

Ontvochtigen doorheen je scherm: een slimme keuze

Ontvochtigen doorheen je scherm is een passieve techniek waarbij vochtige lucht door luchtstroming in de kas naar het scherm beweegt, daar vertraagt en waarbij waterdamp vervolgens naar en door de openingen beweegt door diffusie. De damp wordt daarna op dezelfde manier afgegeven aan de luchtlaag boven het scherm. Het grote voordeel van ontvochtigen doorheen je scherm is de hoge warmte-ontvochtigingsefficiëntie (ongeveer 140%) in combinatie met de lage kostprijs. Helaas is de ontvochtigingscapaciteit niet altijd voldoende om aan de ontvochtigingsbehoefte te voldoen, waardoor schermkieren of aanvullende technieken nodig zijn.

Iedere tuinder weet dat een gesloten scherm (geweven of gebreid) in de kas damp doorlaat en zo bijdraagt aan ontvochtiging. Soms is dat voldoende. Maar als het vocht hiermee niet kan worden afgevoerd, is er een schermkier nodig. Minder voor de hand liggend is hoe de damp precies door een doek overgedragen wordt en hoe energie-efficiënt die ontvochtiging verloopt. Kan dit proces verder worden geoptimaliseerd? Dit artikel biedt antwoorden op basis van recente, vernieuwende inzichten uit een doctoraatsonderzoek aan UGent, getiteld *'Qualification and quantification of vapor mass transfer through screens'*.

Hoe geraakt damp doorheen een scherm?

Rond de planten ontstaat vochtige lucht doordat de planten transpireren (Figuur 1, pijltje nummer 1). Deze vochtige lucht komt in beweging (pijltje nummer 2) door temperatuurverschillen in de kas. Een deel van de vochtige lucht bereikt het scherm en vertraagt door wrijving, waardoor een (bijna) stilstaande luchtlaag ontstaat. Deze laag grenst aan de drogere lucht boven het scherm, maar de damp kan niet door de dampdichte

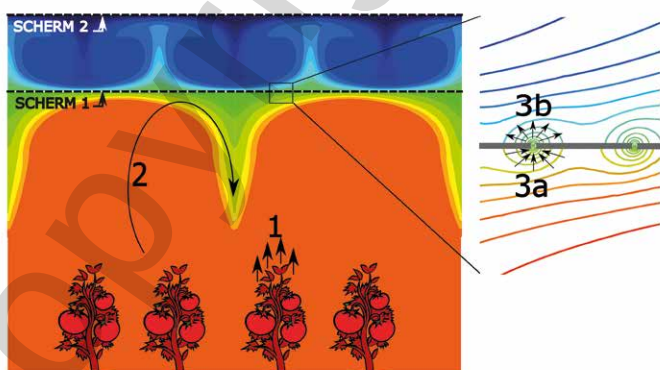
plastic bandjes. Daardoor legt de damp een extra afstand af (pijltjes nummer 3a) naar de openingen in het scherm en passeert vervolgens door die openingen. Binnen deze stilstaande luchtlaag verplaatst de damp zich door diffusie: moleculen trillen en bewegen willekeurig van een hogere naar een lagere vochtconcentratie. Dit proces zorgt voor een extra weerstand in het damptransport. De configuratie van de openingen, met name de grootte en de afstand ertussen, bepaalt deze bijkomende weerstand en daarmee de dampopenheid van het scherm. Zodra de damp door de openingen in het scherm is getrokken, wordt deze verder getransporteerd aan de bovenzijde (pijltjes nummer 3b), volgens een vergelijkbaar patroon als onder het scherm.

Damp wordt niet via luchtbeweging door een scherm heen getransporteerd. De luchtstroming boven en onder het scherm is te zwak om door de kleine openingen te dringen, waardoor het scherm als barrière werkt. Luchtbeweging tussen de onder- en bovenzijde van het scherm ontstaat alleen bij schermkieren of bij schermen waarbij bandjes ontbreken in het scherm. Daarnaast spelen de gebruikte draden in het scherm geen rol in het damptransport, omdat ze van dampdichte plastic zijn.

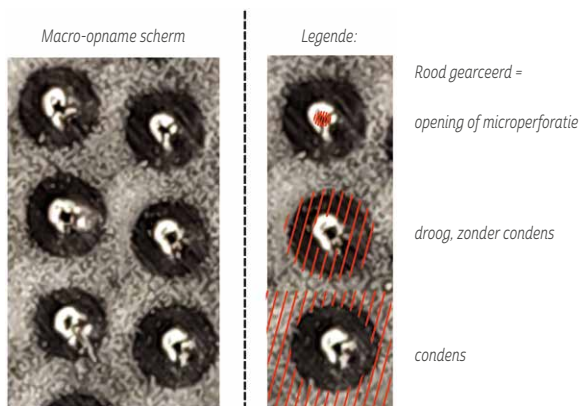
Damptransportmechanisme op meerdere manieren vastgesteld

Het beschreven damptransportmechanisme hebben we op verschillende manieren vastgesteld. Ten eerste door het oplossen van complexe wiskundige vergelijkingen die damp- en warmtetransport door schermen beschrijven. De verkregen resultaten werden vervolgens via computersimulaties (CFD) bevestigd.

Figuur 1. - Links: een algemeen beeld van damptransport in een kas. Rechts: een gedetailleerd beeld van de concentratiegradienten van damp dicht bij het scherm. De gradiënt van rood naar blauw stemt overeen met hogere naar lagere absolute luchtvochtigheid.



Figuur 2. - Macrofoto van een gemicroperforeerd scherm in de kas (links) en legende (rechts). Rond de gaatjes is het scherm droog, ertussen is het nat.

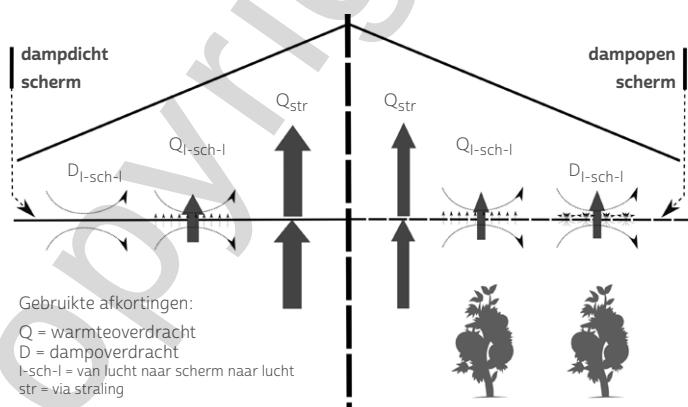


We hebben ook visuele experimenten uitgevoerd. Zo illustreert de foto in Figuur 2 de vorming van condens op een microgeperforeerd scherm. Rond een microperforatie ontstaat geen condens, terwijl verder van de opening wel condensvorming optreedt. Dit bevestigt de theorie van de stilstaande luchtlaag, waarbij waterdampmoleculen via een concentratiegradiënt naar de opening diffunderen. Hierdoor is de dampconcentratie verder van de opening hoger, wat condensvorming veroorzaakt, terwijl het scherm dicht bij de opening droog blijft.

Ten slotte hebben we ook metingen van damptransport op schermen in het labo uitgevoerd. Hier stelden we gemeten waarden vast die overeenstemden met de oplossingen van de wiskundige vergelijkingen.

Waarom is het belangrijk om het damptransport door een scherm zo grondig te analyseren? Voor de praktijk maakt het transportmechanisme van damp door een scherm niet uit; het draait om wat je ermee kunt doen. En dat is veel. De toepassing staat centraal in dit onderzoek.

Figuur 3. - Schematisch overzicht van de verschillen in warmte- en dampoverdracht tussen een dampdicht scherm (links) en een dampopen scherm (rechts). Bij een dampopen scherm zorgt de extra energieoverdracht via de damp ervoor dat zowel de warmteoverdracht via straling (Q_{str}) als de warmteoverdracht tussen scherm en lucht ($Q_{l-sch-l}$) kleiner is dan bij een dampdicht scherm, wat visueel wordt weergegeven met dunnere pijlen. Dit verhoogt de warmte-ontvochtigingsefficiëntie van het scherm.



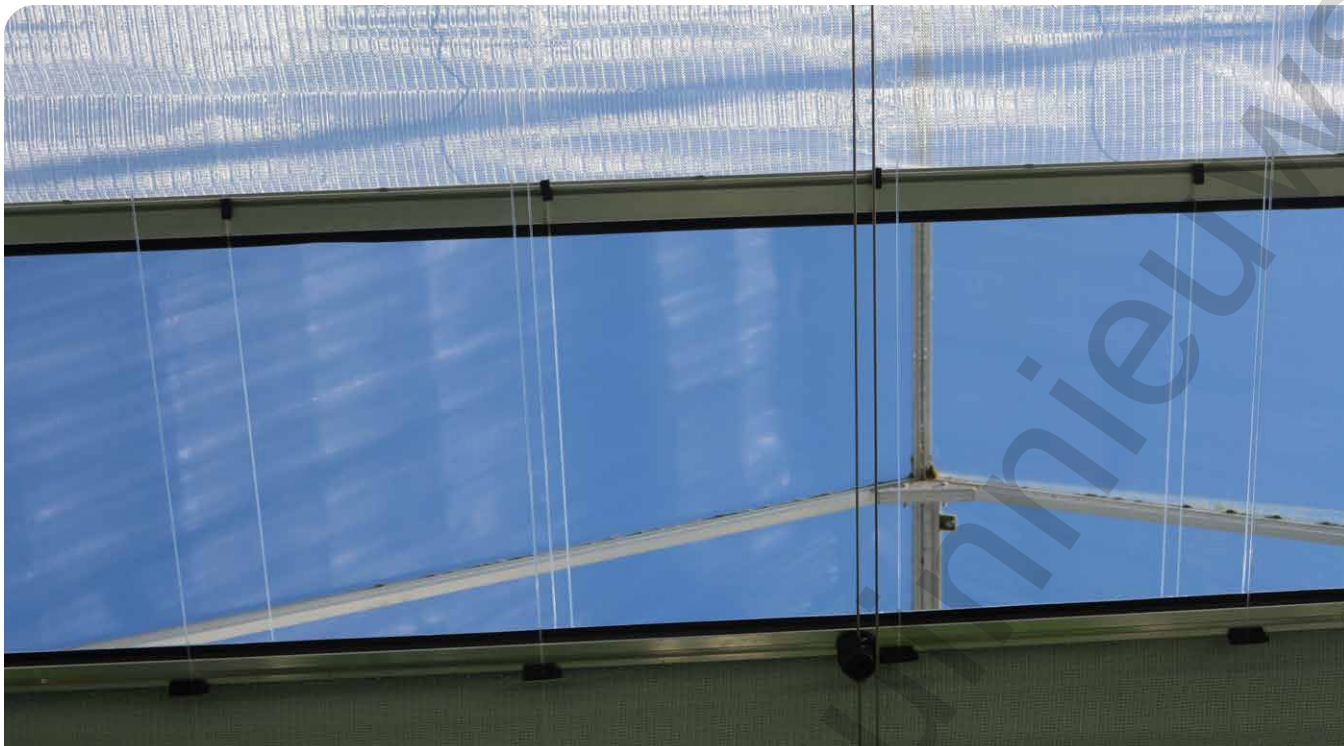
Damptransport doorheen een scherm is efficiënt

Voordat we hier verder op ingaan, is het belangrijk om de gebruikte efficiëntieparameter te verduidelijken: de warmte-ontvochtigingsefficiëntie ($COPD_{th}$ = thermal coefficient of performance for dehumidification). Deze geeft aan hoeveel warmte (in Joule) nodig is om een bepaalde hoeveelheid damp uit de kas te verwijderen. Aangezien damp, net als warmte, een vorm van energie is, drukken we de hoeveelheid damp ook uit in Joule. Hierdoor wordt $COPD_{th}$ als een percentage weergegeven.

We gebruiken Figuur 3 om de warmte-ontvochtigingsefficiëntie toe te lichten voor een dampopen en een dampdicht scherm. Enige voorkennis over energiebalansen kan helpen om alles volledig te begrijpen, maar de belangrijkste conclusies blijven eenvoudig te volgen. Een dampopen scherm laat wel damp door, een dampdicht scherm niet. Onder dezelfde kasomstandigheden en met identieke schermmaterialen is het enige verschil in energiestromen dat een dampopen scherm extra dampenergie transporteert. Dit extra energieverlies moet gecompenseerd worden door extra warmte-inbreng, zodat de energiebalans in de kas behouden blijft. De extra warmte die nodig is om het dampenergieverlies te compenseren, komt exact overeen met de hoeveelheid energie in de afgevoerde damp. Hierdoor heeft een dampopen scherm in eerste benadering een warmte-ontvochtigingsefficiëntie of $COPD_{th}$ van 100%.

In werkelijkheid is deze efficiëntie hoger om volgende redenen, zoals visueel weergegeven in Figuur 3: bij een dampopen scherm bereikt extra damp en dus energie de ruimte boven het scherm. Deze energie wordt afgegeven in de vorm van warmte aan het kasdek (= condensatie), waardoor het daar iets warmer wordt. Dit verkleint de andere warmtestromen (smallere pijlen op het rechter deel van Figuur 3), wat afhankelijk van het type scherm uiteindelijk resulteert in een $COPD_{th}$ van ongeveer 140%.

De warmte-ontvochtigingsefficiëntie van een dampopen scherm is dan ook uitzonderlijk hoog. Ter vergelijking: ontvochtiging via ventilatie doorheen de ramen heeft een warmte-ontvochtigingsefficiëntie van ongeveer 50%, een tegenstroomwarmtewisselaar met slurvensysteem rond de 90%. Ook bestaande commerciële warmtepompontvochtigingssytemen in de glastuinbouw hebben een wat lagere efficiëntie (ongeveer 120%) wanneer de elektrische ontvochtigingsefficiëntie ($COPD_{el}$) wordt omgerekend naar een warmte-ontvochtigingsefficiëntie ($COPD_{th}$).



Telers hebben zeer positieve ervaringen met dampopen schermen en kiezen hier consequent voor, zelfs zonder wetenschappelijke bevestiging van de voordelen.

Kieren vaak nodig om aan ontvochtigingsbehoefte te voldoen

De hoge warmte-ontvochtigingsefficiëntie van een scherm is aantrekkelijk, maar krijg je je vocht erdoor kwijt? De richtlijn is dat een scherm met microporiën maximaal $1,5 \text{ W/m}^2$ of $2,2 \text{ g damp/m}^2/\text{uur}$ doorlaat per $^{\circ}\text{C}$ temperatuurverschil tussen de lucht onder en boven het scherm. De meeste commerciële schermen laten ongeveer 20 à 30% minder vocht door dan deze maximale dampdoorlaatbaarheid, wat betekent dat ze nog steeds een goede dampdoorlaatbaarheid hebben.

Wat betekent dit nu in de praktijk voor het verwijderen van vocht via een dampopen scherm? Dit is afhankelijk van de gewasverdamping. Overdag, op een frisse dag, bedraagt de ontvochtiging bij een enkel scherm ongeveer $15 \text{ à } 20 \text{ W/m}^2$ of $22 \text{ tot } 29 \text{ g damp/m}^2/\text{uur}$. Dat is vaak onvoldoende, waardoor de teler een schermkier moet openlaten. 's Nachts verdampt het gewas veel minder, en in veel situaties kan een dubbel scherm dan nog steeds voldoende ontvochtiging bieden, zolang het buiten koud is. Bij hogere buitentemperaturen wordt het vocht minder goed afgevoerd, waardoor ook dan een schermkier nodig is.

Bij het gebruik van een warmtestralingsreflectief scherm (alu-scherm) merk je een verhoogde ontvochtiging door het scherm. Dit komt niet door een hogere dampdoorlaatbaarheid van het alu-scherm, maar doordat het scherm beter thermisch isoleert. Hierdoor wordt de lucht boven het scherm kouder, wat het dampdrukverschil vergroot en meer damptransport door het scherm veroorzaakt.

Voordelen van dampopen scherm bevestigd

De resultaten van dit onderzoek zijn vernieuwend en bieden mogelijkheden voor verdere optimalisatie, zowel in de dampopenheid van schermen als in technieken om extra ontvochtiging te realiseren bij een hogere ontvochtigingsbehoefte in de kas.

Opmerkelijk was om als onderzoeker vast te stellen, dat telers zeer positieve ervaringen hebben met dampopen schermen en hier consequent voor kiezen, zelfs zonder wetenschappelijke bevestiging van de voordelen. Dit onderzoek toont aan dat hun keuze, gebaseerd op ervaring, correct blijkt.

Dit onderzoek naar passieve ontvochtigingstechnieken maakt deel uit van breder onderzoek naar de ontwikkeling van energie-balancerende schermen voor een klimaatneutrale(re) glastuinbouw. Het grote voordeel van deze passieve technieken is dat ze low-tech, kostenefficiënt en toch doeltreffend zijn, wat ze veelbelovend maakt voor de toekomst.

Geïnteresseerd in dit onderwerp? Neem dan gerust contact op.



Dit onderzoek maakt deel uit van het project ENERGLIK en is gefinancierd binnen het Interreg VI programma Vlaanderen-Nederland, met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling, de Vlaamse overheid en de provincie Oost-Vlaanderen.

F. Bronchart
Universiteit Gent