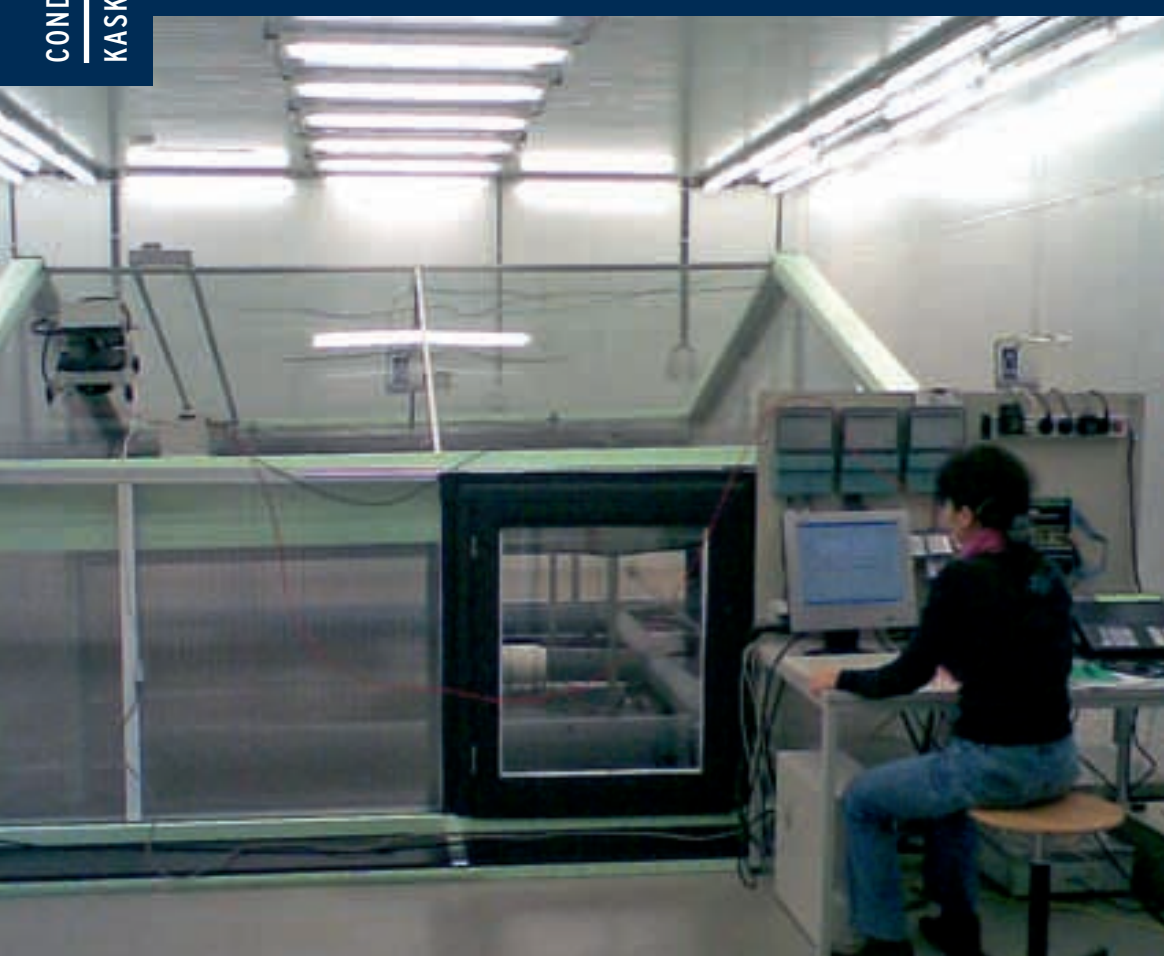


# Condensatie de meest zuinige manier om kaslucht te ontvochtigen

## Condensdruppels geven meer reflectie



Met de proefopstelling is aangetoond dat tijdens de nacht condensatie tegen het dek de beste manier is om vocht af te voeren; overdag is de situatie gecompliceerder.

**Condensatie heeft veel invloed op de licht-, vocht- en energiehuishouding van een kas. Door condensatie wordt de kaslucht ontvochtigd en komt energie vrij, waarvan een gedeelte het dek opwarmt en dus verloren gaat. Daarnaast verhogen de condensdruppeltjes de reflectie van het kasdek en treedt er lichtverlies op. Met behulp van een klimaatcel brengt Wageningen UR Glas-tuinbouw het proces en de effecten van condensatie in kaart.**

TEKST EN BEELD: CECILIA STANGHELLINI, WAGENINGEN UR GLASTUINBOUW

Per jaar condenseert per vierkante meter ongeveer 100 liter water op het kasdek (modelberekeningen bij tomaat). Naar schatting is het kasdek ruim 7.000 uur per jaar nat, waarvan meer dan de helft overdag.

energie-  
huishouding

In een proefopstelling brengen we de effecten van condensatie op de energiehuishouding van de kas en op de reflectie van het kasdek (en dus op de mate van lichtverlies) in kaart. Daarvoor veroorzaken we condensatie aan het kasdek van een kas, gebouwd in een klimaatcel. Op deze manier kunnen we het 'buitenklimaat' voor deze proefkas instellen. We doen dit onderzoek om meer inzicht te krijgen en dus op termijn beter te kunnen

'spelen' met die verschillende klimaten om nog energiezuiniger te telen. Het onderzoek voeren we uit in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en het Productschap Tuinbouw, in het kader van het energie-onderzoekprogramma.

### De meetopstelling

De modelkas (een kap, vier ruiten, goot-hoogte 1 m) is gebouwd door P.L.J. Bom Groep in een klimaatcel van 10 bij 6 meter. Met een plafond van TL-balken bootsen we de zon na.

De temperatuur in de proefkas en in de cel zijn afzonderlijk te regelen, ventilatoren met regelbaar toerental zorgen voor

luchtbeweging in de kas. De gewasverdam-ping bootsen we na met frituurpannen gevuld met water. Deze zijn geplaatst op een nauwkeurige weegschaal, zodat we de hoeveelheid geproduceerde waterdamp

waterdamp

exact kunnen meten. Behalve de droge- en natte-boltempera-tuur binnen en buiten, meten we ook de temperatuur van het dek op zes plaatsen (op drie hoogtes en bij twee ruiten). Ook bepalen we het energieverbruik bij het op temperatuur houden van de kas.

We meten het verloop van de verdamping en condensatie onder gelijkblijvende omstandigheden: (een constant tempe-ratuurverschil binnen en buiten, en een constante luchtsnelheid binnen.

### Bol van Ulbricht

Het verloop van de mate van reflectie onder zuiver diffuse lichtomstandig-heden meten we met behulp van een integrerende bol van Ulbricht (zie *Onder glas van mei 2008, pagina 27*) die over het kasdek beweegt. Ook wordt het TL-licht-plafond gebruikt om de lichttransmissie te bepalen door vier PAR-meters binnen, in verhouding te brengen met één geplaatst buiten de kas. Deze metingen geven een indicatie van het effect van condensatie op de doorlatendheid van gemengd (diffuus en direct) licht.

mate van  
reflectie

doorlatend-  
heid

### Condensatie tegen kasdek

Als er energie beschikbaar is, verdampt een gewas. Deze energie kan warmte uit de lucht zijn (convectie), zonnestraling, straling van een belichtingsinstallatie of warmtestraling uit het verwarmings-systeem of uit de bodem. En als er geen andere energiebron is, is een gewas koeler dan de lucht, zodat de verdampingsenergie uit de lucht wordt onttrokken. Zelfs bij de nachtelijke verdamping van een tomaten- of rozen-gewas wordt een vermogen gebruikt van 10 tot 20 W/m<sup>2</sup> teeltoppervlakte. Dat komt overeen met ongeveer 20 kuub gas per ha per uur.

Wanneer geen vocht wordt afgevoerd, neemt door de verdamping de vochtin-houd van de lucht toe. Hiermee stijgt ook het dauwpunt. Dat is de temperatuur tot waar de lucht moet worden afgekoeld om verzadigd te raken.

Uiteindelijk stijgt het dauwpunt tot boven de temperatuur van het koudste object,

dauwpunt

meestal het dek. Hierdoor raakt het luchtlaagje vlakbij het dek verzadigd en het te veel aan vocht condenseert op het dek. Daarbij komt alle energie vrij die werd gebruikt om het vocht te verdampen, waardoor het dek en de lucht in temperatuur toenemen. Met als gevolg dat ook het dek weer meer energie afstaat aan buitenlucht en heeal. En als het dek goed geïsoleerd en warm is, kan het vochtiger worden in de kas, maar uiteindelijk zal wel ergens condensatie optreden.

## Condensatie geeft lichtverlies

Het proces (een meting met de modelkas) is weergegeven in de figuur. We wachten totdat de temperatuur binnen en buiten, en de zes metingen van de dektemperatuur stabiel zijn. Pas dan starten we de verdamping (in dit voorbeeld om 12.50 uur). Hierdoor stijgt het dauwpunt. Wanneer het dauwpunt de temperatuur van de koudste dekdelen heeft bereikt (circa 13.30 uur), treedt condensatie op. Het minder snel toenemen van het dauwpunt (om 13.45 uur) is een teken dat vocht wordt afgevoerd. Het warmer worden van het dek geeft aan dat er energieoverdracht plaatsvindt door de condensatie.

Het effect van het optreden van condensatie blijkt uit de reflectie van het kasdek. Bij het begin van de condensatie neemt de reflectie (lees: lichtverlies) snel toe, tot het dek volledig nat is. Wanneer het dauwpunt hoger is dan de warmste dekdelen kan de oppervlakte waar condensatie plaats vindt niet meer toenemen. Als dit punt is bereikt, zien we de reflectie ook niet meer toenemen. Het gevolg is dat er een nieuw evenwicht tot stand komt, waarbij steeds net zoveel water condenseert als verdampt.

## Ontvochtigen door condensatie

De helft tot driekwart van de energie die nodig is voor de verdamping, komt door condensatie terug in de lucht. Die hoeveelheid energie hangt voornamelijk af van de dektemperatuur ten opzichte van de buitentemperatuur. Het zijn dus vooral de omstandigheden (wind en uitstraling) die daarbij een rol spelen. Door condensatie wordt de energieoverdracht aan het kasdek efficiënter en neemt de warmteverliescoëfficiënt van de kas (en dus het energieverlies) met ongeveer 15% toe.

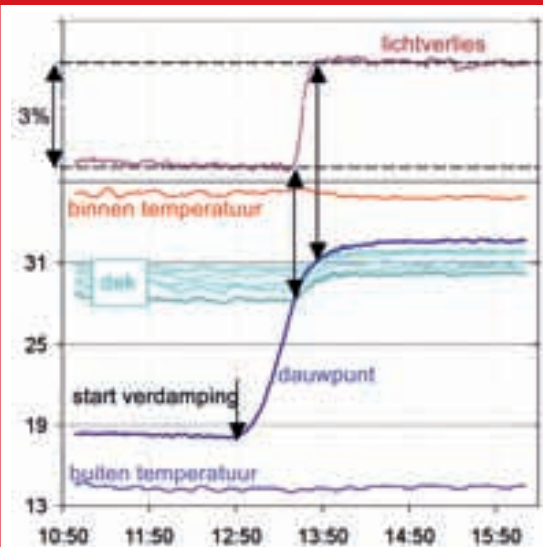
Bij het stoken om de verdamping te stimuleren (zoals bij een minimumbuis) wordt niet alle energie teruggewonnen door condensatie. Het wegventileren van vocht kost veel energie. Dan is niet alleen de verdampingsenergie volledig verloren, maar daarbij voer je als teler ook warme lucht naar buiten af. Overdag komt die energie gedeeltelijk of volledig uit de zon, maar in voorgaand voorbeeld van de nachtelijke verdamping van tomaat en rozen (vergelijkbaar met 20 kuub gas/ha/uur), moet een teler ongeveer nog eens 20 kuub gas verstoken om dit vocht weg te ventileren (bij een temperatuurverschil binnen en buiten van 10°C en een vochtverschil van 5 g/m<sup>3</sup>).

Condensatie bevorderen, zoals een vocht-kier in het scherm, is dus de meest zuinige manier om de kaslucht te ontvochtigen, zeker 's nachts.

## Minder licht door condensatie

Het lichtplaatje is echter anders. De oppervlakte van alle minuscule condensatiedruppels weerspiegelt veel meer het zonlicht, waardoor de transmissie van het dek afneemt. Onder zuiver diffuse lichtomstandigheden is het lichtverlies

FIGUUR. Effect van condensatie tegen het kasdek op het lichtverlies van een kas.



ongeveer 3% (zie figuur). De vermindering in totale transmissie van het TL-licht is ongeveer 4,5%. Het uiteindelijke effect bij natuurlijk zonlicht zal tussen deze twee waarden liggen. We hebben nog geen metingen van materialen waar filmvorming wordt bevorderd bij condensatie, de zogenaamde anticondens coatings. Deze benaming is trouwens heel verwarrend: als de omstandigheden er voor zijn, zal condensatie hoe dan ook plaatsvinden.

Condensatie maakt het mogelijk om een groot deel van de verdampingsenergie terug te winnen. Het is de meest energie-efficiënte manier van ontvochtigen. Het beperken van de verdamping kost echter nog minder energie. Overdag kost condensatie minimaal 3% lichtverlies. Beperk dus de verdamping zoveel mogelijk gedurende 'vochtige' omstandigheden. Voer aanwezig vocht 's nachts af door zoveel mogelijk condensatie aan het dek (vochtkieren in het energiescherm). De maatregelen overdag hangen af van de omstandigheden (bij veel zonlicht kun je veel energie gratis weg ventileren) en van de technische mogelijkheden voor luchtbehandeling, dan wel de aanwezigheid van een foliescherm.

## SAMENVATTING



De zelfbewegende kleine integrerende bol van Ulbricht (links) die op het dak van de proefopstelling de reflectie meet. Rechts meet de bol de reflectie bij condens op het dek.