

Luchtvochtigheid

Om de informatie in dit hoofdstuk te begrijpen, moet je de volgende onderwerpen kennen: transport in de plant, waterhuishouding, huidmondjes,

Luchtvochtigheid sturen van groot belang - inleiding

De combinatie van warmte en luchtvochtigheid bepaalt de mogelijkheden van de plant om te verdampen. De plant moet verdampen voor zijn functioneren. Ook heeft de luchtvochtigheid invloed op het voorkomen van ziekten in de kas. Dus het is voor de teler zeer zinnig om de luchtvochtigheid goed in de gaten te houden en te sturen.

Beeldsuggestie: iets met vochtigheid meten of een relevant computerscherm

Relatieve luchtvochtigheid - basis

Kaslucht bevat altijd vocht. Dat komt in de eerste plaats door de planten zelf. Die verdampen voortdurend. Ze gebruiken van het water dat ze opnemen maar 10 % voor de groei. De rest – dus 90 % - verdampen ze. Lucht kan een maximale hoeveelheid waterdamp (vocht) bevatten. Als je daarboven komt, krijg je condensatie: er vormen zich waterdruppeltjes. Dat gebeurt tegen koude delen van de kas of het gewas.

Hoeveel vocht de lucht kan bevatten hangt sterk af van de temperatuur. Warme lucht kan veel meer vocht bevatten dan koude.

De relatieve luchtvochtigheid (RV) geeft aan hoeveel procent van de maximale hoeveelheid waterdamp al in de lucht zit. Bij 70 % kan er dus nog waterdamp bij, voordat zich waterdruppeltjes gaan vormen. Maar 70 % luchtvochtigheid bij 25°C is iets heel anders dan 70 % luchtvochtigheid bij 20°C. Warmere lucht kan meer vocht bevatten. Bij 25°C betekent 70 % dat 1 kilo lucht 14 g waterdamp bevat. Bij 20°C bevat 1 kilo lucht met een relatieve luchtvochtigheid van 70 % maar 10 gram waterdamp.

Dit betekent ook dat als je lucht afkoelt er steeds minder waterdamp in kan. De relatieve luchtvochtigheid stijgt dan. Als je lucht van 25°C met een RV van 70 % afkoelt tot 23°C stijgt de RV naar 80 %. Als je nog verder afkoelt, bereik je op een gegeven moment het punt van 100 % RV. Dat ligt bij 19°C. Dit heet het dauwpunt, omdat er nu dauw ontstaat: De lucht kan niet meer waterdamp bevatten en het water condenseert in de vorm van druppeltjes (dauw). Dus de dauwpuntstemperatuur van lucht van 25°C en 70 % RV is 19°C.

Beeldsuggestie: iets met vochtigheid meten of een relevant computerscherm

Mollier-diagram – basis

Uit het Mollier-diagram kun het vochtgehalte van lucht bij verschillende temperaturen aflezen. Je kunt bijvoorbeeld zien dat de relatieve luchtvochtigheid stijgt als je lucht afkoelt. Ook kun je aflezen wanneer er vocht begint te condenseren. Als de kaslucht bijvoorbeeld 22°C is bij een RV van 90 %, dan zal langs de kasgevel – waar de temperatuur best 2°C lager kan zijn – vocht condenseren op het gewas. Dat komt omdat de dauwpuntstemperatuur boven 20°C ligt, zo is in het Mollier-diagram af te lezen.

Ook geeft het diagram aan hoeveel gram vocht er in een kilo lucht zit en hoeveel energie dat vertegenwoordigt. In waterdamp zit namelijk veel energie.

Er zijn veel variaties op het Mollierdigram, bijvoorbeeld het Psychro-diagram.

Beeld: het Mollier-diagram

Droogstoken kost erg veel energie - basis

Een gebruikelijke manier om de kaslucht droger te krijgen is: een minimumbuistemperatuur aanhouden en de ramen op een kier zetten. Het werkt goed, maar daarmee raak je ook enorm veel energie kwijt. Droogstoken veroorzaakt 10 tot 25 % van het energiegebruik in de glastuinbouw. Dat komt doordat je behalve warme lucht ook waterdamp laat ontsnappen. In waterdamp zit veel energie. Denk aan het koken van een pannetje water. Je moet stoken om de zaak te laten verdampen. Van de andere kant levert condensatie van waterdamp tot water weer energie op. In nieuwe kassystemen zoekt men naar andere manieren van ontvochtigen, bijvoorbeeld door het binnenhalen van (drogere) buitenlucht.

Verder is het ook mogelijk om vocht uit de kaslucht te verwijderen zonder dat de ramen opengaan (en dus energie in de vorm van waterdamp en warme lucht wegvliegt), door condensatie tegen een koud oppervlak. Dat is de methode die in de gesloten kas gebruikt wordt. Er wordt zo energie teruggewonnen uit de waterdamp en bovendien kan het water hergebruikt worden.

Beeldsuggestie: condensatie water in de gesloten kas?

Dampspanningsdeficiet – verdieping

De luchtvochtigheid kan op verschillende manieren uitgedrukt worden:

- vochtgehalte in gram per kuub lucht
- specifieke vochtigheid in gram per kilo lucht
- dampspanning uitgedrukt in kiloPascal (kPa)

De drijvende kracht achter de verdamping is het verschil tussen de dampspanning in de huidmondjes en de dampspanning in de kaslucht. Het verschil hiertussen heet het dampspanningsdeficiet. Voor het uitrekenen van de werkelijke verdamping moet je ook de weerstand van de huidmondjes en het stilstaande laagje lucht rond het blad kennen. Die weerstanden remmen de verdamping.

In formulevorm:

$$T = \frac{VP_{\text{blad}} - VP_{\text{lucht}}}{r_h + r_s}$$

T = verdamping

VP = dampspanning (vapour pressure)

r_h = weerstand huidmondjes

r_s = weerstand stilstaande laagje lucht rond blad

In de holtes onder de huidmondjes is de RV altijd 100%. Buiten de plant is de vochtigheid veelal lager. Dus daarom is verdamping mogelijk. Daarbij komt dat het blad vaak iets warmer is dan de omgeving. Zelfs bij een RV van 100 % rond het blad kan er dan nog verdamping plaatsvinden. De warmere lucht in de huidmondjes met 100 % RV bevat immers meer vocht dan de koudere lucht met RV 100 % rond het blad. Hieruit blijkt al dat de RV geen goed analyse-instrument is voor verdamping. Het is absoluut noodzakelijk bij analyse van verdamping in absolute vochttermen te denken (dampspanning of concentratie vocht in de lucht).

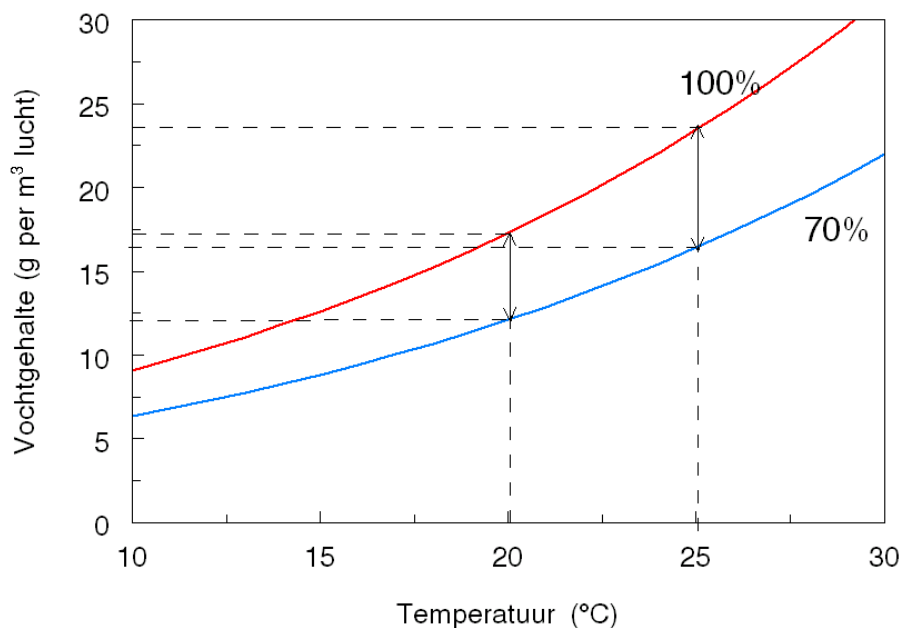
Beeldsuggestie: ???

Rekenvoorbeeld dampdeficit - verdieping

Binnen de huidmondjes is de relatieve luchtvochtigheid 100 %. Daarbuiten is hij – hoe vochtig het ook is in de kas – vrijwel altijd minder. Daardoor vindt er steeds verdamping plaats als de huidmondjes openstaan. En die staan vaak open, want er moet immers CO₂ naar binnen voor de assimilatie. Hoeveel er dan verdampt, is afhankelijk van het verschil in waterdampconcentratie tussen het huidmondje en de kaslucht.

In de tuinbouw wordt vaak gewerkt met de relatieve luchtvochtigheid. Deze zegt echter niets over de verdampingsmogelijkheden! Daarvoor is de absolute vochtigheid bepalend. Dat is de concentratie water in de lucht, uitgedrukt in grammen per kubieke meter. Bij 20° C kan de lucht per kuub maximaal 17,3 gram waterdamp bevatten (zie grafiek). Bij zeventig procent relatieve luchtvochtigheid zit er dan $0,7 \times 17,3 = 12,1$ gram water in een kuub lucht. Dan kan er dus nog $17,3 - 12,1 = 5,2$ gram vocht bij voordat de lucht verzadigd is. Dit zogenaamde dampdeficit is de drijvende kracht achter de verdamping.

Bij 25° C kan de lucht maximaal 23,5 gram water per kuub bevatten. Zeventig procent relatieve luchtvochtigheid is in dit geval $0,7 \times 23,5 = 16,5$ gram per kuub. Bij deze temperatuur kan er dus nog 7 gram waterdamp per kuub bij voordat de lucht verzadigd is. Met andere woorden: de plant kan bij deze temperatuur veel meer vocht kwijt, bij dezelfde relatieve luchtvochtigheid. Ondanks dat bij beide temperaturen de luchtvochtigheid 70% is, is de drijvende kracht voor verdamping ongeveer 40% groter bij de hogere temperatuur.



Beeld: bovenstaande grafiek