

# Naar een nieuw bewaarsysteem voor bloembollen

Als resultaat van brainstormen met telers, systeembouwers, voorlichters en onderzoekers zijn twee nieuwe concepten van een bewaarsysteem voor bloembollen nader uitgewerkt. Modelmatig zijn de concepten doorgerekend op energieverbruik en op de mate waarin ergens in het systeem de ethyleengrens van 100 ppb wordt overschreden. De concepten zijn vergeleken met een verbeterde variant van het éénlaags kuubkistensysteem.

Jeroen Wildschut (WUR/PPO Bloembollen),  
Athanasios Sapounas (WUR/ Glastuinbouw)  
Foto: Arie Dwarswaard

Het voordeel van het huidige bewaarsysteem van kuubkisten voor droogwanden in bewaarcellen ligt vooral op het gebied van logistiek. De kuubkisten worden ingezet bij de oogst, het spoelen, het drogen, pellen, bij het bewaren, en soms zelfs t/m de export. Nadelen zijn het hoge energieverbruik en het ongelijkmatige bewaarklimaat. De kisten het verst van de wand krijgen meer lucht dan de kisten tegen de wand en ook per laag is er een groot verschil in circulatie. De bovenste laag krijgt soms wel 4 of 5 keer zoveel lucht als de laag eronder. Vooral tweelaagssystemen zijn ongelijkmatig. Op korte termijn kan de bloembollensector nog veel energie besparen door op onderdelen dit systeem te verbeteren. Zo kan bijvoorbeeld de verdeling over de lagen verbeterd worden door de bovenste kistenlaag met platen af te dekken. Bij een tweelaagssysteem moet dan

een kier opengelaten worden met een oppervlak net zo groot zijn als de helft van het oppervlak van de palletopening, gedeeld door het aantal kisten per laag. Verbeteringen bij een eenlaagsysteem zijn bijvoorbeeld het aanbrengen van een schans voor de 1ste uitblaasopening en van driehoekige latjes in de 2de. Door deze verbeteringen wordt de verdeling van de circulatielucht veel gelijkmatiger, waardoor de minst beluchte kist meer lucht krijgt en er 10 tot 30% teruggevoerd kan worden. Dit bespaart tot 50% op elektriciteit. Op langere termijn kan het systeem echter niet verder geoptimaliseerd worden.

## BRAINSTORM

Daarom is nagegaan of het mogelijk is om een concept van een nieuw systeem te ontwikkelen: energiezuiniger, maar met een beter (gelijkmatiger) bewaarklimaat en met dezelfde logistieke voordelen als de kuubkist. Hiertoe zijn in de vier bloembollenregio's in samenwerking met DLV-Plant brainstormsessies georganiseerd. De deelnemende telers, systeembouwers, voor-

lichters en onderzoekers hebben hierin nieuwe ideeën over bewaarsystemen naar voren gebracht. Deze ideeën zijn vervolgens geordend en samengevat. Hieruit zijn de twee meest perspectiefvolle concepten gekozen. Met CFD-berekeningen (zie kader) zijn verschillende varianten onderling en met het huidige kuubkistensysteem vergeleken op basis van energieverbruik per m<sup>3</sup> bollen en van gelijkmatigheid van de bewaarcondities. Belangrijkste criterium bij dit laatste is de variatie in ethyleenconcentratie tussen de bollen. Op basis hiervan zijn varianten van het nieuwe concept nader doorgerekend met als uitgangspunt het zogenaamd "worst case scenario" met 5% zure bollen.

## CONTAINERSYSTEEM

Het eerste concept is een containersysteem van ongeveer lengte x breedte x hoogte = 6 x 2 x 1,5 m, met drie ventilatoren die lucht door de bollen zuigen. Hierdoor zijn bewaarcellen met droogwanden niet meer nodig. Wanneer de containers in een verwarmde geventileerde schuur staan zodat de lucht niet opgewarmd hoeft worden, maar waarvan het ethyleengehalte rond de 80 ppb is, wordt voor de circulatie minder energie verbruikt dan bij het kuubkistensysteem. Ook zijn de bewaarcondities gelijkmatiger: de maximale overschrijding van de ethyleengrens van 100 ppb is bij bolmaat 6 slechts 2% (bij het kuubkistensysteem is die 56%). Bij dit containersysteem is het energieverbruik voor verwarming hetzelfde als bij het kuubkistensysteem. Bij de variant waarbij direct met buitenlucht geventileerd wordt kan door het lage ethyleengehalte van de buitenlucht (10 ppb) met een fors lager debiet toe, dus met veel minder (elektrische) energie. De container moet dan wel een eigen heater hebben. De temperatuursverdeling tus-

sen de bollen is dan echter verre van optimaal, vooral bij een groot verschil met de buitenluchttemperatuur. Het voordeel van het containersysteem is dat er geen bewaarcellen met droogwanden nodig zijn. Een nadeel is onder andere dat ze voor kleine partijen te groot zijn. Het containersysteem is niet in het bestaande systeem in te passen (figuur 1 en 2).

## REUZE GAASBAK

Het tweede concept is een systeem met zeer grote gaasbakken (lengte x breedte = 3 x 1,5 m, met een laag bollen van 15 tot 30 cm dikte), die worden gestapeld in bewaarcellen. De lucht voor circulatie wordt niet door de bollen geforceerd, maar ethyleen, water en CO<sub>2</sub> worden afgevoerd door diffusie en langsstromende lucht. Door zeven kleine ventilatoren per rij wordt een circulerende luchtstroom in stand gehouden. Een laag bollen van 30 cm dik vraagt bij circuleren met cellucht met een ethyleenconcentratie van 80 ppb volgens de modelberekeningen echter teveel energie. De laag is te dik ten opzichte van de diffusiesnelheid van ethyleen. De bewaarcondities zijn wel gelijkmatiger dan bij het kuubkistensysteem.

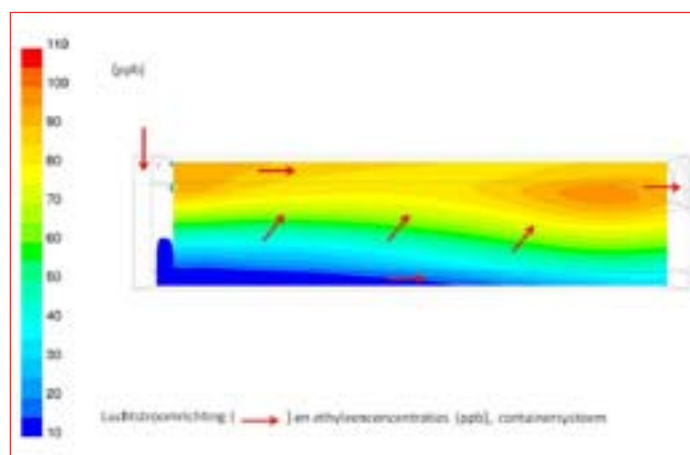


Nu vind op veel bedrijven de bewaring plaats in kuubkisten voor droogwanden

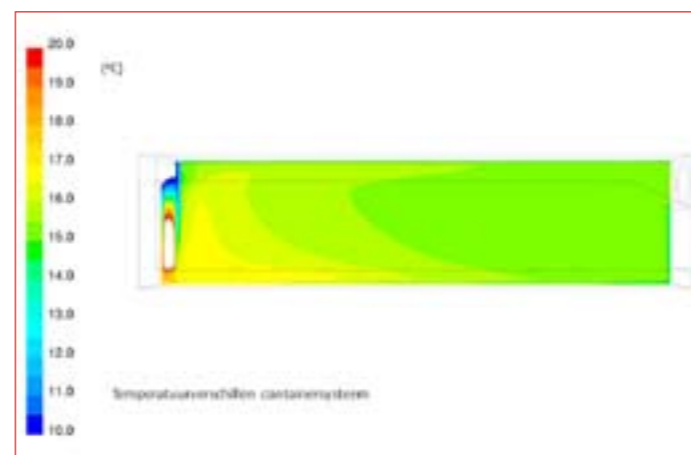
Pas wanneer de dikte van de laag bollen wordt teruggebracht tot 15 cm wordt ethyleen door diffusie snel genoeg afgevoerd en wordt er energiezuiniger gecirculeerd dan in het kuubkistensysteem. Het grote gaasbakensysteem kan vermoedelijk nog verder verbeterd worden door het retourkanaal te vergroten (figuur 3).

De berekeningen van de varianten waarbij direct met buitenlucht wordt gecirculeerd laten ook bij het gaasbakensysteem een extreem laag energieverbruik voor circulatie zien. Maar pas wanneer het benodigde debiet (bij 5% zure bollen) dan onder de 100 m<sup>3</sup>/uur per m<sup>3</sup> bollen komt wordt het totale energieverbruik voor verwarming plus circulatie fors lager dan bij het kuubkistensysteem. Gecombineerd met een zonnedak en warmteretourwinning kan dit systeem mogelijk toe met slechts 10% van het elektraverbruik wat voor circulatie bij het kuubkistensysteem nodig is, en minder dan 40% van de energie voor verwarming. De bewaarcondities zijn daarbij veel gelijkmatiger en de schadedrempel voor ethyleen wordt nergens in het systeem overschreden. Deze laatste optimaliseringen moeten nog verder uitgewerkt worden om tot een definitief ontwerp te komen dat op een nieuw te bouwen bedrijf gerealiseerd kan worden (figuur 4).

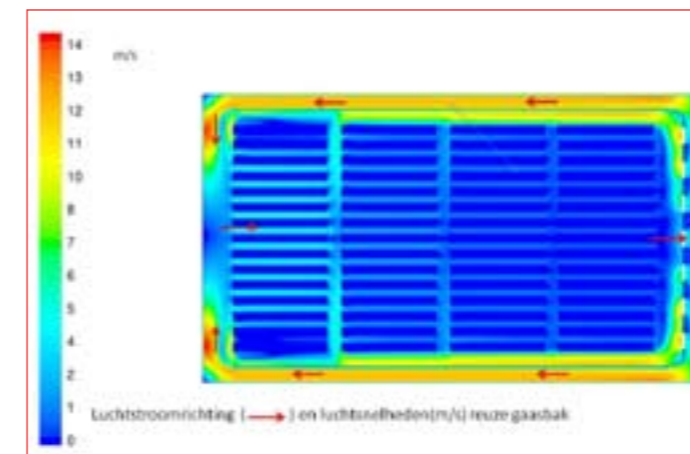
*Dit project is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Meerjarenafspraken energie Bloembollen (KAVB, PT, min. EL&I, Agentschap NL en telers), in het kader van het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren.*



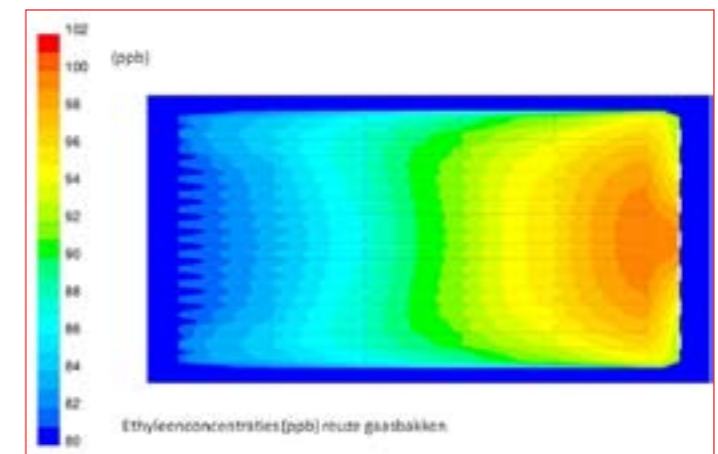
Figuur 1: Bij de container wordt buitenlucht linksboven via een heater ingevoerd en via de geperforeerde bodem door de bollen geleid. Rechtsboven zorgen drie ventilatoren voor de afvoer. Door deze luchtbeweging blijft het ethyleengehalte beneden de gewenste norm.



Figuur 2: Bij een groot verschil met de temperatuur van de buitenlucht worden de temperatuurverschillen tussen de bollen in de container te groot.



Figuur 3: Een bewaarcel met gestapelde reuze gaasbakken. De lucht stroomt onder en boven langs de bollen. Door zeven kleine ventilatoren (rechts) wordt de lucht via retourkanalen weer teruggebracht. Verversing met buitenlucht is in dit schema niet aangegeven.



Figuur 4: In de bewaarcel met gestapelde reuze gaasbakken wordt door de luchtstroom langs de bollen ethyleen van links naar rechts afgevoerd. Het ethyleengehalte neemt daarbij toe maar blijft onder de norm van 100 ppb.

## Rekenmodellen verklaard

CFD staat voor "Computational Fluid Dynamics". Dit zijn rekenmodellen waarmee een te analyseren ruimte, bijvoorbeeld een kuubkist of een bewaarcel, in tienduizenden denkbeeldige kubusjes wordt verdeeld. Afhankelijk van onder meer luchtstroom, weerstand en druk kan dan de invloed van veranderingen in het ene kubusje op de naastgelegen kubusjes worden berekend. Hiermee kunnen uiteindelijk de luchtsnelheden op verschillende plaatsen in het bewaarsysteem worden bepaald. Ook de verspreiding van gasen, zoals ethyleen, of temperatuurverschillen kunnen zo nauwkeurig in kaart worden gebracht. Metingen in de praktijk blijven belangrijk om resultaten te verifiëren.

## Resumé

Drogen en bewaren moeten op orde zijn op het bloembollendrijf. De huidige bewaarmethoden zijn goed, maar kennen soms veel luchtverlies. De vraag is of er alternatieven zijn. Brainstormsessies, georganiseerd door PPO, leverden diverse alternatieven op, waarvan er twee zijn doorgerekend en van commentaar worden voorzien in dit artikel.