9 t/m 15). Alleen tijdens de opstartfases van ranonkel en calibrachoa was er sprake van enige overlap, waarbij enkele tafels tijdelijk werden vrijgemaakt terwijl de vorige teelt nog gedeeltelijk aanwezig was. Elk gewas werd uitgevoerd met twee verschillende rassen, zodat ook eventuele rasverschillen in gevoeligheid of groei konden worden meegenomen in de beoordeling.

Naast klimaat- en energiesturing werd onderzocht welke rol groene middelen kunnen spelen bij het verhogen van de weerbaarheid van de planten tegen ziekten. Daarbij werd op de helft van de planten wél en op de andere helft géén groene middelen toegepast. Bij cycloam is aanvullend een laboratoriumtest op botrytis uitgevoerd bij WUR Glastuinbouw, om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van de behandelingen.

De verwachting was dat door de inzet van actieve ontvochtiging en het meer gesloten houden van schermen de RV beter beheerst kon worden, waardoor een droger en stabiel kasklimaat ontstaat, met minder warmtelekken en minder ziektedruk.

Dit rapport beschrijft de proefopzet, de gebruikte materialen en methoden, de klimaatinstellingen, het energieverbruik en de plantkundige resultaten, met als doel om een bruikbaar totaalbeeld te schetsen van de mogelijkheden voor een fossielvrije, weerbare teelt van perkplanten in de toekomst.

2.1 Doelstellingen

2.1.1 Energiedoelstellingen

- Demonstreren van een fossielarme teeltstrategie voor perkplanten, met een significante reductie van het gasverbruik door inzet van actieve ontvochtiging en energiezuinige klimaatbeheersing.
- Vergelijken van het energieverbruik tussen een referentie-afdeling en een afdeling met adsorptiedroger, inclusief het omrekenen van elektriciteitsgebruik naar gas-equivalenten.
- Toepassen van gesloten schermstrategieën om energieverlies via ventilatie te beperken en warmte vast te houden, zonder toename van ziektedruk.

2.1.2 Teeldoelstellingen

- Monitoren van de ontwikkeling, bloei en kwaliteit van drie verschillende perkplantgewassen in twee klimaatomstandigheden.
- Beoordelen van het effect van een droger kasklimaat op gewasgezondheid, met name ten aanzien van Botrytis.
- Onderzoeken of groene middelen bijdragen aan verhoogde weerbaarheid en kwaliteitsverbetering in de teelt.

2.1.3 Overige doelstellingen

- Inzicht verkrijgen in het telen met adsorptiedroger tijdens donkere en koude teeltperioden.
- Ervaren hoe schermstrategie, temperatuur- en vochtsturing geïntegreerd kunnen worden in een fossielarme teeltpraktijk.
- Leren interpreteren van klimaatdata, gewasontwikkeling en ziektedruk als stuurmiddelen voor toekomstgerichte perkplantenproductie.

3 Materiaal en methode

3.1 Proefopzet

Het onderzoek werd uitgevoerd in twee identieke kascompartimenten van elk 168 m² bij het Delphy Improvement Centre in Bleiswijk. De proef liep van augustus 2024 tot april 2025 en omvatte drie opeenvolgende teeltrondes: cyclaam, ranonkel en calibrachoa. Ieder compartiment was voorzien van acht tafels van circa 12 m², waarop de planten werden opgepot en volgroeid.

Eén afdeling was uitgerust met een Condair adsorptiedroger en werd actief gestuurd op ontvochtiging met minimale inzet van ramen en verwarming. Deze afdeling vertegenwoordigde de fossielvrije, klimaatgestuurde afdeling volgens de principes van Het Nieuwe Telen (HNT). De andere afdeling diende als referentie en werd aangestuurd op traditionele wijze met stoken en zonder actieve ontvochtiging.

Per gewas werden twee rassen geteeld om eventuele rasverschillen te kunnen observeren. Binnen beide afdelingen werd bovendien op de helft van de tafels een combinatie van groene middelen toegepast ter bevordering van plantweerbaarheid, terwijl de andere helft als onbehandelde controle fungeerde.

In de volgende paragrafen worden de kasinrichting, het plantmateriaal, het teeltschema, de registraties en de analysemethoden verder toegelicht.

3.2 Kasinrichting

De proef is uitgevoerd in twee identieke kasafdelingen (3.2 en 3.4) van het Delphy Improvement Centre te Bleiswijk in het belichtingsseizoen 2024-2025. In deze afdelingen zijn drie opeenvolgende teeltrondes uitgevoerd met cyclamen, ranonkels en calibrachoa. De teelten volgden elkaar op, met beperkte overlap rondom het uitzetten van jonge planten. Het overzicht van de teeltdata is weergegeven in *Tabel 1*:

Tabel 1: Teeltdata van cyclamen, ranonkels en calibrachoa gedurende het seizoen 2024-2025

Teelt	Startdatum	Einddatum
Cyclamen	19-08-2024	30-12-2025
Ranonkels	11-11-2024	10-03-2025
Calibrachoa	28-02-2025	11-04-2025

Beide afdelingen hebben een bruto kasoppervlakte van 168 m² en zijn qua technische inrichting zo gelijk mogelijk uitgevoerd, om verschillen in klimaat, watergift of schermgebruik tussen de afdelingen tot een minimum te beperken. De complete uitrusting van de kassen is te zien in *Tabel 2*.

Tabel 2: Uitrusting proefkassen 3.2 en 3.4

Afdelingen:	3.2 en 3.4, Delphy Improvement Centre, Bleiswijk. Gelegen aan één buitengevel en drie zijgevels met aangrenzende matig verwarmde afdelingen waarvan één zijgevel een schuifdeur heeft naar de centrale corridor.
Kasoppervlakte	168 m ² (17,5 x 9,6m)
Tafeloppervlakte	12 m ²
Netto teeltoppervlakte	96 m ² (8 tafels per afdeling)
Eb-en-vloed systeem	Regelbaar per tafel en vollopen in enkele minuten
Berekening	Sprinkler systeem met 10 sprinklers op 15 meter lengte en 4 strengen in de breedte
Kastype:	Venlo – twee daken per tralie
Glastype:	Saint Gobain Ultra Low Haze 2xAR
Schermen:	Luxous 1147FR Obscura 9950 FR W
Verwarming	Ondernet 10x. Diameter: 0,051m. Lengte 15m. Groeibuis 8x. Diameter: 0,0031m. Lengte: 15m.
Klimaatcomputer:	Priva
Onvochtiging:	Louter in afdeling 3.2, een Condair adsorptiedroger
Ventilatie	Twee climaflows (Svensson)

Elke afdeling bevat acht eb- en vloedtafels van circa 12 m², goed voor een netto teeltoppervlak van 96 m² per afdeling. Elke tafel beschikt over een eigen wateraansluiting, waarmee irrigatie en fertigatie per teeltgroep nauwkeurig konden worden gestuurd.

Voor verwarming waren in beide afdelingen zowel ondernet- als groeibuizen aanwezig. Dit betrof tien ondernetbuizen (Ø 51 mm) en acht groeibuizen (Ø 31 mm), elk met een lengte van 15 meter. Gedurende de proef is enkel gebruikgemaakt van het ondernet in de controle-afdeling (3.4).

Om invloeden van buitenaf te minimaliseren is op de zijwanden van beide afdelingen isolerende noppenfolie aangebracht. In afdeling 3.2 is dit toegepast aan de linkerzijde (grenzend aan afdeling 2.3), en in afdeling 3.4 aan de rechterzijde (grenzend aan afdeling 4), ter bescherming tegen warmtestraling vanuit aangrenzende proeven met tomaat. Aan de zijde grenzend aan afdeling 3.3, waar een lelieproef draaide, was afscherming alleen nodig om lichtuitstoot van LED-verlichting in de nacht te beperken.

Voor een goede luchtverdeling zijn beide afdelingen uitgerust met twee Climaflow-units van Svensson, die bijdragen aan een homogeen microklimaat binnen de kas.

Op het gebied van schermtechniek beschikken beide afdelingen over een identiek geïnstalleerde scherminstallatie, bestaande uit:

- Een verduisteringsdoek (Obscura 9950 FR W). Een wit, hoog reflecterend doek met lichtdichte eigenschappen, bedoeld voor volledige afscherming.
- Een energiedoek (Luxous 1147 FR). Deze transparante, diffuse energiedoeken zijn ontworpen om warmte vast te houden tijdens de nacht en op donkere dagen, zonder het

aanwezige daglicht onnodig te blokkeren. De dubbele laag verhoogt het energiebesparende effect en draagt bij aan een stabiel microklimaat binnen de kas.

De schermen konden afzonderlijk of in combinatie worden ingezet, afhankelijk van het teeltstadium, het weer en de gewenste energiebesparing. Ze vormden samen met de overige klimaatmaatregelen een cruciaal onderdeel van de fossielvrije strategie, waarbij maximale benutting van intern opgeslagen warmte centraal stond.

3.2.1 Condair ontvochtiger

In kasafdeling 3.2 is aanvullend op de standaard kasuitrusting een Condair adsorptiedroger geïnstalleerd (Figuur 1). Deze installatie is toegevoegd om actief te kunnen sturen op luchtvochtigheid, onafhankelijk van temperatuurregeling. De droger werkt op basis van het adsorptieprincipe: vocht uit de kaslucht wordt via een adsorptiemateriaal gebonden en vervolgens naar buiten afgevoerd, zonder dat daarvoor intensieve luchting of extra bijverwarming nodig is.

Een belangrijk voordeel van adsorptiedrogers is dat ze effectief blijven functioneren bij lage temperaturen. Waar standaard condensdrogers aanzienlijk in werking afnemen onder de 15 °C, blijft een adsorptiedroger juist onder deze omstandigheden betrouwbaar ontvochtigen. Dit maakt de techniek bijzonder geschikt voor sierteelten waarbij het klimaat koel gehouden wordt, zoals bij ranonkels en cyclamen in dit project.



Figuur 1: De geïnstalleerde condair adsorptiedroger in afdeling 3.2 op het Delphy Improvemt centre.

De Condair-unit is binnen deze proef getest op effectiviteit in een sierteeltcontext. De focus lag op het realiseren van een energie-efficiënt en stabiel kasklimaat met een lagere luchtvochtigheid, om daarmee de weerbaarheid van perkplanten te verhogen en het risico op luchtvochtigheidsgerelateerde ziekten, zoals Botrytis cinerea en echte meeldauw, te beperken.

Hoewel het streefklimaat per gewas enigszins verschilde, bleef de basisstrategie gelijk. In alle teeltrondes werd gewerkt met een RV-bandbreedte waarbij de ontvochtiger inschakelde wanneer de RV in de kas boven de 82 tot 85% uitkwam, en uitschakelde wanneer deze weer onder de 80 tot 82% zakte. Deze instellingen sloten aan bij de wens van de telers: zo veel mogelijk warmte vasthouden met maximale scherminzet, terwijl vochtproblemen en condensatie op het gewas werden voorkomen.

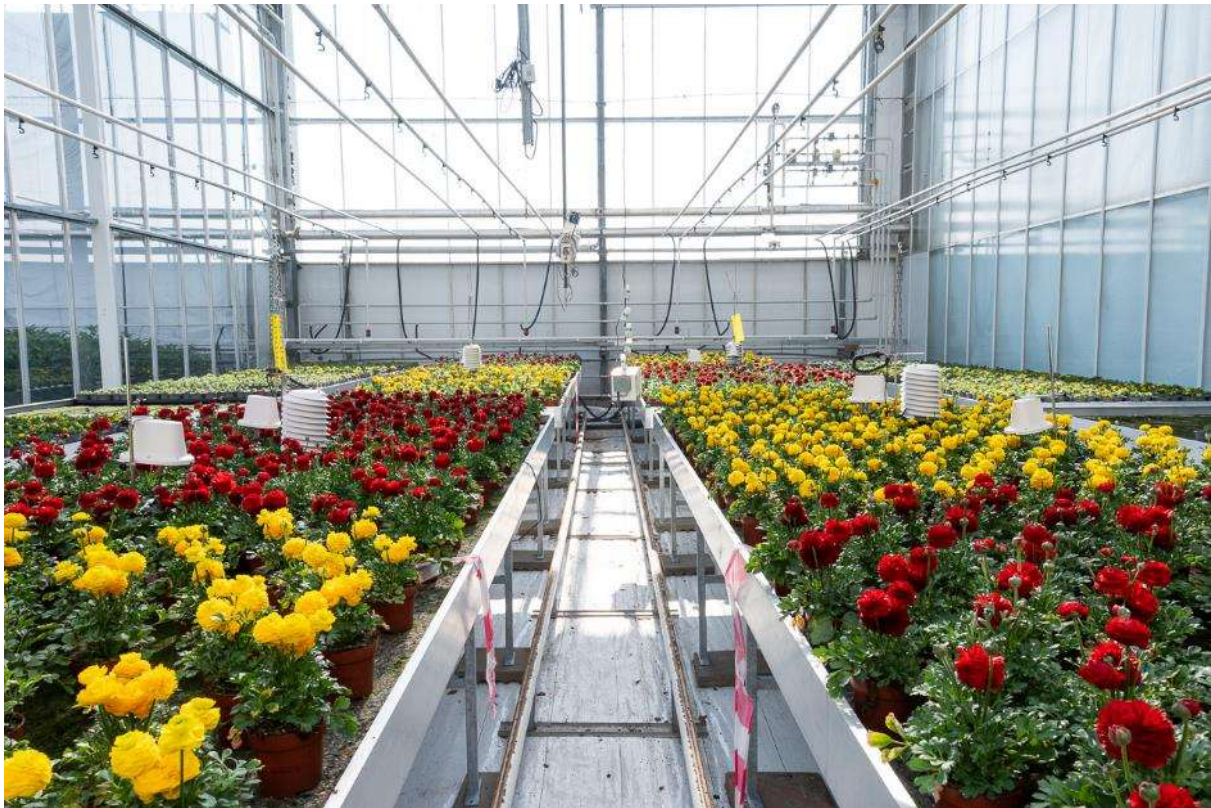
3.2.2 Sensoren

Voor een nauwkeurige monitoring van het klimaat en het microklimaat zijn in beide kasafdelingen meerdere sensoren toegepast. Elke afdeling was standaard uitgerust met een klimaatbox van Priva, waarmee de relatieve luchtvochtigheid (RV) en temperatuur (T) centraal werden geregistreerd. Daarnaast was er in elke afdeling een PAR-sensor op 3 meter hoogte geïnstalleerd voor het meten van de lichtinstraling.

Ter aanvulling op deze standaardmetingen zijn per afdeling acht draadloze passief geventileerde klimaatsensoren van 30MHz, in de praktijk aangeduid als 'wokkels', geplaatst. Deze sensoren maten de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid op twee niveaus:

- Vier wokkels zijn verdeeld over 4 tafels in het gewas geplaatst, op planthoogte, om het microklimaat tussen de planten te volgen.
- Vier wokkels zijn net boven het gewas gepositioneerd, om het microklimaat boven het bladerdek te volgen.

Elke behandelingscombinatie in de proef (vier per afdeling: twee variëteiten × met/zonder groene middelen) was voorzien van een eigen set wokkels (één tussen het gewas en één erboven) om verschillen tussen behandelingen in microklimaat te kunnen volgen (Figuur 2).



Figuur 2: microklimaatssensoren, of 'wokkels', tussen en boven de planten in afdeling 3.4 tijdens de ranonkelteelt.

Daarnaast zijn in beide afdelingen nog twee extra PAR-sensoren geplaatst, op planthoogte in de tafels aan de voor- en achterzijde van de afdeling. Deze sensoren gaven inzicht in de verdeling van licht over de tafels, wat vooral van belang is bij het interpreteren van gevelinvloeden en bij het vergelijken van gewasontwikkeling op verschillende posities in de kas.

De combinatie van standaardklimaatmetingen en microklimaatssensoren maakte het mogelijk om zowel algemene klimaatrends als behandelingsspecifieke effecten binnen het gewas nauwkeurig te volgen.

3.3 Plantmateriaal en teeltschema

De praktijkproef vond plaats van augustus 2024 tot april 2025 en volgde een teeltschema dat representatief is voor een gangbare werkwijze in de Nederlandse perkplantenteelt. Gedurende deze periode zijn drie gewassen geteeld: Cyclamen (najaar), Ranonkels (winter) en Calibrachoa (voorjaar). De teelten volgden elkaar deels op en liepen waar nodig in elkaar over, zoals vaak ook in de praktijk gebeurt.

Van elk gewas zijn twee verschillende cultivars opgenomen in de proef, om te kunnen beoordelen of en hoe variëteitsverschillen effect hebben op de gevoeligheid voor ziekten zoals *Botrytis cinerea*, en op de interactie met de toegepaste teeltstrategie (waaronder het gebruik van groene middelen en klimaatsturing). De gekozen gewassen zijn representatief voor de Nederlandse markt en

verschillen onderling in gevoeligheid voor schimmelziekten, groeisnelheid en teelttemperaturen, wat bijdraagt aan een brede toepasbaarheid van de resultaten.

Alle gewassen zijn bij aanvang van de teelt dicht op elkaar geplaatst en later uitgezet volgens een vooraf bepaald plantpatroon per m². Hiermee werd aangesloten op gangbare praktijken in de sierplantenkwekerij, waarbij efficiënt ruimtegebruik en optimale lichtverdeling centraal staan.

3.3.1 Cyclamen

Het uitgangsmateriaal van Cyclamen is geleverd door *Schoneveld Breeding*, er was gekozen voor een rode en witte variant: de cultivars *Pure white 06* en *Pure red 03*. De planten zijn opgepot bij Gevers Planten en op 22 augustus 2024 in de kasafdelingen geplaatst. Bij aanvang van de proef zijn de jonge planten dicht tegen elkaar geplaatst, om het microklimaat homogeen te houden. Na enkele weken zijn de Cyclamen uitgezet naar de gewenste eindafstand, met een streefplantdichtheid van ongeveer 30 planten per m². Per tafel resulteerde dit in een bezetting van ongeveer 360 planten (180 per cultivar). Elke afdeling bevatte acht tafels, wat neerkwam op 2.880 planten per kasafdeling.

3.3.2 Ranonkels

De Ranonkels werden eveneens geleverd door Schoneveld Breeding en bestonden uit de variëteiten *Ralayel 12* (geel) en *Ralared 04* (rood). In week 46 van 2024 zijn 8.500 jonge planten opgepot bij Gebroeders Grootcholten, waarna ze zijn afgeleverd bij het Delphy Improvement Centre.

De planten werden op 14 november in de kas geplaatst en, net als bij de Cyclamen, eerst dicht bij elkaar gehouden in de buitenste tafels. Na het beëindigen van de Cyclamenteelt op de binnenste tafels, zijn de Ranonkels op 8 januari 2025 uitgezet over de volledige kasruimte naar een einddichtheid van circa 35 planten per m². Dit resulteerde in een eindopstelling van 8 planten breed bij 52 planten lang per tafel, oftewel ongeveer 416 planten per tafel wat neerkwam op 3.328 planten per kasafdeling.

3.3.3 Calibrachoa

De Calibrachoaastekken werden geleverd door Florensis en in week 4 van 2025 opgepot door Wouters Planten. Voor deze voorjaarsteelt is gekozen voor twee cultivars met een verschillend groeitype en bloemkleur: *Early Bright Red* en *Compact Yellow*. Deze variëteiten zijn representatief voor het bredere assortiment binnen de perkplantenteelt en verschillen in groeiwijze.'

De planten arriveerden op 27 januari 2025 op de proeflocatie en werden direct uitgezet op de buitenste tafels van beide kasafdelingen, nadat een eerste deel van de Ranonkelteelt was geruimd. Na afloop van de ranonkels op de binnenste tafels werden ook deze tafels volledig benut voor Calibrachoa en op de vrijgekomen tafels wijdgezet.

Op 17 maart 2025 zijn de planten op eindafstand geplaatst met een plantdichtheid van circa 32 planten per m², wat resulteerde in een volledige bezetting van 3.072 planten per kasafdeling. Deze voorjaarsronde werd afgerond op 10 april 2025, waarmee de proef in zijn geheel werd beëindigd.

3.4 Registraties

Klimaatmetingen zijn continu geregistreerd via het Priva-klimaatstelsel. Dit stelsel registreerde kasttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, CO₂-concentratie en PAR-instraling op afdelingsniveau. Daarnaast werd het microklimaat binnen en boven het gewas gemonitord met behulp van draadloze sensoren (wokkels), waarbij elke behandeling voorzien was van één sensor onder en één boven het gewas. Dit leverde waardevolle inzichten in de directe groeicondities rond de plant.

Per kasafdeling zijn bovendien twee extra PAR-sensoren op planthoogte geplaatst voorin en achterin de afdeling om de lichtverdeling nauwkeuriger in beeld te brengen.

Watergift en EC-waardes werden per afdeling vastgelegd. Hoewel de aanwezige infrastructuur het mogelijk maakte om per tafel afzonderlijk water te geven, is in de praktijk grotendeels gekozen voor uniforme bewatering per afdeling. Alleen enkele tafels met een afwijkend microklimaat (zoals meer of juist minder licht langs de gevels) kregen incidenteel een aanvullende of verminderde watergift om de verschillen niet te hoog te laten oplopen. De EC van het gietwater werd tweemaal per maand gemeten per afdeling om de bemesting binnen de gewenste bandbreedtes te houden.

3.4.1 Plantmetingen

Om de groeidynamiek en uiteindelijke prestaties van de planten te volgen, zijn er gedurende de teelten zowel wekelijkse metingen als uitgebreide eindmetingen uitgevoerd. Deze vonden plaats op behandelingsniveau, met representatieve steekproeven uit de centrale tafels van de kas om randinvloeden zoveel mogelijk uit te sluiten.

Wekelijkse metingen:

Gedurende iedere teeltronde werden wekelijks vijf planten per behandeling gemeten (vier behandelingen per afdeling, totaal 20 planten per afdeling). Per plant werd de planthoogte en de tweezijdige diameter gemeten, als indicatie van de vegetatieve groei en bouw.

Eindmetingen:

Bij afronding van elke teelt zijn per behandeling 20 planten geoogst en beoordeeld op een aantal visuele en fysische kenmerken. Dat zijn 80 planten per afdeling en 160 planten in totaal. Deze planten zijn geoogst van de centrale tafels. Buitenranden zijn buiten beschouwing gelaten vanwege gevelinvloeden.

De volgende gewasparameters zijn gemeten:

- Planthoogte;
- Plantdiameter;
- Aantal knoppen;
- Aantal bloemen;
- Versgewicht.

Van 10 planten per behandeling is aanvullend het drooggewicht bepaald. Dit werd uitgevoerd in subgroepen van vijf planten, die zijn gedroogd in een droogstoof totdat het gewicht constant was. Dit gaf informatie over de droge biomassa en de waterinhoud van de planten.

Visuele beoordeling en aanvullende Botrytis-toets

Bij alle drie de gewassen is een visuele beoordeling uitgevoerd om eventuele symptomen van *Botrytis cinerea* vast te stellen. In de praktijk zijn er echter vrijwel geen actieve Botrytis-infecties waargenomen. Daarom is de beoordeling uitgevoerd op basis van de mate van bruinverkleuring van bladeren, wat als een voorstadium of indicatie van gevoeligheid voor stress of infectie werd beschouwd. Er is gewerkt met de volgende beoordelingsschaal:

- 0: Geen aantasting
- 1: Twijfelgeval
- 2: Zichtbare infectie of bruin blad

Ter aanvulling op deze visuele waarnemingen is tijdens de eerste teeltronde (Cyclamen) een aanvullende laboratoriumtoets uitgevoerd in samenwerking met Wageningen University & Research (Bijlage 1). Hierbij zijn representatieve bladeren van het gewas bemonsterd en onder gecontroleerde omstandigheden kunstmatig geïnoculeerd met *Botrytis cinerea*. In deze blad-biotoets is de snelheid en omvang van laesievorming in het bladweefsel vastgesteld. Deze toets diende ter ondersteuning van de visuele kaswaarnemingen en om eventuele verschillen in gevoeligheid tussen behandelingen en rassen objectiever te kunnen beoordelen.

3.5 Verwerking

Alle klimaatdata zijn automatisch gelogd via het Priva-systeem, uitgelezen via Lets Grow en vervolgens geëxporteerd naar Excel-bestanden voor verdere verwerking. Per kasafdeling zijn daggemiddelden berekend voor temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, PAR-instraling en CO₂-concentratie. Daarnaast zijn de gegevens uit de microklimaatsensoren (wokkels) en extra PAR-sensoren verwerkt om lokale verschillen binnen het gewas en op tafelniveau te analyseren. Dit maakte het mogelijk om specifieke effecten van het klimaat op gewasniveau beter te interpreteren.

Het energieverbruik van de adsorptiedroger is separaat geregistreerd via een elektriciteitsmeter. Omdat de proef fossielvrij werd uitgevoerd, is het volledige energieverbruik omgerekend naar aardgasequivalenten (in m³ gas/m²) op basis van de elektriciteitsconsumptie, zodat een eerlijke vergelijking mogelijk was tussen beide afdelingen. Zo kon worden beoordeeld hoeveel extra 'virtuele' energie nodig was om het klimaat actief te sturen via ontvochtiging.

De metingen aan de planten (hoogte, diameter, bloemvorming, vers- en drooggewicht) zijn handmatig geregistreerd en ingevoerd in een Excel bestand. Voor de eindmetingen is gekozen voor een consistente bemonsteringslocatie (binnenste tafels) om rand- en gevelinvloeden te vermijden. De gegevens zijn per behandeling geanalyseerd en samengevat in gemiddelden en standaarddeviaties. Voor de groeicurves is gekeken naar de gemiddelde groei per week per behandeling.

De visuele botrytisbeoordelingen zijn omgezet naar scoregemiddelden per behandeling. Omdat er geen actieve Botrytis-infectie werd waargenomen, is de beoordeling gebaseerd op het aantal planten met zichtbare bruinverkleuring van blad, als proxy voor gevoeligheid voor stress of latente ziekteontwikkeling.

De resultaten van de infectietoets bij cyclamen, uitgevoerd door WUR, zijn aangeleverd in de vorm van infectiescores per bladponsje. Deze zijn gebruikt als extra onderbouwing van de waarnemingen in de kas.

Hoewel het aantal herhalingen per behandeling beperkt was tot praktijkschaal, zijn de data per gewas en parameter visueel en kwantitatief geanalyseerd. Daarbij is gekeken naar verschillen tussen afdelingen (klimaatstrategie), tussen rassen (genetica), en het effect van de groene middelen. Waar mogelijk zijn gemiddelden grafisch weergegeven om trends inzichtelijk te maken.

4 Teeltresultaten

Dit hoofdstuk bespreekt de waarnemingen, meetgegevens en inzichten die tijdens de drie teeltrondes zijn verzameld. Daarbij wordt gestart met een overzicht van de buiten omstandigheden gedurende de onderzoeksperiode, gevolgd door een analyse van het kasklimaat in beide afdelingen. Vervolgens worden de teelttechnische resultaten per gewas (cyclamen, ranonkel, calibrachoa) besproken, waarbij wordt ingegaan op klimaat, watergift, gewaskwaliteit en gewasgezondheid. Tot slot wordt het energieverbruik geanalyseerd, met speciale aandacht voor de inzet van de adsorptiedroger.

4.1 Buitenomstandigheden

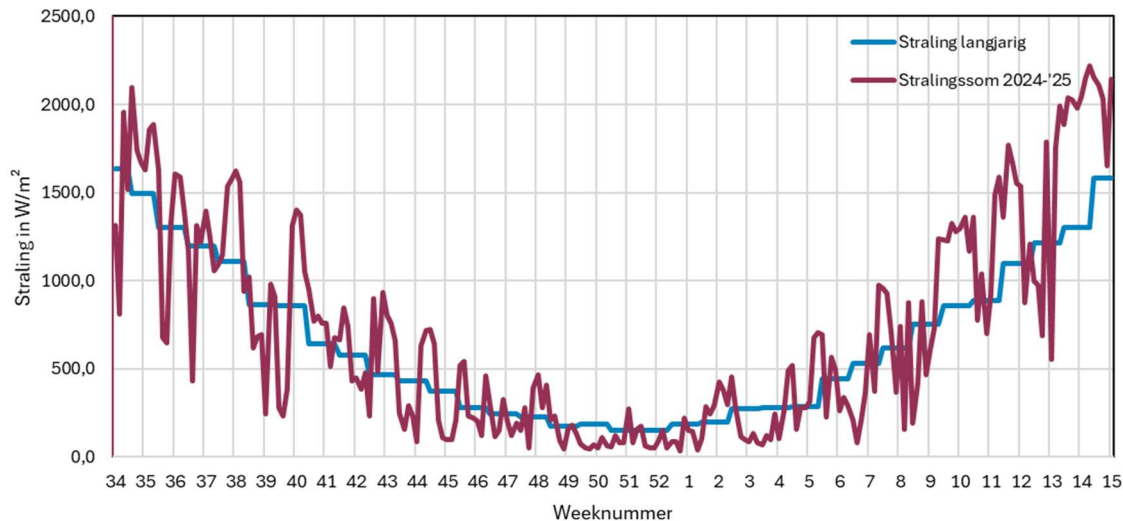
Gedurende het belichtingsseizoen 2024–2025 zijn de buitentemperaturen en instraling bepalend geweest voor het beschikbare daglicht, ventilatiemogelijkheden en warmteverliezen in de kas. Omdat de proef zich richtte op fossielvrij telen, is het belangrijk de externe omstandigheden goed te duiden bij de interpretatie van klimaatstrategie en energieverbruik.

4.1.1 Stralingsommen

In Figuur 3 is het verloop van de wekelijkse globale stralingssom buiten weergegeven voor het teeltseizoen 2024–'25, afgezet tegen het langjarig gemiddelde (2015–2024).

Het seizoen kende aanzienlijke afwijkingen ten opzichte van het gemiddelde. De herfstperiode waarin Cyclamen werden geteeld (vanaf week 34) verliep qua lichtniveau relatief gemiddeld, waar augustus en september relatief warm waren met een lichte terugval vanaf eind oktober (week 44). Zonnige en bewolkte weken wisselden zich vaak af. In deze fase speelde vooral de balans tussen lichtbenutting en het vasthouden van warmte een rol. In de periode van week 49 tot en met week 5, waarin de winterteelt van Ranonkels plaatsvond, was sprake van een donkere periode. Gedurende deze weken lag de stralingssom structureel onder het langjarig gemiddelde.

Daartegenover stond een opvallend licht voorjaar vanaf week 9, tijdens de teelt van Calibrachoa. De instraling lag toen duidelijk boven het langjarig gemiddelde, wat zich vertaalde in een hoger daglichtaanbod en een verhoogde verdamping. Dit vereiste aanpassingen in zowel schermstrategie als watergift, en bood gunstige omstandigheden voor generatieve ontwikkeling en afharding van het gewas.



Figuur 3: grafische weergave van weekgemiddelde langjarige stralingssom ($\text{W/m}^2/\text{dag}$) en stralingssom van seizoen 2024-'25

4.1.2 Buitentemperaturen

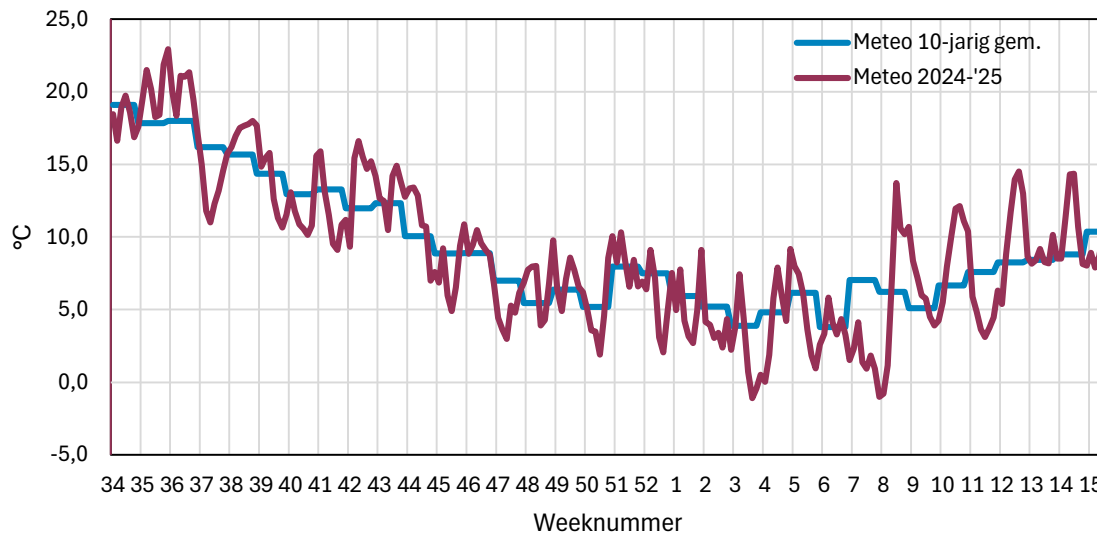
De buitentemperaturen van het seizoen 2024–2025 zijn weergegeven in Figuur 4, samen met het tienjarig gemiddelde over de periode 2015–2024. Het seizoen kende duidelijke afwijkingen van dit langjarig gemiddelde, wat directe invloed had op de warmtevraag en schermstrategie in de kas.

De periode eind augustus en september 2024 was warmer dan gemiddeld, wat gunstig was voor de opstart van de Cyclamenteelt. Vanaf oktober liepen de buitentemperaturen meer in lijn met het langjarig gemiddelde. De grootste afwijking trad op vanaf week 3 van 2025, doorlopend tot week 9, waarin het kouder dan gemiddeld werd.

Het voorjaar, vanaf ongeveer week 9, werd gekenmerkt door fluctuerende temperaturen. Deze schommelingen waren vooral het gevolg van afwisselend zonnige en donkere dagen, wat het temperatuurverloop variabelier maakte. Deze omstandigheden vielen samen met de teeltronde van Calibrachoa.

In deze context werd het belang van schermstrategie duidelijk. Door slim schermgebruik, gericht op beperking van uitstraling op koude nachten en reductie van instraling op intensieve dagen, kon in beide afdelingen veel warmte worden vastgehouden. Dit was met name zichtbaar in afdeling 3.2, waar dankzij de Condair-adsorptiedroger de luchtvochtigheid actief kon worden beheerst. Hierdoor was het mogelijk om vaker en langer te schermen met het energiedoek, met behoud van een acceptabel vocht- en warmteniveau.

In afdeling 3.4, waar géén ontvochtiger aanwezig was, moest op koelere en vochtige dagen eerder worden gelucht om overtollig vocht kwijt te raken. Dit resulteerde in kortere schermperiodes en een hogere inzet van buisverwarming tijdens koudere weken om het gewenste klimaat te behouden.



Figuur 4: Etmaaltemperaturen van het seizoen 2024-'25 vergeleken met het 10-jarig gemiddelde

4.2 Kasklimaat

Bij aanvang van de proef is afgesproken dat het klimaat in beide kasafdelingen zo veel mogelijk gelijk gehouden zou worden, zodat verschillen in gewasontwikkeling konden worden toegeschreven aan de teeltstrategie en niet aan een totaal ander klimaatregime. Toch golden er duidelijke verschillen: in afdeling 3.4 (controle) werd geteeld volgens de traditionele aanpak met minimumbuis en ventileren op vocht, terwijl in afdeling 3.2 (Condair) gewerkt werd volgens de principes van Het Nieuwe Telen, met meer schermuren en actieve ontvochtiging door de adsorptiedroger. De uitdaging was om het klimaat niet te ver uit elkaar te laten lopen, maar wel de methodieken eerlijk te vergelijken.

4.2.1 Kastemperatuur

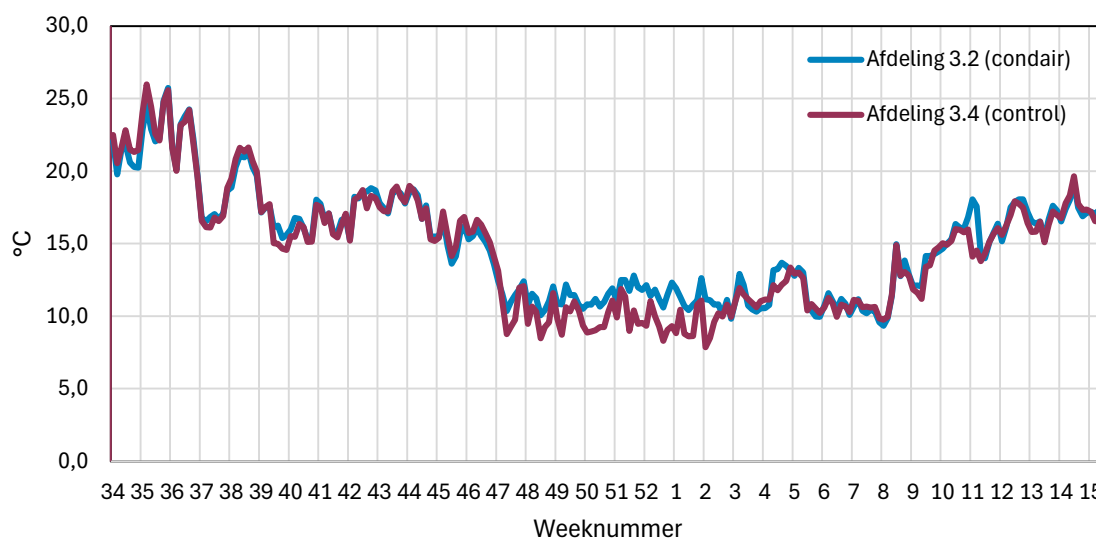
De proef startte in augustus (week 34) met cyclamen, waarbij de stooktemperatuur op 12 °C was ingesteld en de ventilatietemperatuur op 16 °C. Enkele weken later, in week 37, werd de stooklijn verlaagd naar 8 °C, waarmee het verschil tussen de beide teeltstrategieën zichtbaar begon te worden. In de controleafdeling (3.4) werd vanaf dat moment gewerkt met een minimumbuis in combinatie met een minimumraamstand, gestuurd op een relatieve luchtvochtigheid van 78–82%. In de Condair-afdeling (3.2) werd de stooklijn lager aangehouden en werd vocht grotendeels via de adsorptiedroger afgevoerd, waardoor met minder buisinzet en meer gesloten energiescherm gewerkt kon worden.

Tijdens de cyclamenronde volgden enkele kleine aanpassingen om de ventilatietemperaturen beter af te stemmen op de weersomstandigheden. Toen in week 47 de ranonkels werden opgezet, werd het klimaat aangepast aan de praktijkvoorschriften van dit gewas. In de controle-afdeling werd een stooklijn van 4 °C aangehouden met een ventilatietemperatuur van 6 °C en een maximale buistemperatuur van 30 °C. In de Condair-afdeling werd de stooklijn nog verder verlaagd naar 2 °C, waardoor er in de praktijk nauwelijks gestookt werd, terwijl de ventilatietemperatuur hoger

werd gezet op 10 °C. Belangrijk verschil was dat de ontvochtiger vanaf dit moment dag en nacht actief was, zodat vocht zonder warmteverlies afgevoerd kon worden.

In week 4 werd gedurende vier dagen in beide afdelingen de temperatuur tijdelijk verhoogd naar 10 °C stook en 14 °C ventilatie om de ranonkels te activeren. Direct daarna werd teruggeschakeld naar de lagere instellingen. Dit resulteerde enkele weken later in zichtbare knopvorming. Bij de start van de calibrachoateelt in week 9 werd de ventilatietemperatuur in beide afdelingen verhoogd naar 20°C, terwijl de stooklijn op 6°C bleef.

Door deze strategieën lag de gemiddelde kasttemperatuur in de Condair-afdeling over de gehele proef uiteindelijk 0,3°C hoger, voornamelijk doordat warmte beter werd vastgehouden dankzij het intensievere schermgebruik in de donkerste weken van het jaar (Figuur 5).

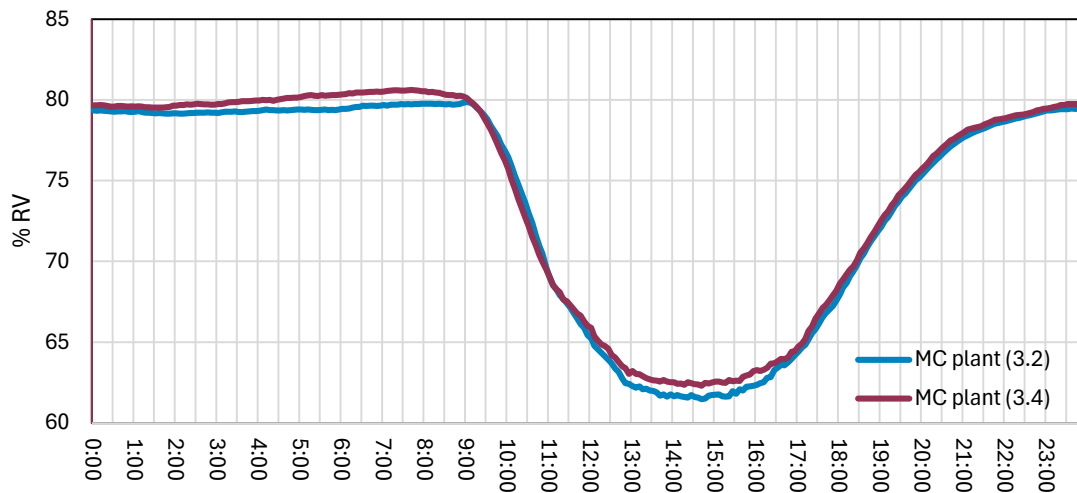


Figuur 5: Verloop etmaaltemperaturen in kasafdelingen 3.2 (condair) en 3.4 (controle)

4.2.2 Microklimaat

Het microklimaat werd gemonitord met sensoren zowel tussen het gewas als boven het gewas om verschillen in luchtvochtigheid en temperatuur op plantniveau in beeld te brengen. In de Condair-afdeling (3.2) bleef de relatieve luchtvochtigheid gemiddeld 0,35% lager tussen het gewas dan in de controleafdeling (3.4), waarbij het grootste verschil werd gemaakt in de nacht en rond het middaguur (Figuur 6). Het vochtdeficit lag gemiddeld 0,1 g/m³ hoger, wat wijst op een iets drogere en stabielere luchtlaag rondom het gewas.

Door deze omstandigheden was de kans op condensatie in het bladerdek kleiner, vooral tijdens koude nachten met hoge buitentemperatuurdalingen. In afdeling 3.4 werd regelmatig buiswarmte ingezet om overtollig vocht te verwijderen, wat leidde tot meer temperatuurschommelingen in het gewas. In afdeling 3.2 kon ditzelfde effect worden bereikt via de adsorptiedroger, waardoor het vocht werd afgevoerd zonder extra warmte-inzet.

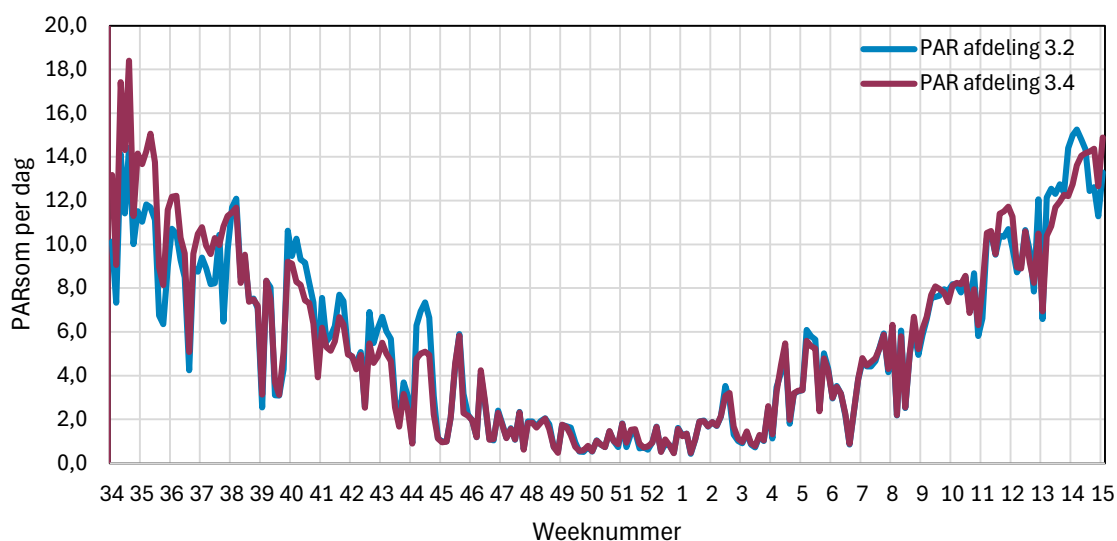


Figuur 6: Etmaalgemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%RV) van afdeling 3.2 (condair) en 3.4 (control), gemeten met vier sensoren per afdeling ('wokkels') geplaatst in het gewas, over de gehele teeltperiode.

Het verschil tussen beide afdelingen werd het duidelijkst zichtbaar gedurende de winterperiode bij de ranonkels, toen de buitenlucht koel en vochtig was en natuurlijke verdamping beperkt bleef. De actieve ontvochtiging zorgde toen voor een constanter microklimaat met minder risico op vochtophoping in het gewas.

4.2.3 PAR

De PAR-sommen in de kasafdelingen begonnen hoog in augustus, in de winter was het rond de jaarwisseling een van de donkerste periodes ooit gemeten in Nederland, vervolgens kregen we een heel licht voorjaar met snel oplopende PAR-sommen in maart (Figuur 7). Wat opviel was dat de gemeten waardes meer uiteenliepen zodra instraling toenam, dit is te verklaren door gevelwerking, kasconstructie en schaduwwerking op de sensoren in de kas.

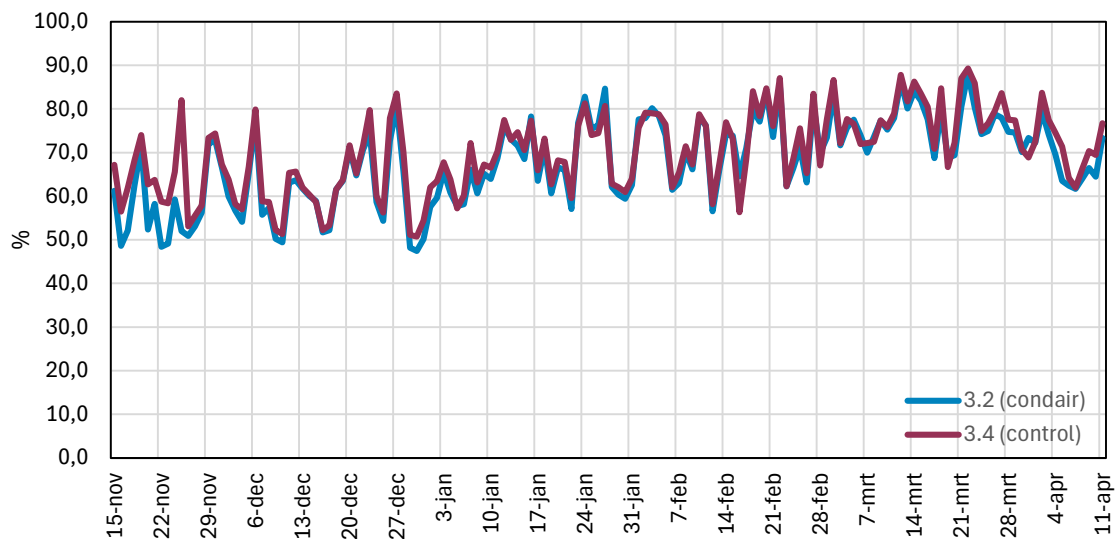


Figuur 7: Gerealiseerde PAR-sommen in afdelingen 3.2 en 3.4. Gemeten met priva par-sensoren in het midden van de kas

4.2.4 Vocht

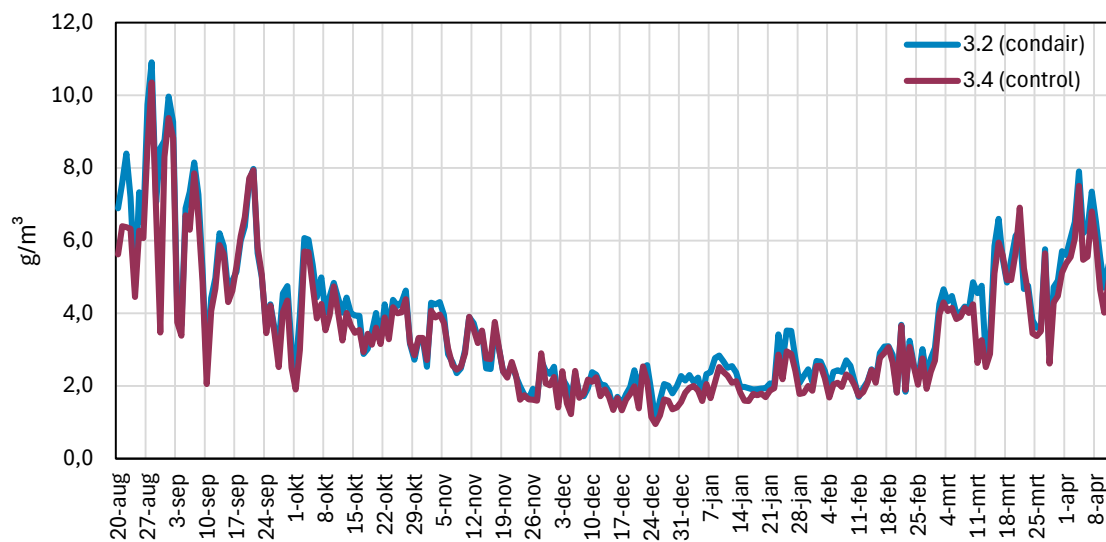
Het vochtbeheer vormde een van de belangrijkste verschillen tussen beide teeltstrategieën. In afdeling 3.2 maakte de inzet van de adsorptiedroger het mogelijk om vocht actief af te voeren zonder warmteverlies, terwijl afdeling 3.4 vooral afhankelijk was van buisverwarming en luchting om dezelfde RV-doelen te halen. Dit resulteerde in structurele verschillen in RV, vochtdeficit en stabiliteit van het kasklimaat.

Over alle teeltrondes gecombineerd lag de gemiddelde RV in afdeling 3.2 op 74,7%, tegenover 76,5% in afdeling 3.4, een verschil van 1,8%. Het gemiddelde vochtdeficit lag in afdeling 3.2 op 3,8 g/m³, terwijl dit in 3.4 3,5 g/m³ was. Hoewel deze verschillen op dagbasis klein lijken, waren ze vooral relevant tijdens de donkere wintermaanden, waar het effect van de ontvochtiger het duidelijkst zichtbaar werd. In die periode wist afdeling 3.2 de RV merkbaar lager te houden, ondanks intensieve scherming en een lagere inzet van buiswarmte (Figuur 8).



Figuur 8: Gerealiseerde relatieve luchtvochtigheid in % in afdelingen 3.2 en 3.4. Gemeten met Priva meetbox in het midden van de kasafdelingen

Het vochtdeficit lag in afdeling 3.2 gemiddeld op 3,8 g/m³, tegenover 3,5 g/m³ in afdeling 3.4 (Figuur 9). Het verschil van 0,3 g/m³ geeft aan dat het kasklimaat in de afdeling met de adsorptiedroger structureel iets droger was. Vooral in de periode tussen week 46 en week 6, toen de buitenomstandigheden donker en koel waren, was het effect van de actieve ontvochtiging duidelijk zichtbaar.



Figuur 9: Gerealiseerde vochtdeficit in gram/m³ in afdelingen 3.2 en 3.4. Gemeten met Priva meetbox in het midden van de kasafdelingen

De adsorptiedroger werd in 3.2 aangestuurd via een eenvoudige aan/uit-regeling op basis van relatieve vochtigheid. Het systeem bood geen mogelijkheid om een percentagecapaciteit in te stellen; in plaats daarvan schakelde de installatie volledig in wanneer de RV boven een bepaalde grens kwam, en volledig uit wanneer de RV weer onder de ingestelde waarde zakte.

In de praktijk werd gewerkt met een bandbreedte waarin de ontvochtiger inschakelde bij 82–85% RV en uitschakelde bij 80–82% RV. In week 49 zijn de grenzen aangescherpt naar AAN bij 85% RV en UIT bij 82% RV, zodat vocht sneller werd onderdrukt tijdens de donkerste periode van de ranonkels.

De capaciteit van de adsorptiedroger varieerde per dag en per teeltfase. De installatie werkte het meest efficiënt op dagen met koude en droge buitenlucht, waarbij de regeneratielucht het meeste vocht kon opnemen. Tijdens vochtige of mistige perioden, zoals rond week 52, was de ontvochtiging minder krachtig omdat de buitenlucht minder vocht kon opnemen. Dit leidde tot een praktijksituatie waarin de ontvochtiger sommige weken vrijwel continu effectief werkte en andere weken slechts beperkt inzetbaar was.

Door het gebruik van de ontvochtiger kon in afdeling 3.2 langer en vaker worden geschermd, met name met het energiedoek, zonder dat de RV te hoog opliep. Hierdoor werd warmte beter behouden en bleven temperatuurschommelingen beperkt. De RV bleef vooral 's nachts en in de ochtend stabiel en lager, wat het risico op condensatie op blad en gewasdelen verminderde.

In de controleafdeling (3.4) moest vaker worden gelucht of bijgestookt om overtollig vocht af te voeren. Daardoor steeg het warmteverlies en ontstonden grotere temperatuurschommelingen. Dit verklaart deels het hogere energiegebruik en de iets hogere gemiddelde RV.

Effect per teeltperiode

- Cyclamen (najaar):
De ontvochtiger draaide vooral 's nachts en in de ochtend. De buitenlucht was regelmatig droog, waardoor relatief weinig draaiuren nodig waren om een stabiel RV-niveau te handhaven.
- Ranonkels (winter):
Het effect van de ontvochtiger was hier het duidelijkst zichtbaar. Tijdens droge winterdagen werd vocht zeer efficiënt afgevoerd, terwijl in vochtige weken de capaciteit afnam. Ondanks grote luchtvochtigheid buiten bleef de RV tussen het gewas in 3.2 lager dan in 3.4, zonder extra inzet van buiswarmte.
- Calibrachoa (voorjaar):
Door hogere lichtsom was de verdamping hoger, maar de buitenlucht was droger. De ontvochtiger schakelde dan vaker kort in. In deze periode was het verschil in klimaat tussen de afdelingen kleiner, zoals ook werd teruggezien in het schermgebruik.

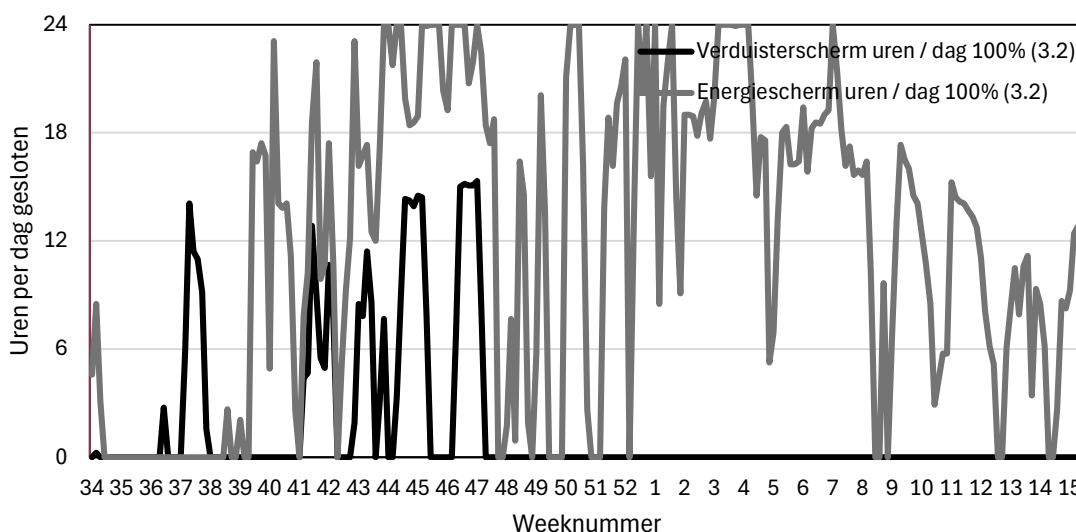
4.2.5 Schermstrategie

Het gebruik van de schermdoeken vormde een tweede belangrijk onderscheid tussen de beide teeltstrategieën, naast het gebruik van de ontvochtiger. Waar in de controle-afdeling het doek vooral werd ingezet tegen kou en overvloedige uitstraling, werd in de Condair-afdeling veel meer geschermd doordat de ontvochtiger het mogelijk maakte het klimaat ook met gesloten doek droog te houden (Figuur 10 en Figuur 11).

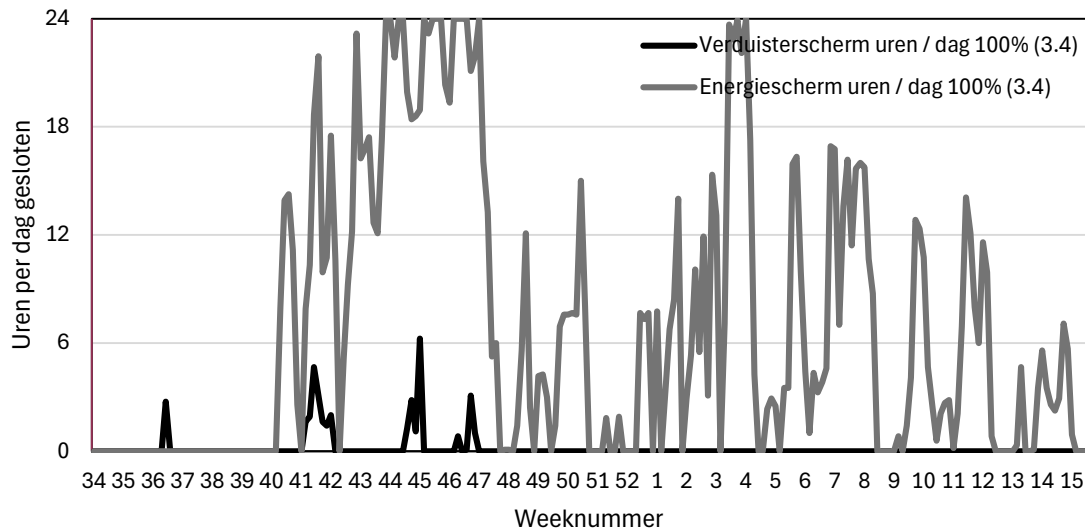
Aanvankelijk werd in beide afdelingen in de herfstmaanden een combinatie van verduister- en energiedoek gebruikt. Het energiedoek sloot wanneer de buitentemperatuur onder de 13 °C zakte, terwijl het verduisterdoek 's nachts werd ingezet bij lagere buitentemperaturen. Wanneer de RV in de kas opliep, mochten de doeken in de controle-afdeling maximaal 5% kieren om vocht kwijt te raken. In de Condair-afdeling bleef het doek vaker volledig gesloten, omdat de droger voor ontvochtiging zorgde.

Vanaf week 45 werd besloten uitsluitend nog met het energiedoek te werken. Dit maakte het mogelijk de kas koeler te houden nu de warmere dagen voorbij waren en beperkte ook de invloed van LED-belichting uit naburige proeven doordat de geveldoeken volledig gesloten bleven. Vervolgens werd de schermstrategie in beide afdelingen steeds aangepast aan de weersomstandigheden. Zo werd vanaf week 47 het doek in beide afdelingen standaard gesloten bij uitstraling boven de 70 W/m² en instraling onder de 100 W/m². In de Condair-afdeling lag de grens voor het sluiten lager (6 °C buitentemperatuur), terwijl in de controle-afdeling gekozen werd voor 8 °C overdag en 2 °C 's nachts.

In week 51 werd de grens voor instraling verlaagd van 100 naar 75 W/m², zodat ook op heldere winterdagen langer geschermd kon worden. In het voorjaar, vanaf week 11, werd de grens juist verhoogd naar 500 W/m² om de sterk oplopende instraling beter te benutten. Tegen die tijd waren er verschillen ontstaan in schermgebruik tussen de afdelingen, met name 's nachts. In de controle-afdeling stond het doek vaker open om vocht kwijt te raken, terwijl in de Condair-afdeling het doek grotendeels gesloten bleef. In week 13 zijn daarom maatregelen genomen om dit verschil te verkleinen en de afdelingen weer beter vergelijkbaar te maken.



Figuur 10: Sluiting energie- en verduisterscherm op 100% in uren per dag in afdeling 3.2 (condair)



Figuur 11: Sluiting energie- en verduisterschermbloot op 100% in uren per dag in afdeling 3.4 (control)

4.3 Cyclamen

De teelt van Cyclamen liep van 20 augustus 2024 tot 2 januari 2025 en vormde de eerste teeltronde binnen de proef. Deze ronde kenmerkte zich door de overgang van een warme zomer naar een koeler najaar met afnemende straling. Gedurende de teelt was het doel om beide afdelingen onder vergelijkbare klimaatomstandigheden te laten draaien, waarbij de verschillen uitsluitend voortkwamen uit verschillen in schermstrategie en ontvochtiging.

4.3.1 Klimaat

De gemiddelde dagelijkse instraling bedroeg 631 W/m^2 , wat past bij de lichtafname in het najaar. De gemiddelde etmaaltemperatuur lag in afdeling 3.2 op $16,0^\circ\text{C}$ en in 3.4 op $15,5^\circ\text{C}$. De relatieve luchtvochtigheid was respectievelijk 75,2% en 76,8%, wat resulteerde in een iets hoger vochtdeficit van $3,9 \text{ g/m}^3$ tegenover $3,6 \text{ g/m}^3$ in de controle.

De cumulatieve PAR-som over de gehele teelt bedroeg $1297,2 \text{ mol/m}^2$ in afdeling 3.2 en 1331 mol/m^2 in 3.4. Het kleine verschil wordt verklaard door de langere schermuren in 3.2, waar vaker werd geschermd om uitstraling te beperken en de ontvochtiger optimaal te benutten.

4.3.2 Schermstrategie

Tijdens de cyclamenteelt werd in beide afdelingen actief gebruikgemaakt van zowel het energiedoek als het verduisteringsdoek, passend bij het najaar en de overgang naar kortere dagen. Het gebruik van het donkerdoek was in deze teeltfase relevant om zowel instraling overdag als uitstraling 's nachts te sturen, maar de grootste verschillen tussen de afdelingen kwamen voort uit het gebruik van het energiedoek.

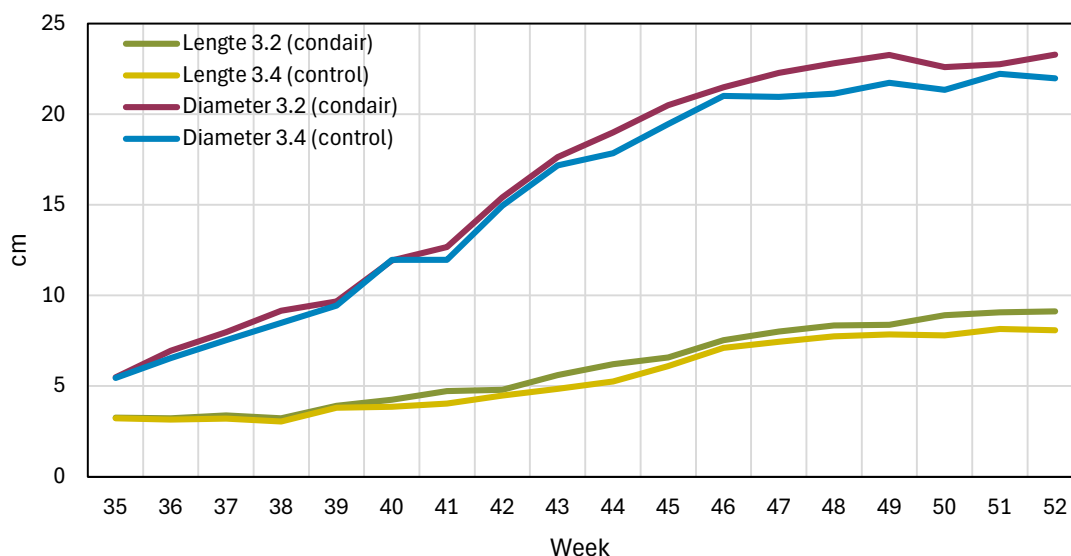
In afdeling 3.2 (Condair) werd het energiedoek gedurende de teeltronde aanzienlijk vaker en langer gesloten gehouden dan in de controleafdeling (Figuur 10 en Figuur 11). Dit was mogelijk

doordat overtollig vocht actief kon worden afgevoerd met de adsorptiedroger, waardoor langdurig schermen niet leidde tot een te hoge relatieve luchtvochtigheid. In de controleafdeling (3.4) moest het energiedoek vaker worden geopend om vocht kwijt te raken, wat resulteerde in meer warmteverlies.

Het gebruik van het donkerdoek was in beide afdelingen grotendeels vergelijkbaar en vooral gestuurd op daglengte en uitstraling. Het verschil in energiedoekgebruik leidde er echter toe dat in afdeling 3.2 een constanter klimaat werd gerealiseerd met iets hogere etmaaltemperaturen. Dit droeg bij aan een snellere gewasontwikkeling, zoals ook zichtbaar werd in de groeimetingen van de cyclamen.

4.3.3 Gewaskwaliteit en gewasbescherming

De Cyclamen ontwikkelden zich niet volledig uniform tussen de twee afdelingen. In de Condair-afdeling (3.2) lieten de planten vanaf ongeveer week 40 een duidelijk snellere ontwikkeling zien (Figuur 12). Dit viel samen met de periode waarin intensiever werd geschermd en de etmaaltemperatuur in deze afdeling gemiddeld iets hoger uitkwam. Naarmate de teelt vorderde, werd dit verschil steeds zichtbaarder: de planten in 3.2 waren ongeveer één tot anderhalve week verder in ontwikkeling dan die in de controleafdeling.



Figuur 12: Groei in lengte en diameter per week bij de cyclamenteelt

Aan het einde van de teelt resulteerde dit in grotere planthoogtes en -diameters, een hoger versgewicht en meer geopende bloemen in de ontvochtigingsafdeling. De controleafdeling (3.4) had daarentegen vaker planten met relatief meer knoppen die nog niet waren doorgebloeid, wat past bij de iets koelere etmaaltemperaturen en de daarmee samenhangende tragere ontwikkeling. Visuele inspecties toonden in beide afdelingen geen Botrytis-infecties; de beoordelingen werden beperkt tot lichte bladverkleuring of bruine randen.

Ter aanvulling op de kaswaarnemingen is bij Cyclamen een aanvullende blad-biotoets uitgevoerd door Wageningen University & Research (Bijlage 1). In deze proef werden bladeren kunstmatig

geïnoculeerd met *Botrytis cinerea* om verschillen in gevoeligheid objectief te beoordelen. Uit deze toets bleek dat er geen significant effect was van het teeltklimaat (met of zonder ontvochtiger) of van behandelingen met groene middelen op de laesievorming. Wel werd een significant verschil vastgesteld tussen de rassen: het witte ras bleek minder gevoelig voor Botrytis dan het rode ras. Dit raseigenschap stond los van de toegepaste teeltstrategie en benadrukt het belang van genetische achtergrond bij Botrytis-gevoeligheid.

4.4 Ranonkels

De teelt van Ranonkels liep van 15 november 2024 tot 12 maart 2025 en vond plaats in de donkerste periode van het jaar. Dit was de ronde waarin de ontvochtiging het meest op de proef werd gesteld, vanwege de lage buitentemperaturen en beperkte instraling.

4.4.1 Klimaat

De gemiddelde stralingssom bedroeg 355 W/m² per dag. De gemiddelde etmaaltemperatuur bedroeg 11,9°C in afdeling 3.2 en 11,2°C in 3.4. De relatieve luchtvochtigheid was gemiddeld 78,0% in 3.2 en 79,2% in 3.4. Het vochtdeficit in afdeling 3.2 lag op 2,5 g/m³ tegenover 2,2 g/m³ in de controle.

De totale PAR-som bedroeg 690,7 mol/m² in afdeling 3.2 en 722,8 mol/m² in 3.4. Het beperkte verschil hangt samen met het intensievere schermgebruik in afdeling 3.2.

Vanaf week 47 werd het klimaat van de ranonkels leidend voor beide afdelingen. In 3.2 werd niet gestookt en draaide de ontvochtiger op momenten wanneer de RV boven de ingestelde grens kwam. In 3.4 werd gewerkt met een stooklijn van 4°C en ventilatie op 6°C, waarbij regelmatig buiswarmte werd ingezet om vocht af te voeren.

4.4.2 Schermstrategie

Tijdens de ranonkelteelt werd in afdeling 3.2 (Condair) aanzienlijk intensiever gebruikgemaakt van het energiedoek dan in de controleafdeling (Figuur 10). In deze afdeling was het energiedoek in totaal 1.789 uur minimaal 80% gesloten, waarvan 1.712 uur volledig (100%) gesloten. In afdeling 3.4 (controle) bleef het energiedoek 928 uur minimaal 80% gesloten en daarvan 814 uur volledig op 100% gesloten (Figuur 11).

Het gebruik van het donkerdoek was in beide afdelingen beperkt en onderling vergelijkbaar. In afdeling 3.2 werd het donkerdoek 85,6 uur minimaal 80% gesloten, waarvan 84 uur volledig gesloten. In de controleafdeling was het donkerdoek 84 uur minimaal 80% gesloten, maar slechts 4 uur volledig gesloten.

Het duidelijk hogere en langdurigere gebruik van het energiedoek in de ontvochtigingsafdeling droeg bij aan een stabiel kasklimaat met minder warmteverlies. Dankzij de inzet van de adsorptiedroger kon dit intensieve schermgebruik plaatsvinden zonder dat de luchtvochtigheid te ver opliep, ook bij de relatief lage kastemperaturen die kenmerkend waren voor deze teeltronde.

4.4.3 Gewaskwaliteit en gewasbescherming

De ranonkels ontwikkelden zich in beide afdelingen goed en gezond, maar er waren duidelijke verschillen zichtbaar in de mate van bloei en gewasopbouw. In de afdeling met actieve

ontvochtiging (3.2), waar de etmaaltemperatuur gemiddeld iets hoger lag en het microklimaat droger was, werden significant meer open bloemen waargenomen aan het einde van de teelt dan in de controleafdeling (3.4). Daarnaast hadden de planten in 3.2 een hoger drogestofpercentage, wat kan wijzen op een sterker opgebouwd gewas onder de warmere en drogere klimaatomstandigheden.

Voor lengte- en diametergroei werd geen significant verschil gevonden tussen de afdelingen. De vegetatieve groei verliep daarmee vergelijkbaar, terwijl de afbloei duidelijk verder gevorderd was in de ontvochtigingsafdeling.

Tijdens de teelt werd in beide afdelingen een gezond gewas waargenomen. Er zijn geen Botrytis-infecties of andere schimmelproblemen vastgesteld, en er werd geen verhoogde ziektedruk gemeld in relatie tot het vochtregime. In beide afdelingen trad kort een luizenprobleem op, maar dat werd met de inzet van curatieve biologische middelen snel verholpen.

4.5 Calibrachoa

De Calibrachoa vormde de laatste en tevens kortste teeltronde en liep van 28 februari tot 11 april 2025. Deze periode werd gekenmerkt door een duidelijke toename van licht en buitentemperatuur, waardoor het vochtbeheer minder kritisch werd en de teelt sneller verliep dan de voorgaande ronden.

4.5.1 Klimaat

De gemiddelde stralingssom was aanzienlijk hoger dan in de vorige teelten en bedroeg 1453 W/m² per dag (Figuur 3). De gemiddelde etmaaltemperatuur lag op 16,4°C in afdeling 3.2 en 16,1°C in 3.4. De relatieve luchtvochtigheid bedroeg 70,2% in 3.2 en 72,4% in 3.4, met een vochtdeficit van respectievelijk 5,0 en 4,6 g/m³.

De cumulatieve PAR-som over deze teelt bedroeg 433,6 mol/m² in afdeling 3.2 en 433,9 mol/m² in 3.4 (Figuur 7). Nagenoeg gelijk, wat aangeeft dat beide afdelingen vergelijkbare klimaatomstandigheden hadden.

4.5.2 Schermstrategie

De teelt van Calibrachoa vond plaats in het voorjaar, een periode die werd gekenmerkt door toenemende instraling en hogere buitentemperaturen. Hierdoor was de noodzaak voor intensief schermgebruik in beide afdelingen beperkter dan tijdens de cyclamen- en ranonkelteelten.

Zowel in afdeling 3.2 (Condair) als in de controleafdeling (3.4) werd het energiedoek voornamelijk ingezet tijdens nachten met uitstraling en op momenten met lagere buitentemperaturen. Het totale gebruik van het energiedoek was in deze teeltronde vergelijkbaar tussen beide afdelingen: in afdeling 3.2 368 uur en in 3.4 384 uur minimaal 80% gesloten, wat samenhangt met de gunstige licht- en temperaturomstandigheden in het voorjaar. Het donkerdoek werd gedurende deze teelt niet ingezet (Figuur 10 en Figuur 11).

Omdat natuurlijke verdamping en luchting in deze periode voldoende waren om vocht af te voeren, draaide de ontvochtiger slechts incidenteel. Hierdoor was het verschil in schermstrategie tussen beide afdelingen beperkt en werd het kasklimaat grotendeels op vergelijkbare wijze gestuurd. Dit

sluit aan bij het waargenomen ontbreken van verschillen in gewasontwikkeling en -kwaliteit tussen de afdelingen tijdens de Calibrachoa-teelt.

4.5.3 Gewaskwaliteit en gewasbescherming

De Calibrachoa ontwikkelden goed en uniform in beide afdelingen. Door het hogere lichtaanbod was de invloed van de ontvochtiging zeer beperkt. Er werden geen verschillen tussen de afdelingen geconstateerd. Visuele beoordelingen gaven geen tekenen van Botrytis of vochtgerelateerde stress. De combinatie van hoog licht, beperkte stookbehoefte en effectieve vochtregulatie leidde tot een gezonde en weerbare teelt met minimaal energieverbruik.

4.6 Energieverbruik

Het energieverbruik werd gedurende de volledige proefperiode nauwkeurig gemonitord voor beide kasafdelingen en omgerekend naar m^3 aardgasequivalent per m^2 kasoppervlak, zodat een directe vergelijking tussen de traditionele (3.4) en fossielvrije teeltwijze (3.2) mogelijk was.

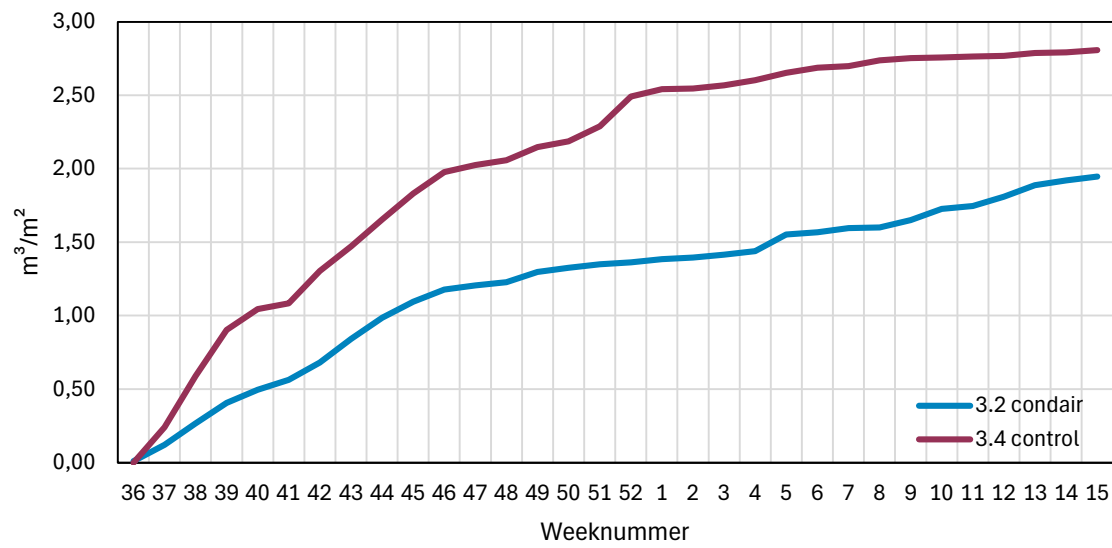
In afdeling 3.2 (Condair) werd uitsluitend gebruikgemaakt van elektriciteit voor de aansturing van de adsorptiedroger (ontvochtiger) en overige teeltapparatuur. Het elektriciteitsverbruik van de ontvochtiger is omgerekend naar het equivalent aan gasverbruik op basis van de energetische waarde van aardgas ($1 \text{ m}^3 = 35,17 \text{ MJ}$) om de totale energie-input eerlijk te kunnen vergelijken met de controle-afdeling, waar nog met een verwarmingsbuis werd gewerkt.

4.6.1 Totaal energieverbruik

Over de gehele proef bedroeg het totale energieverbruik:

- Afdeling 3.2 (Condair): $1,95 \text{ m}^3/\text{m}^2$
- Afdeling 3.4 (controle): $2,81 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Hiermee kwam het totale verbruik in de ontvochtigingsafdeling ruim 30% lager uit dan in de controle-afdeling (Figuur 13). Dit verschil ontstond met name in de winterperiode, waarin de vochtbeheersing door de ontvochtiger minder warmteverlies veroorzaakte dan de traditionele aanpak via luchting en buisverwarming.



Figuur 13: gasverbruik in m³ per m² in afdeling 3.2 en 3.4 (control)

4.6.2 Verloop per teeltfase

Wanneer het energieverbruik per fase wordt uitgesplitst, ontstaat een duidelijk beeld van de momenten waarop het verschil het grootst was. Vanwege de gedeeltelijke teeltoverlap is gekozen voor de periode tot wanneer het nieuwe gewas in de kas kwam.

Tabel 3: Verloop en verbruik per teeltfase in m^3/m^2

Gewas	Periode	Afdeling 3.2 (m^3/m^2)	Afdeling 3.4 (m^3/m^2)
Cyclamen	Week 37 t/m 45	1,18	1,98
Ranonkels	Week 46 t/m 9	0,55	0,78
Calibrachoa	Week 10 tot 15	0,22	0,05
Totaal	Week 37 tot 15	1,95	2,81

Tijdens de Cyclamen-teelt was het verschil tussen de behandelingen het grootst. Door de combinatie van hogere buitentemperaturen en intensief gebruik van het energiedoek in afdeling 3.2 kon veel warmte worden vastgehouden terwijl de ontvochtiger het overtollige vocht afvoerde, terwijl in de controle-afdeling meer werd gestookt om vocht kwijt te raken.

Gedurende de ranonkelteelt, met lagere etmaaltemperaturen en een hogere luchtvochtigheid, was er ook verschil in energieverbruik te zien, vooral in de koudere en vochtige weken op een aantal cruciale dagen. In de Calibrachoa-teelt, bij hoge lichtniveaus en grotere natuurlijke verdamping, werd maar sporadisch gestookt en was het verschil kleiner.

4.6.3 Bijzondere perioden en waarnemingen

Tijdens enkele weken traden duidelijke verschillen op in energieverbruik, gerelateerd aan weersomstandigheden of specifieke teeltbesluiten (Figuur 14):

Week 52 (eind december 2024)

In deze mistige week was het energieverbruik in de controle-afdeling hoger door extra inzet van buiswarmte. In afdeling 3.2 bleef de RV dankzij het intensieve schermgebruik net onder de grens waarbij ontvochtiging nodig was. Hierdoor draaide de ontvochtiger slechts beperkt, wat leidde tot een lager totaalverbruik.

Week 5 (eind januari 2025)

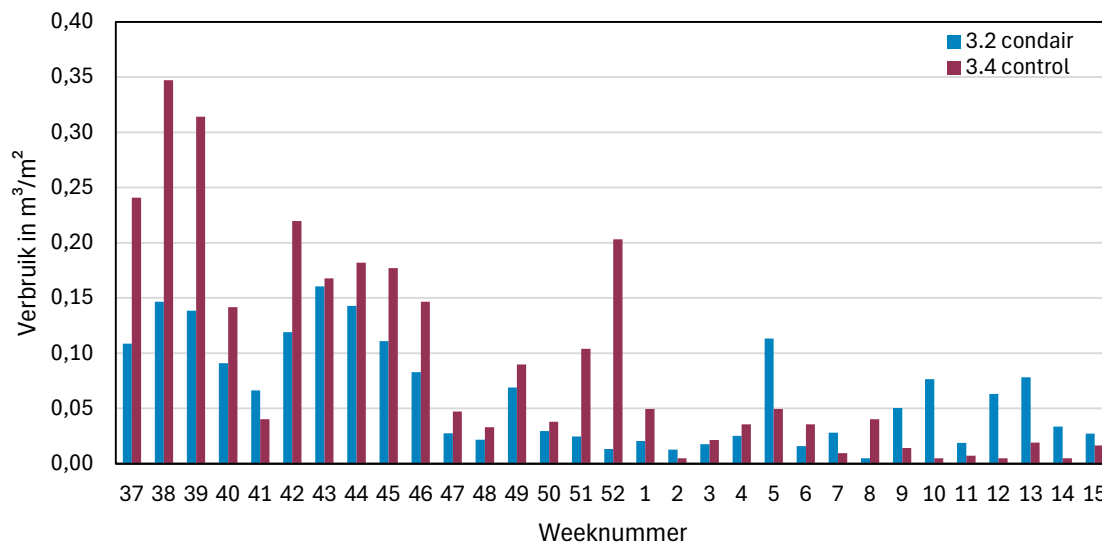
Gedurende drie dagen werd in beide afdelingen tijdelijk meer gestookt om het etmaal iets te verhogen en de ranonkels te activeren. Dit leidde tot een toename in verdamping en dus ook tot meer draaiuren van de ontvochtiger in 3.2. Het totale energieverbruik bleef echter lager dan in 3.4, waar meer buiswarmte nodig was om het vocht af te voeren.

Week 9 tot 10 (begin maart 2025)

In deze periode werkte de ontvochtiger minder efficiënt door gedeeltelijk verstopte filters en een beperkte afvoer naar buitenlucht. Hierdoor liep het elektriciteitsverbruik kortstondig op. Na onderhoud herstelde de werking en stabiliseerde het verbruik weer.

Week 12 tot 14 (eind maart–begin april 2025)

Tijdens de Calibrachoa-teelt zorgde de sterk toenemende instraling voor meer verdamping. De ontvochtiger sloeg daardoor incidenteel aan, wat leidde tot een iets hoger elektriciteitsverbruik in 3.2. In de controle-afdeling kon in deze fase met luchten worden volstaan. De instellingen van de ontvochtiger zijn in deze weken bewust constant gehouden om de stabiliteit van de proef te behouden.



Figuur 14: Energieverbruik per week in m³/m³ in afdeling 3.2 (condair) en 3.4 (control)

4.6.4 Analyse energieverbruik

Het energieverloop over de gehele proef toont aan dat het actief ontvochtigen bij lage temperaturen een aanzienlijke energiebesparing oplevert zonder dat dit ten koste gaat van het teeltklimaat of de gewaskwaliteit. Vooral in de donkere en vochtige winterperiode werd veel warmte behouden door:

- Minder luchten en dus minder warmteverlies;
- het langer gesloten kunnen houden van het energiedoek;
- het actief afvoeren van vocht zonder inzet van de verwarmingsbuis.

De combinatie van vochtbeheersing via ontvochtiging en warmtebehoud via schermen resulteerde in een stabiel en droger kasklimaat, met een energieverbruik dat ruim 30% lager lag dan bij de traditionele methode.

Ondanks dat de inzet van een adsorptiedroger nieuw is binnen de teelt van perkplanten en tijdens de teelt nog werd geoptimaliseerd, laten deze resultaten zien dat deze technologie een waardevolle toevoeging kan zijn binnen de strategie van weerbaar en fossielvrij telen. De teelt in afdeling 3.2 kon volledig zonder fossiele energie worden uitgevoerd, waarbij de warmtehuishouding en gewasconditie behouden bleven dankzij het samenspel van lichtdoorlatend energiedoek en actieve ontvochtiging.

5 Conclusies

5.1 Teeltdoelstellingen en opzet

Het project Perkplanten weerbaar fossielvrij had als doel om te onderzoeken in hoeverre een adsorptiedroger kan bijdragen aan een stabiel, energiezuinig en weerbaar teeltklimaat bij koude sierteelten. In twee identieke kasafdelingen werden drie teeltrondes (Cyclamen, Ranonkel en Calibrachoa) uitgevoerd met verschillende klimaatstrategieën:

- Afdeling 3.4 (controle): traditioneel geteeld met inzet van buiswarmte en beperkte scherming.
- Afdeling 3.2 (Condair): geteeld volgens principes van Het Nieuwe Telen, met meer schermgebruik en actieve ontvochtiging via een adsorptiedroger, zonder inzet van fossiele energie.

Het doel was om inzicht te krijgen in de effecten op energieverbruik, klimaatstabiliteit en gewasontwikkeling en om de praktische toepasbaarheid van actieve ontvochtiging in koude teelten te toetsen.

5.2 Resultaten per teeltronde

Cyclamen (augustus 2024 – januari 2025)

De Cyclamen vormden de eerste teelt en waren daarmee de opstartfase van de proef. In deze periode werd al zichtbaar dat afdeling 3.2 (met ontvochtiger) een stabielere luchtvochtigheid en minder afhankelijkheid van buiswarmte kende.

Daarnaast traden verschillen in gewasontwikkeling op: in afdeling 3.2 lagen de etmaaltemperaturen structureel iets hoger, waardoor de planten sneller ontwikkelden, met meer lengtegroei, een grotere plantdiameter, meer versgewicht en verder ontwikkelde bloemen. In de controleafdeling (3.4) liepen de planten gemiddeld wat "achter": hier werden meer knoppen en minder open bloemen waargenomen, wat erop duidt dat de bloemontwikkeling minder ver was gevorderd.

Ranonkels (november 2024 – maart 2025)

De ranonkels vielen grotendeels in de donkere winterperiode en vormden de teelt waarin de effecten van de ontvochtiger het duidelijkst zichtbaar werden. Afdeling 3.2 realiseerde een droger en stabiel microklimaat, met minder condensatie op het gewas en minder noodzaak om te luchten of bij te stoken.

Onder deze omstandigheden ontwikkelde het gewas in 3.2 een hoger versgewicht en meer geopende bloemen op het eindmeetmoment. In de controle-afdeling waren daarentegen meer gesloten knoppen aanwezig, wat past bij een iets tragere ontwikkeling. Ondanks de 2 °C lagere stooklijn in 3.2 werd een energiebesparing gerealiseerd zonder nadelige effecten op productie of kwaliteit.

Calibrachoa (februari – april 2025)

De laatste teelt vond plaats in een licht en droog voorjaar. Hierdoor waren de klimaatverschillen tussen beide afdelingen het kleinst. De ontvochtiger draaide nog maar beperkt, voornamelijk tijdens vochtige ochtenduren, en beide afdelingen konden nagenoeg dezelfde scherm- en luchttingsstrategie aanhouden. In lijn daarmee werd in deze teelt geen relevant verschil in groei, ontwikkeling of productkwaliteit waargenomen tussen de afdelingen.

5.3 Energiegebruik

Het energieverbruik over alle drie teelten lag in afdeling 3.2 ruim 30% lager dan in de controleafdeling. Daarbij werd in de Condair-afdeling geen fossiele energie gebruikt, terwijl het klimaat vergelijkbaar of zelfs iets stabiel bleef.

Vooraf in de wintermaanden werd veel energie bespaard door:

- Minder luchten en dus minder warmteverlies;
- langer gesloten houden van het energiedoek;
- droging zonder inzet van buisverwarming.

De doelstelling van het project, een fossielvrije teelt met behoud van gewaskwaliteit en weerbaarheid, is hiermee volledig gehaald. De teelten toonden aan dat actief ontvochtigen op lage temperaturen technisch haalbaar, energie-efficiënt en teeltkundig verantwoord is.

5.4 Klimaat

De inzet van de ontvochtiger zorgde in alle teelten voor een drogere en stabielere luchtvochtigheid (gemiddeld 1,5–2% lagere RV) en een iets hoger vochtdeficit (0,2–0,3 g/m³). Dit beperkte de kans op vochtproblemen en schimmelontwikkeling. Ondanks het ontbreken van grote temperatuurverschillen tussen beide afdelingen, kon door minder luchten en meer schermen meer warmte in de kas worden behouden. De etmaaltemperaturen in de Condair-afdeling lagen gemiddeld 0,2–0,4 °C hoger bij geen buisgebruik.

5.5 Gewasontwikkeling

De invloed op de gewasontwikkeling was beperkt en erg gewasafhankelijk, bij cyclamen en ranonkels wel, bij de calibrachoa niet. De plantmetingen lieten vergelijkbare groei, knopvorming en bloei zien tussen de afdelingen. Wel waren er lichte aanwijzingen voor een hoger drogestofgehalte in de ontvochtigingsafdeling, wat kan duiden op een compacter en weerbaarder gewas. Dit aspect verdient vervolgonderzoek.

5.6 Weerbaarheid

Gedurende de proef zijn geen Botrytis-infecties vastgesteld op de gewassen. De visuele waarnemingen op bladverkleuring en aantasting bleven beperkt tot natuurlijke veroudering en verdroging van oudere bladeren. De laboratoriumtoets bij WUR toonde aan dat onder kunstmatige infectieomstandigheden een Botrytis-reactie optrad, waarbij tussen de behandelingen geen verschillen in snelheid van infectie werden gevonden. Alleen tussen de variëteiten werd een verschil in snelheid van laesie van het blad gevonden.

5.7 Groene middelen

Tijdens alle drie de teeltrondes is gewerkt met een geïntegreerde strategie van biologische bestrijders en groene gewasbeschermingsmiddelen. Deze inzet had als doel om de weerbaarheid van het gewas te ondersteunen en ziekten en plagen zoveel mogelijk zonder chemische correcties te beheersen.

Bij de start van elke teelt en op regelmatige intervallen gedurende de proef zijn meerdere biologische fungiciden toegepast. Deze middelen waren gericht op het onderdrukken van schimmeldruk en het stimuleren van een weerbare plantomgeving. Het betrof de volgende producten:

- Serenade – *Bacillus amyloliquefaciens*
- Lalstop K61 – *Streptomyces*
- Vintec – *Trichoderma atroviride*
- Prestop – *Coniothyrium (Conostachys) rosea*

Daarnaast werden preventief biologische bestrijders uitgezet tegen bodemplagen en bovengrondse insecten:

- Aphidend (sluipwespen tegen bladluis)
- Chrysoperla (gaasvlieglarven tegen zuigende insecten)
- Hypoaspis (bodemroofmijt tegen rouwvlieg en trips-eieren)

Deze preventieve basis zorgde ervoor dat het gewas stabiel de teelt in kon gaan, met een laag infectierisico en een goed opgebouwde biologische populatie. Tijdens de ranonkels-teelt werden enkele lokale haarden van bladluis waargenomen. Deze zijn effectief onder controle gebracht met een combinatie van groene middelen:

- Siltac (fysisch werkend middel)
- Neudosan (kaliumzepen)
- NeemAzal (extract uit neem)

Door tijdige monitoring en directe curatieve acties bleef verdere verspreiding uit, en werden er geen aanvullende of chemische middelen ingezet.

Gedurende de hele proef zijn geen significante verschillen gevonden tussen de teelt met ontvochtiging (3.2) en de controle-afdeling (3.4) wat betreft: gevoeligheid voor ziekten of plagen, snelheid of ernst van aantastingen of de effectiviteit van groene middelen

Evenmin werden verschillen vastgesteld tussen de inzet of afwezigheid van de groene middelen in relatie tot de intrinsieke weerbaarheid van de plant. Botrytis werd gedurende de praktijkteelten niet waargenomen; de beperkte aantasting die optrad in de WUR-ponsjes was een kunstmatige inoculatie en staat los van de teeltomstandigheden.

De combinatie van preventieve biologische middelen, biologische bestrijders en gerichte groene correcties heeft in alle teelten geleid tot een schone, weerbare teelt zonder chemische ingrepen. Het effect van ontvochtiging had geen negatieve invloed op de werking van deze middelen, en de biologische strategie functioneerde in beide afdelingen even betrouwbaar.

5.8 Ontvochtiging en teeltstrategie

De adsorptiedroger bewees zijn waarde vooral in de donkere maanden, waarin vocht moeilijk af te voeren is zonder warmteverlies. De installatie maakte het mogelijk om bij lage temperaturen en gesloten energiedoeken een gezond kasklimaat te handhaven.

Het systeem reageerde effectief bij relatieve luchtvochtigheden boven 85%, waarbij de ontvochtiger automatisch inschakelde. Tijdens de proef werd de aansturing slechts beperkt aangepast om stabiliteit tussen teelten te behouden.

De ervaringen tonen aan dat een goede balans tussen ontvochtiging, scherming en ventilatie cruciaal is. Bij fijnere afstelling van de grenzen in de klimaatcomputer kan de efficiëntie nog verder toenemen. De resultaten bieden daarmee een sterk praktijkperspectief voor het inzetten van actieve ontvochtiging bij koude teelten.

6 Discussie en aanbevelingen

Het project Perkplanten weerbaar fossielvrij had als doel te onderzoeken hoe actief ontvochtigen bij lage kas-temperaturen kan bijdragen aan een energiezuinige en weerbare teeltstrategie.

6.1 Energie

6.1.1 Energiezuiniger referentieteelt

In de energiezuinige kasafdeling werd 30% minder energie gebruikt ten opzichte van de referentieafdeling. In de referentie werd minder geschermd, meer gelucht en meer gestookt. Dit werd gedaan om de luchtvochtigheid onder een veilige grens te houden, zodat er geen botrytis zou optreden. Voor dit doel werden ook groene middelen ingezet. Omdat er in de referentiekas geen botrytis aantasting is opgetreden, is het de vraag in hoeverre er ook zonder een actieve ontvochtiger energiezuiniger geteeld had kunnen worden. Hadden we met meer schermen, minder luchten en minder verwarmen, en met de inzet van groene middelen, uit de botrytisproblemen kunnen blijven? Uit de opzet van deze proef kunnen we dat niet bepalen. Daarvoor had bijvoorbeeld een 3^e kasafdeling bij betrokken moeten worden, zonder actieve ontvochtiger maar met een vergelijkbaar regime van schermen, luchten en verwarmen als nu in de energiezuinige afdeling is toegepast. Waarschijnlijk had een dergelijke opzet meer inzicht gegeven in de 'trade-off' tussen energiebesparing en schimmelaantasting. Een dergelijk inzicht is van belang voor de beslissing om al dan niet te investeren in actieve ontvochtiging.

6.1.2 Extrapolatie naar de praktijk

In de energiezuinige kasafdeling is géén gas verstoekt. Er is alleen elektriciteit voor ontvochtiging en andere apparaten gebruikt. Als deze elektriciteit uit duurzame bron zou zijn betrokken, was er sprake van een fossielvrije teelt. Door de strategie met meer gesloten schermen en luchtramen kon de afdeling op temperatuur gehouden worden. Deze afdeling lag echter naast belichtingsproeven bij tomaat aan de oost- en noordkant, en een belichtingsproef bij lelie aan de westkant. De zuidkant was een buitengevel. (Dat gold overigens ook voor de referentieafdeling; daar lag de belichte lelie afdeling aan de oostkant en de belichte tomaten afdeling aan de westkant). Door de relatief kleine oppervlakte hebben de afdelingen een relatief groot geveloppervlak. Ondanks gevelschermen zal er sprake geweest zijn van warmteoverdracht uit de buurkassen. Er is niet berekend hoe groot dit was. Maar het is niet ondenkbaar dat een solitair gelegen bedrijf met een hele andere verhouding teeltoppervlak/geveloppervlak, met een dergelijke technische opzet als onze proefkas, een warmtebehoefte zou hebben gehad die met fossiele brandstof ingevuld had moeten worden. Met andere woorden: niet geheel fossielvrij. Omdat de referentie afdeling een vergelijkbare omgeving qua buurkassen had, kan de warmtevraag tussen de beide afdelingen wel goed vergeleken worden.

6.2 Gewasweerbaarheid

Hoewel de resultaten van de drie teeltrondes duidelijk laten zien dat een stabielere en drogere kasklimaat kan worden gerealiseerd zonder fossiele energie, vraagt de interpretatie van de

effecten op gewasontwikkeling en weerbaarheid om zorgvuldige duiding. In de referentie afdeling bleven de planten immers ook gezond: blijkbaar is actieve ontvochtiging geen vereiste voor een gezond gewas.

Binnen dit project is de gewasgezondheid beoordeeld aan de hand van visuele waarnemingen, met name de aanwezigheid of afwezigheid van Botrytissymptomen tijdens de teelt en de eindbeoordelingen. Een gewas kan op een aantal manieren vrij blijven van Botrytis aantasting. Dit kan onder meer door de klimaatregeling: voorkomen van condensatie op het gewas door (onder meer) beheersing van de luchtvochtigheid. Dat is in dit project gedaan door inzet van de Condair ontvochtiger in één afdeling. Een andere route is het creëren van een weerbaar gewas. In dit project is dat gedaan door de inzet van groene middelen in beide afdelingen. In het project zijn beide type maatregelen doorgevoerd, die elkaar ook beïnvloed kunnen hebben. Dit onderzoek was niet opgezet om precies te kunnen achterhalen, welke maatregelen en/of combinaties van maatregelen ervoor gezorgd hebben, dat het gewas gezond bleef. Het doel van de 'weerbare perkplant' werd in overleg met de telers praktijkgericht benaderd: "treedt aantasting op of niet?". Het hoe of waarom aantasting uitbleef, is binnen deze proef niet onderzocht.

6.2.1 Hypothesen

Gaandeweg het project ontstond de werkhypothese dat een droger, stabiel kasklimaat de infectiedruk van Botrytis mogelijk verlaagt en daarmee indirect bijdraagt aan een weerbaarder gewas. Achterliggende mechanisme zouden mogelijk kunnen zijn:

- Botrytis kiemt optimaal bij hoge RV, vrij water op het blad of condens. Een stabielere RV en hoger vochtdeficit resulteert in minder kans op condens.
- Een plant ervaart minder stress als ze onder stabielere condities groeit (minder temperatuurschommelingen); daardoor ontstaat er een robuuster fysiologisch afweersysteem, bijvoorbeeld door steviger bladeren en een gezonder wortelstelsel.

Er is preventief gewerkt met groene middelen zoals: Serenade, Lalstop K61, Vintec, Prestop, en preventieve inzet van Aphidend, Chrysoperla en Hypoaspis. Curatief werden o.a. Siltac, Neudosan en NeemAzal toegepast. Hypothesen over de invloed van het klimaat op de werking van deze middelen zijn:

- De effectiviteit van groene middelen is klimaatafhankelijk. Veel biologische middelen functioneren volgens de producenten beter bij temperaturen boven 15 °C en een niet-te-hoge RV, omdat ze afhankelijk zijn van actieve microbiële groei of een werkbare contactwerking. Als het te koud wordt in de kas staat hun effectiviteit dus onder druk.
- Een droger klimaat kan de werking van groene middelen ondersteunen, bijvoorbeeld doordat het pathogeen minder snel kiemt, middelen minder snel verdunnen of wegvloeien op nat blad en dat er minder competitie is van microflora of schadelijke micro-organismen.

6.2.2 Interpretatie resultaten in relatie tot hypothesen

Wanneer we de uitkomsten van de drie teelten naast de veronderstelde werking van ontvochtiging leggen, ontstaat een genuanceerd beeld. In de eerste twee teelten was in de Condair-afdeling sprake van een iets lagere relatieve luchtvochtigheid en een hoger vochtdeficit, waardoor het gewas daadwerkelijk droger stond. Deze verschillen waren soms klein, maar wel consequent aanwezig, vooral op donkere winterdagen wanneer vochtophoping normaal gesproken het grootst is. De ontvochtiger maakte het daarnaast mogelijk om vocht af te voeren zonder ventilatie en zonder inzet van extra warmte, wat de stabiliteit van het klimaat verder versterkte.

In geen van de teelten werd in geen enkele afdeling Botrytis in de kas waargenomen. Daardoor kan niet worden vastgesteld of de drogere omstandigheden daadwerkelijk geleid hebben tot een merkbaar lagere infectiedruk. Wel zagen we bij met name Cyclamen en Ranonkels dat planten in de ontvochtigingsafdeling verder in ontwikkeling waren: er stonden meer open bloemen, en gewassen hadden een iets hoger drogestofpercentage. Dit kan wijzen op een gunstiger teeltklimaat, mogelijk door minder verdampingstress, compactere groei of stabielere temperaturen door het grotere schermgebruik.

De teeltomstandigheden in het project waren over het algemeen gezond en de ziektedruk was laag. Hierdoor ontbrak de noodzakelijke variatie om verschillen in aantasting tussen beide afdelingen zichtbaar te maken. Bovendien zijn geen metingen verricht die iets zeggen over de interne plantweerbaarheid, zoals hormonale stressreacties of microbiële blad- en wortelkolonisatie. Daardoor zijn eventuele fysiologische effecten van het drogere klimaat niet vast te stellen.

Daarnaast kende de proef een relatief beperkte tijdsduur van drie opeenvolgende teelten binnen één teeltseizoen. Klimaatverschillen zoals koude perioden, instralingspieken of zware buienreeksen komen daardoor beperkt terug, terwijl juist dergelijke omstandigheden invloed hebben op de vorming van condens of snelle RV-stijgingen. De prestaties van de ontvochtiger werden bovendien bijvoorbeeld in week 9 en 10 beïnvloed door filterverstoppingen. Dit soort technische factoren zijn inherent aan onderzoek, maar kunnen de klimaatrealisatie tijdelijk vertekenen.

6.3 Implicaties en kansen voor vervolgonderzoek

De resultaten van dit project laten zien dat actieve ontvochtiging een waardevolle toevoeging kan zijn aan fossielvrije teeltstrategieën voor koude teelten. De proef bevestigt dat een stabiel en droger kasklimaat haalbaar is zonder gasverbruik, en dat dit onder winterse omstandigheden zowel energie bespaart als de teeltomstandigheden verbetert. Tegelijkertijd maken de ervaringen duidelijk dat er nog praktische vragen openstaan, die zich uitstekend lenen voor vervolgonderzoek in een praktijkomgeving.

Een belangrijke vervolgstap ligt in het verder optimaliseren van de klimaatstrategie rondom ontvochtiging. Zo kan onderzocht worden hoe instellingen zoals RV, stooklijn, ventilatielijn en schermregime gezamenlijk het beste kunnen worden afgestemd om de ontvochtiger maximaal te benutten, vooral op kritieke momenten zoals deze zich in dit onderzoek voordeden. Ook de aansturing van de ontvochtiger zelf kan wellicht dynamischer dan in dit project is uitgevoerd.

Een ander aspect is de interactie met biologische middelen en gewasbescherming. Hoewel in deze proef geen verschillen in plantgezondheid zichtbaar werden, is het denkbaar dat biologische middelen anders presteren onder een droger of stabiel klimaat. Vervolgonderzoek kan gericht zijn op praktische vragen zoals: werken bepaalde groene middelen betrouwbaarder wanneer de RV minder piekt? En hoe verhouden temperatuurgrenzen van middelen zich tot een fossielvrije teeltstrategie met lage kastemperaturen?

Ook is het zinvol om deze ontvochtigingsstrategie te toetsen bij andere gewassen onder vergelijkbare teeltregimes. Door meerdere gewassen in verschillende seizoenen te betrekken, ontstaat een vollediger beeld van de toepasbaarheid in de sector. Naast sierplanten die bij relatief

lage temperatuur worden geteeld (denk ook aan terrasplanten, hortensia's en snijbloemen als freesia en anemone) kan ook gedacht worden aan een gewas als radijs. Daarbij zal dan ook aandacht gegeven moeten worden aan de inpassing in het teeltsysteem.

Momenteel is er veel aandacht voor actieve ontvochtiging in de glastuinbouw. Bij diverse gewassen zijn of worden onderzoeksprojecten uitgevoerd, en ook in de praktijk wordt er in bepaalde teelten ervaring met ontvochtigers opgedaan (bijvoorbeeld in chrysant). Hoewel veel van dergelijke initiatieven bij hogere temperaturen worden uitgevoerd, waarbij veelal condensdrogers worden toegepast, zijn er kennisvragen die vergelijkbaar zijn. Denk bijvoorbeeld aan vragen over luchtbeweging en luchtsnelheid, de interactie met verdamping, en hoe dit alles gemeten moet worden. Ook voeren sommige leveranciers van condensdrogers technische aanpassingen door, waardoor deze bij lagere temperaturen ingezet kunnen worden. Het is interessant om de verschillende actieve ontvochtigers in bepaalde (lagere) temperatuurranges op kosteneffectiviteit en praktische inzetbaarheid te vergelijken.

Samengevat liggen de belangrijkste kansen voor vervolgonderzoek in het verfijnen van teelt- en klimaatstrategieën, het testen van de samenwerking met groene middelen en het verbreden van de toepassing naar andere gewassen.

7 Communicatie

Gedurende het project is ruime aandacht besteed aan kennisdeling binnen de sector. Zowel tijdens als na afloop van de drie teeltrondes zijn de bevindingen actief gedeeld via presentaties, workshops, artikelen en online publicaties. Daarmee heeft het project niet alleen praktische inzichten opgeleverd, maar ook een brede discussie op gang gebracht over fossielvrije teeltsystemen en de rol van actieve ontvochtiging in koude teelten.

Het onderzoek vormde een vast onderdeel van meerdere landelijke kennisbijeenkomsten. Tijdens deze events zijn de eerste resultaten, tussentijdse inzichten en de uiteindelijke conclusies toegelicht aan telers, adviseurs, leveranciers en andere ketenpartners:

- **Tuinplantendag 2024 – 26 september, Emsflower (Duitsland)**
Hier werd de eerste presentatie gegeven over de opzet van de proef, de teeltdoelstellingen, de klimaatstrategie en de vroege bevindingen uit de Cyclamen-teelt. De focus lag op de mogelijkheden van actief ontvochtigen als alternatief voor buisverwarming op vocht.
- **Tuinplantendag 2025 – 25 september, Bergcamp (Nederland)**
Tijdens deze tweede editie werden de volledige resultaten van Cyclamen en Ranonkels gepresenteerd, inclusief de eerste vergelijkingen in energieverbruik en gewasontwikkeling. De bijdrage leidde tot veel discussie over de toepasbaarheid van adsorptiedrogers voor koude winterteelten.
- **Potplantendag 2025 – 27 november, Delphy IC Bleiswijk**
In de vorm van een workshop werd ingezoomd op de volledige technische werking van de ontvochtiger, de instellingen per teeltfase en de ervaringen uit de drie kasafdelingen. Deelnemers kregen inzicht in de relatie tussen schermstrategie, ontvochtiging en energie-efficiëntie, met speciale aandacht voor de klimaatomstandigheden in donkere en vochtige periodes.

Naast de live kennisbijeenkomsten is het project uitgebreid gedocumenteerd in verschillende media:

- Meerdere artikelen en blogs verschenen gedurende 2024 en 2025 op platforms van Glastuinbouw Nederland en Kas als Energiebron. Deze publicaties werden breed gelezen binnen de sector en hielpen telers de ontwikkelingen in real time te volgen.
- Een uitgebreid projectartikel werd gepubliceerd in het vakblad Onder Glas, waarin zowel de technische resultaten als de teeltkundige observaties toegelicht werden.
- Via de nieuwsbrieven en sociale mediakanalen van de betrokken partijen zijn regelmatige updates gedeeld over voortgang, meetresultaten en belangrijke teeltmomenten.

Door de combinatie van fysieke bijeenkomsten, vaktechnische publicaties en online kennisdeling heeft het project een breed bereik gehad. Telers konden daardoor op verschillende momenten en via diverse kanalen kennismaken met de inzichten uit de proef. De sector reageerde positief op de praktische toepasbaarheid van de resultaten, vooral met betrekking tot fossielvrij telen, energiebesparing en weerbare teeltstrategieën.

Bijlage 1 – Botrytis blad biotoets WUR

Botrytis blad bio-toets cyclamen

Wageningen Glastuinbouw, Plantgezondheid: Kirsten Leiss, Marianne Noordam

Introductie

Bij Delphy is een potplanten teelt met witte en rode Cyclamen uitgevoerd in twee kassen: een met en een zonder ontvochtiger. Daarnaast zijn preventieve behandelingen tegen Botrytis uitgevoerd met de groene middelen waaronder bij voorbeeld Prestop en Serenade. Planten stonden op 8 tafels, waarvan 4 met het biologische middel zijn behandeld. Elke tafel was opgedeeld in 2 rassen.

Doel

Vaststellen weerbaarheid tegen Botrytis van de 2 verschillende rassen in reactie op het teeltklimaat met of zonder ontvochtiger en in reactie op met of zonder behandeling van groene middelen.

Materiaal en Methoden

Op dinsdag 3 december 2024 is een botrytis blad-biotoets uitgevoerd. Bij 12 planten per veld is één gemiddeld blad van ongeveer 5 cm doorsnede per plant geknipt. De bladeren zijn in petrischalen met een bodemlaag van 1% wateragar gelegd om de bladeren vers te houden. Vervolgens zijn de bladeren met een Botrytis (*Botrytis cinerea*) suspensie geïnoculeerd. Van de Botrytis is 2 x 2 µl op het blad gebracht met een concentratie van 10×10^6 sporen/ml. De petrischalen met de bladeren zijn in een klimaatkamer bewaard bij 20 °C en 60% RV. Zes dagen na inoculatie is de Botrytis laesie als diameter verbruining met behulp van een schuifmaat opgemeten. Data zijn geanalyseerd middels een 3-factorielle ANOVA met ontvochtiging, ras en groene middelen als factoren. Data waren normaal verdeeld.

Resultaten

Cyclamen blad met weinig (Figuur 1A) en sterke (Figuur 1B) Botrytis aantasting is te zien in Figuur 1.

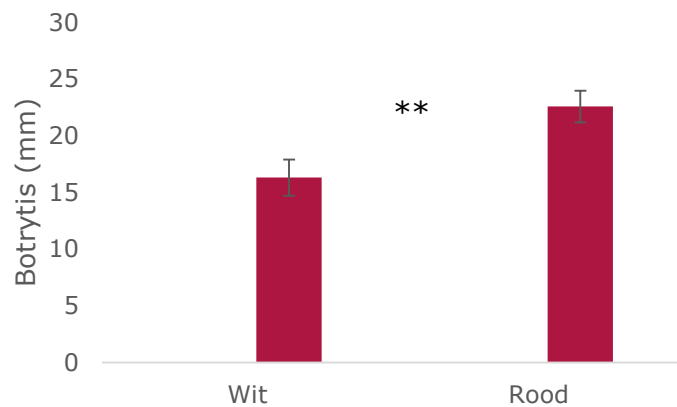


Figuur 1A: Weinig Botrytis aantasting



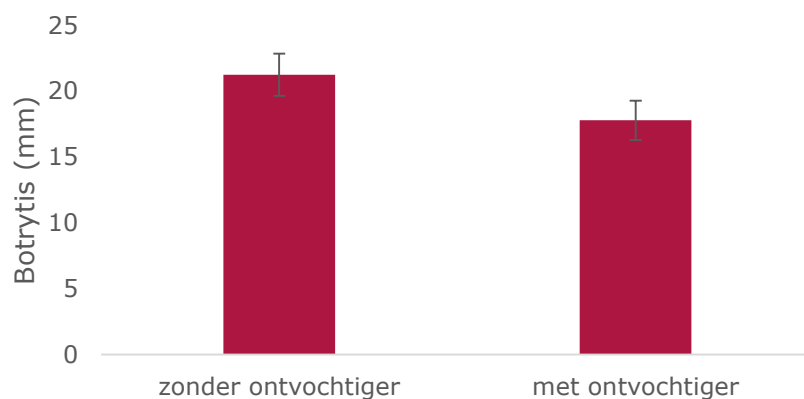
Figuur 1B: Sterke Botrytis aantasting

De twee rassen verschilden significant in Botrytis infectie. Witte cyclamen vertoonden minder Botrytis vergeleken met rode cyclamen (Figuur 2).

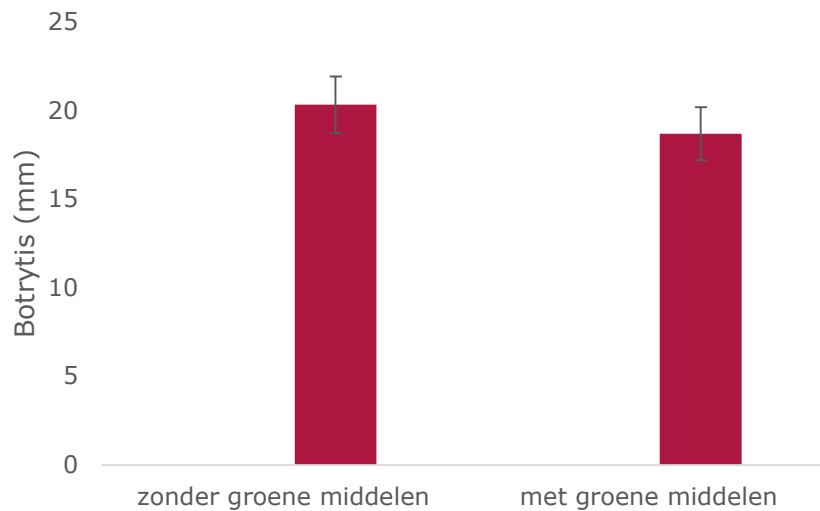


*Figuur 2. Botrytis laesie (mm) van een wit en een rood cyclamen ras. Data is het gemiddelde met standaarderror. Significante verschillen zijn gevonden bij $p \leq 0.05$, aangetoond met **.*

Onafhankelijk van het ras had behandeling met een bevochtiger nog behandeling met groene middelen effect op Botrytis (Figuren 3 en 4).

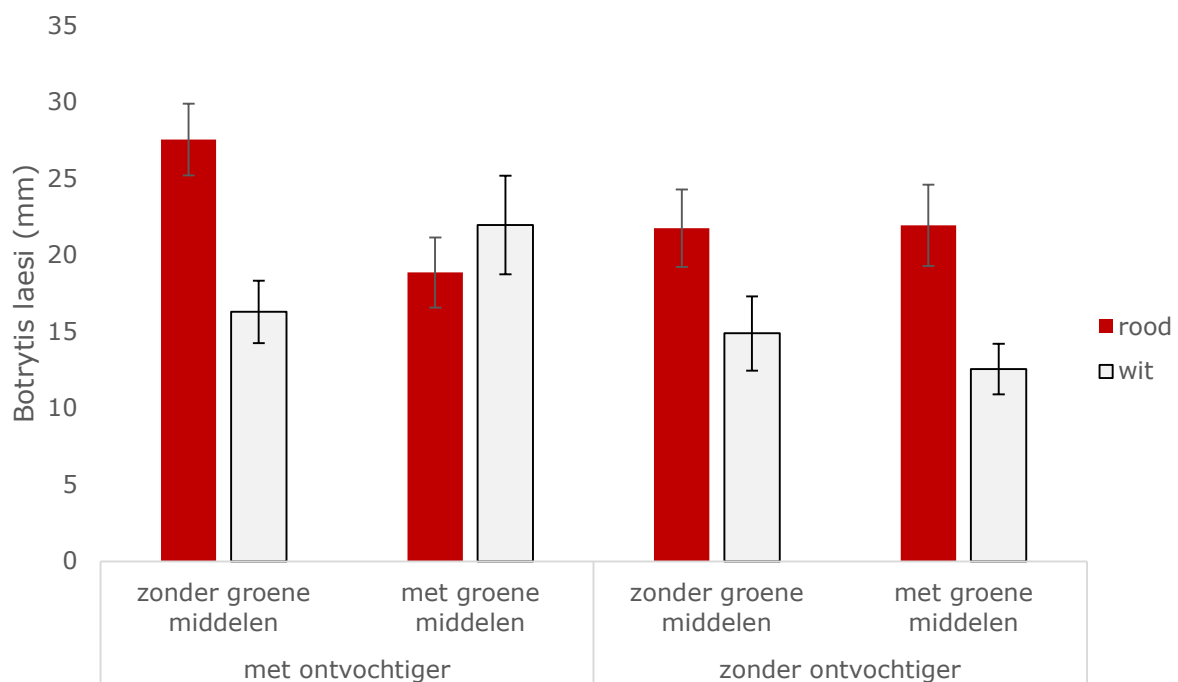


Figuur 3. Botrytis laesie (mm) van cyclamen geteeld in een kas met en een kas zonder ontvochtiger. Data is het gemiddelde met standaarderror.



Figuur 4. Botrytis laesie (mm) van cyclamen geteeld met en zonder behandeling van groene middelen. Data is het gemiddelde met standaarderror.

Er zijn geen significante interacties tussen elke van de twee factoren nog tussen de drie factoren ras, bevochtiger en/of behandeling met groene middelen gevonden (Figuur 5).



Figuur 5. Botrytis laesie (mm) van cyclamen geteeld met en zonder behandeling groene middelen en met en zonder ontvochtiger. Data is het gemiddelde met standaarderror.

Conclusies

Van de drie getoetste factoren: ras, ontvochtiger en behandeling met groene middelen had alleen ras een significant effect op Botrytis infectie in cyclamen. Witte cyclamen waren beduidend minder vatbaar voor Botrytis vergeleken met rode cyclamen. Het is onduidelijk of dit twee genetisch verschillende rassen waren of een kleurvariant van hetzelfde ras. Bladeren van de witte cyclamen leken kleiner en steviger dan die van het rode ras. Een

stevig blad met potentieel een dikker cuticula zou de kieming en penetratie van Botrytis sporen kunnen bemoeilijken.

Behandeling met een ontvochtiger leek geen invloed op Botrytis infectie te hebben, hoewel in het algemeen wordt aangenomen, dat een hogere luchtvochtigheid Botrytis infectie bevordert.

Ook behandeling met groene middelen liet geen werking op Botrytis infectie zien. Prestop is gebaseerd op de preventieve bespuiting met de schimmel *Gliocladium catenulatem*. Deze koloniseert het blad en de stengel en werkt als een hyperparasiet van Botrytis. Serenade is gebaseerd op de bacterie *Bacillus amyloliquefaciens* QST 713 en werkt door het aanzetten van de plant afweer. Ook heeft het een direct bio-stimulerend effect op de plant. Omdat in dit onderzoek niet is gekeken of de schimmel en de bacterie zich hebben kunnen vestigen blijft het onduidelijk of deze geen werking op Botrytis hebben gehad of dat deze zich in de eerste plaats niet goed kon ontwikkelen.