

Project Prominent

We hebben 4 vragen gekregen van Prominent. We zouden ze eerst alle 4 apart beantwoorden maar door de tijd druk om het voor de zomervakantie tenminste 2 dingen af te krijgen, gingen we de vragen met ze 4en beantwoorden. Hier de vragen :

1. Luchtbeweging in de kas (klaar)
2. Het project innovatief opnieuw bouwen of tussen de twee bedrijven
3. Biologie met CO2 (was nog te weinig informatie over)
4. Plantmeting(zijn we nog niet mee begonnen)

We hadden nog 1 vraag erbij gekregen maar die ging bij een ander project, waar deze vraag beter is toe te passen.

Luchtbeweging

We hebben het onderdeel luchtbeweging in verschillende vraagstukken verdeeld.

1. Wat weten we van luchtbeweging in de kas ?
2. Luchtbeweging door winddruk en windsnelheid
3. Luchtbeweging door temperatuursverschillen
4. Wat is de invloed van ventilatoren
5. Wat is de invloed van ingeblazen lucht
6. Hoe groot is de te verplaatsen luchthoeveelheid in een semi-gesloten kas ?
7. Conclusie

1. Wat weten we van luchtbeweging in de kas ?
De snelheid en de richting waarin kaslucht in beweging komt, is het gevolg van verschillende processen. Met de kasuitrusting kunnen we daarop inspelen. Met de luchtramen, de ventilatoren, het scherm en de temperatuur. Denk bij temperatuur aan groeibuizen en buisrailsystemen.

2. Luchtbeweging door winddruk en windsnelheid

Buitenlucht in beweging (wind) bevat energie, daar maken windmolens bijvoorbeeld gebruik van. Een kas is niet dicht, ook al zijn de luchtramen gesloten. Het energieverval tussen wind buiten en stilstaande kaslucht veroorzaakt op verschillende manieren luchtbeweging in de kas.

Voorbeelden :

- Wind blaast tegen een gevel
Daar waar wind een gevel tegenkomt ontstaat overdruk. Via ondichtheden dringt buitenlucht de kas binnen en ontstaat ook in dat kasdeel overdruk. Achter de tegenoverliggende gevel, dus aan de lezijde ontstaat buiten de kas onderdruk (luwte). Via de ondichtheden wordt lucht uit de kas gezogen en ontstaat in dat kasdeel onderdruk. In de kas ontstaat een drukverschil waardoor lucht van de ene gevel naar de andere gevel beweegt.
- Windzijdig luchten
Door meesleuren via ondichtheden wordt ook de lucht onder het kasdek in dezelfde richting in beweging gebracht.

- De wind blaast over het kasdek
De luchtramen aan de windzijde scheppen wind. De volledige hoeveelheid windenergie ($\frac{1}{2}\rho v^2$) wordt de kas ingedrukt. Windzijdig luchten is vaak veel moeilijker te doseren dan luchten met de ramen aan de leizijde. Meestal worden luchtramen aan de windzijde na de luchtramen aan de leizijde geopend.
- Leizijdig luchten
Lucht in beweging sleurt het aangrenzend luchtvolume mee. Blaast er wind over een luchtraam aan de leizijde, dan wordt bij opening van het raam kaslucht door de windsnelheid meegesleurd. De combinatie van het temperatuurverschil binnen en buiten de kas en de windsnelheid over de ramen bepalen samen de ventilatiecapaciteit.

Luchtbeweging langs de plant zorgt voor de uitwisseling van vocht, CO₂, O₂ en warmte. De plant zelf kan geen luchtbeweging beïnvloeden.

3. Luchtbeweging door temperatuursverschillen

Koude lucht is zwaarder dan warme lucht. Koudere lucht daalt, warmere lucht stijgt. Luchtbeweging komt vaak onder invloed van temperatuursverschillen tot stand.

Voorbeelden :

- Afkoeling en opwarming tegen de buitengevels
De temperatuur buiten is vaak afwijkend van de temperatuur in de kas. Koelt kaslucht af aan de gevels, dan ontstaat daar een verticale neerwaartse luchtbeweging. Elders moet warmere lucht weer opstijgen en naar de gevel bewegen. Door extra verwarmingsbuizen aan de gevel aan te brengen wordt het afkoelen van kaslucht aan de gevel voorkomen. Afkoeling langs gevels veroorzaakt horizontale temperatuurverschillen.
- Afkoeling en opwarming tegen het kasdek
De kas loopt in de lengterichting af om regenwater voldoende snel van het dek te krijgen. In de winter koelt kaslucht tegen het kasdek af. De combinatie hoogteverschil en afkoeling zorgt voor luchtbeweging langs het kasdek. De lucht onder het kasdek beweegt van het hoogste punt van de kas naar de buiten- kopgevel(s).
- Ventilatie via ramen en ondichtheden
In de winter is het kasvolume altijd warmer dan buiten. In de zomer ook, maar dan alleen het bovenste deel. Boven een beschaduwend scherm kan het zelfs erg warm worden. Binnen is een volume warme en relatief lichte lucht aanwezig en buiten een volume koudere en zwaardere lucht. Het gewichtverschil tussen beide volumes resulteert in een drukverschil. Is er een opening in het kasdek en of in een buitengevel, dan veroorzaakt dit gewichtverschil luchtuitwisseling en dus ook voor luchtbeweging. De hoogte en het verschil in temperatuur bepalen samen met het drukverschil over ondichtheden de mate waarin de luchtuitwisseling plaatsvindt. Bij windstil weer bepaalt het temperatuurverschil binnen en buiten de kas bijna volledig de ventilatiecapaciteit van de luchtramen

- **Betonpaden**
Betonpaden reageren anders op zonstraling dan de planten. De betontemperatuur stijgt onder invloed van zonstraling tot ver boven de kastemperatuur terwijl de planttemperatuur door bladverdamping niet veel in temperatuur stijgt. Het beton accumuleert en blijft na het wegvallen van zonstraling nog een tijd warm. Planten accumuleren weinig warmte en de bladverdamping maakt dat planten zeer snel reageren op het wegvallen van zonstraling. Het beton is warmer dan de rest van de kas en verwarmt de lucht erboven en die stijgt op, elders daalt koudere lucht en beweegt naar het middenpad. Ook stopt de buisrailverwarming bij het middenpad. Het gebrek aan verwarming bij het middenpad veroorzaakt in de winter een temperatuursverschil en dus ook luchtbeweging.
- **Buisverwarming**
Bladverdamping is voor een deel afhankelijk van de mate waarmee waterdamp wordt afgevoerd. Dat afvoeren vindt voor een deel plaats door moleculair diffusie, dat proces verloopt echter traag. Er is ook luchtbeweging nodig om voldoende waterdamp uit het gewas af te voeren. Warme buizen dragen energie over aan lucht door straling en convectie (luchtstroming). Buisconvectie kan worden gebruikt om lucht tussen het gewas in beweging te krijgen. Het doel is dan niet om te verwarmen, maar om waterdamp uit het gewas af te voeren. Om dit effectief te doen moeten de buizen wel onder het gewas zijn aangebracht en het aanvoerwater 20°C warmer dan de kaslucht.
- **Deuren**
Koudere lucht aan de ene zijde van een deur verdringt bij opening onderdoor lucht aan de andere zijde. Warme lucht vervangt bovendoor weer de koudere lucht, er ontstaat dus luchtbeweging (trek).

4. Wat is de invloed van ventilatoren

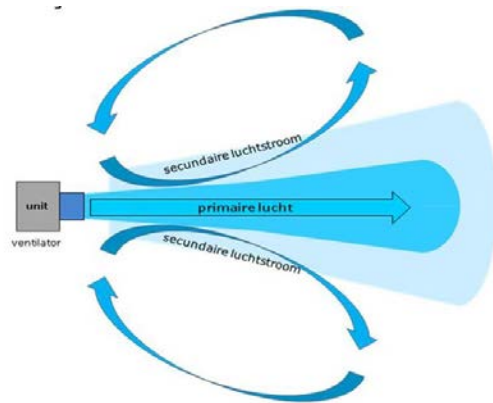
De meest directe manier om lucht in beweging te krijgen, is door inzet van ventilatoren.

Wat is de invloed van de ingeblazen lucht op de luchtbeweging in de kas en hoeveel lucht moet er worden verplaatst?

In kassen worden ventilatoren gebruikt voor verschillende doeleinden. Denk aan het gebruik bij koelen, verwarmen en ontvochtigen (conditioneren) van kaslucht, het afvoeren van waterdamp uit het gewas, het verspreiden van beschermingsmiddelen en ventilatorinzet ter compensatie van horizontale temperatuursverschillen. In alle deze gevallen wordt de kaslucht door ventilatoren in beweging gebracht.

5. Wat is de invloed van ingeblazen lucht ?

De mate waarin de kaslucht in beweging wordt gebracht, is niet alleen afhankelijk van de hoeveelheid (primaire) lucht die door de ventilator zelf wordt verplaatst. Ook de hoeveelheid (secundaire) lucht die onder impuls van de primaire luchtstroom in beweging wordt gebracht telt mee.



De resulterende luchtbeweging in de kas is bij elk systeem duidelijk anders. Het inblazen van gelijke luchthoeveelheden brengt bij verschillende systemen niet dezelfde hoeveelheid kaslucht in beweging. De mate waarin lucht in beweging wordt gebracht, is mede bepalend voor de homogeniteit van de lucht in een kas.

6. Hoe groot is de te verplaatsen luchthoeveelheid in een semi-gesloten kas ?

In een (semi-) gesloten kas en ook bij kaskoeling moet een grote hoeveelheid energie in en uit de kas worden gebracht zonder dat daardoor er grote temperatuursverschillen ontstaan.

De relatie tussen vermogen en luchthoeveelheid wordt beschreven in de formule:
 $P = m \times c \times dT$.

Hierin is m de massastroom (hoeveelheid) lucht, c een constante voor de warmtecapaciteit van lucht en dT het temperatuurverschil tussen aangezogen en ingeblazen lucht.

Zoals aan de formule te zien is, hangt het benodigde temperatuurverschil af van de te verplaatsen luchthoeveelheid.

Dus als er veel warmte uit de kas moet worden gekoeld met een kleine luchthoeveelheid, dan moet de ingeblazen lucht erg koud zijn.

Om problemen in de teelt te vermijden mag de koude inblaaslucht niet te koud zijn en moet er dus een grote hoeveelheid lucht buiten het verblijfsgebied van planten worden ingeblazen. Te koude inblaaslucht kan leiden tot grote horizontale en verticale temperatuursverschillen in het gewas.

Een andere factor die bepalend is voor de mate waarin temperatuurverschillen in (semi-) gesloten kassen optreden is de hoeveelheid lucht die onder impuls van de primaire luchthoeveelheid in beweging wordt gebracht.

Onder invloed van luchtbeweging worden processen van uitwisseling van water, CO₂ en warmte bevorderd. Bij een sterke luchtbeweging kan de verdamping te sterk worden en zullen de huidmondjes sluiten. Dit is nadelig voor de CO₂ opname.

Als een plant door instraling warmer wordt dan de kaslucht zal er convectieve warmte overdracht plaats gaan vinden waardoor er meer luchtbeweging ontstaat.

7. Conclusie

De plant kan niet zonder lucht en wij kunnen nog veel leren van luchtbeweging.