

# Kuubskist met golfbodem



Een alternatief uit de praktijk

Jeroen Wildschut, Arie van der Lans

© 2013 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Stuurgroep Schone en Zuinige Bloembollen / Meerjarenafspraken energie Bloembollen (KAVB, PT, min.EZ, Agentschap NL en telers).



Projectnummer: 32 361 654 13

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2  
: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 - 462121

Fax : 0252 - 462100

E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)

Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	7
2 WERKWIJZE.....	7
3 RESULTATEN .....	9
3.1 Sneldrogen .....	9
3.2 Bewaren .....	9
4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....	11



# Samenvatting

Bij de bewaring van bloembollen in kuubskisten wordt de luchtopbrengst van de ventilator in de systeemwand bepaald door het vermogen en de eigenschappen van de ventilator *en* door de totale weerstand die de luchtstroom ondervindt. Een onderdeel van die totale weerstand is de geperforeerde bodemplaat van de kuubskist.

In het State-of-the-Art project deed in 2011 een bedrijf mee dat al sinds jaren een kuubskist in gebruik heeft waarvan de geperforeerde bodemplaat gegolfd is: de kist met de golfbodem. Het totale oppervlak aan perforaties (ronde gaatjes) is hierdoor groter en de 5 brede latten waar de bodemplaat op rust sluiten de perforaties niet af. De weerstand die door de bodemplaat veroorzaakt wordt, wordt hierdoor sterk verminderd.

Doelstelling van dit project is deze aangepaste kuubskist bij drogen en bewaren te vergelijken met de standaard kuubskist.

De kist met de golfbodem gaf bij het sneldrogen (2 kisten diep x 4 hoog) gemiddeld 21% meer lucht dan de kisten met een platte bodem. In de minst beluchte laag (laag 3) gaf de kist met de golfbodem 13% meer lucht. Dit betekent dat de kisten met de golfbodem 3 – 5 uur eerder droog zijn (waarmee 13% op elektra bespaard wordt) *of* dat 13% teruggetoerd zou kunnen worden om daarmee op het zelfde tijdstip de bollen sneldroog te hebben, maar met 34% minder elektraverbruik. Daarnaast betekent sneller drogen dat de kans op ziekten(verspreiding) kleiner is en dus de bolkwaliteit hoger.

Bij de circulatie in de bewaarcel is bij 10 kisten diep gestapeld de spreiding in debiet over de kisten met een golfbodem iets groter, maar van dezelfde orde als bij gewone kisten. Deze spreiding neemt af wanneer er minder kisten voor de wand staan, omdat de weerstand dan toeneemt.

Staan er meer dan 6-7 kisten voor de wand dan neemt het totale debiet per laag nauwelijks toe: de weerstand neemt dan dus nauwelijks af.

De luchtopbrengst bij bewaring in de kisten met de golfbodem is volgens niet-lineaire regressie bij een stapeling van 9 diep slechts 3% hoger dan bij gewone kisten, maar bij 7 diep 5% hoger en bij 5 diep 10%. Dit betekent een energiebesparing bij de circulatie van respectievelijk 9, 16 en 26%.

Met de kist met de golfbodem wordt, afhankelijk van de situatie meer of minder energiebespaard, terwijl de luchtverdeling in de kist vermoedelijk ook beter is.

Inpassing van nieuwe kisten met golfbodem op een bedrijf dat gewone kisten al in gebruik heeft, zou bijvoorbeeld kunnen door *in* de stapeling de kisten met de golfbodem het dichtst bij de wand te zetten, of door de twee type kisten niet in één stapeling door elkaar te gebruiken. Eén-en-ander hangt af van de bedrijfssituatie.



# 1 Inleiding

Bij de bewaring van bloembollen in kuubskisten wordt de luchtopbrengst van de ventilator in de systeemwand bepaald door het vermogen en de eigenschappen van de ventilator *en* door de totale weerstand die de luchtstroom ondervindt. Die totale weerstand is de som van de deelweerstand die de lucht ondervindt tijdens de stroom door de ventilator, de systeemwand, de uitblaasopeningen, het palletkanaal, de geperforeerde bodemplaat van de kuubskist, de bollen en de zijspleet van de kuubskist (bij een éénlaagssysteem). Hoe lager de weerstand, hoe hoger de luchtopbrengst, hoe energie-efficiënter de luchtcirculatie.

In het State-of-the-Art project deed in 2011 een bedrijf mee dat al sinds jaren een aangepaste kuubskist in gebruik heeft. De aanpassing bestaat uit een gegolfde geperforeerde bodemplaat, waardoor het totale oppervlak aan perforaties (ronde gaatjes) groter is, en vooral waardoor de 5 brede latten waar de bodemplaat op rust de perforaties niet afsluiten. De bollen recht boven de latten worden nu ook direct aangeblazen en het totale doorblaasoppervlak van de bodemplaat is minstens verdubbeld, waardoor dat deel van de totale weerstand dat door de bodemplaat veroorzaakt wordt sterk verminderd is, foto 1. Verwacht wordt daarom ook dat de luchtverdeling in de kist gelijkmatiger is. Er bevinden zich vrijwel geen bollen meer in de windschaduw van de bodemlatten.



Foto 1

Metingen aan deze kisten tijdens de bewaring gaven aan dat de luchtopbrengst relatief hoog was, maar een directe vergelijking met standaard kuubskisten was toen niet mogelijk.

Doelstelling van dit project is deze aangepaste kuubskist bij drogen en bewaren te vergelijken met de gewone kuubskist.

## 2 Werkwijze

Op het bedrijf van de Gebr. Klaver, dat deze kisten als sinds 1985 in gebruik heeft, is georganiseerd dat bij binnenkomst van de gerooide tulpenbollen, deze direct na het spoelen in de kuubskist met de golfbodem en in gewone kuubskisten voor de droogwand zijn gezet. In beide kisten zat precies hetzelfde product. De

normale (éénlaags) kisten zijn gehuurd bij Necap, die ook de kuubskist met golfbodem produceert. Direct na het stapelen van de kisten voor de droogwand zijn luchtsnelheidsmeters aangebracht in de uitblaasopeningen van de drukkamers, foto 2. Elke kamer is met 2 ventilatoren uitgerust, voor elke kamer stonden 2 rijen, elk 2 kisten diep x 4 hoog, foto 3. Voor de ene kamer stonden daarom 16 kisten met golfbodem, voor de andere kamer 16 gewone kisten. In de drukkamers was géén interne schuine wand. Op deze wijze is bij het sneldrogen de verdeling over de lagen en over de rijen bij de 2 typen kisten bepaald.



Foto 2



Foto 3

Later in het seizoen is in de schuur voor een enkele systeemwand, eveneens zonder interne schuine wand, een kistenstapeling van 10 kisten diep x 4 hoog opgesteld. Hieraan is per kist in de uitblaaspleet de luchtsnelheid gemeten voor alle vier lagen, foto's 4 en 5. Vervolgens is op de tweede laag deze meting herhaald bij telkens één kist minder diep gestapeld. Op deze wijze is bij de circulatie tijdens de bewaring de luchtverdeling over de kisten in de lagen bepaald, en van het effect hierop van het weghalen van kisten.

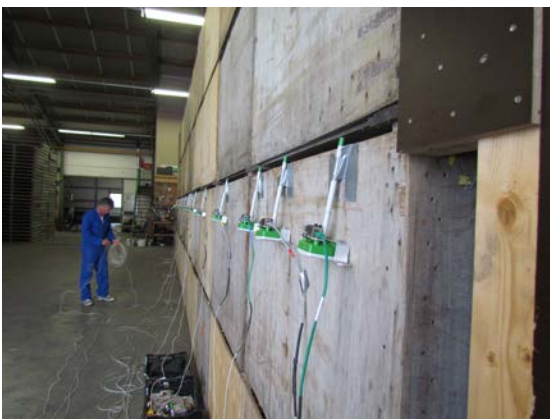


Foto 4



Foto 5



## 3 Resultaten

### 3.1 Sneldrogen

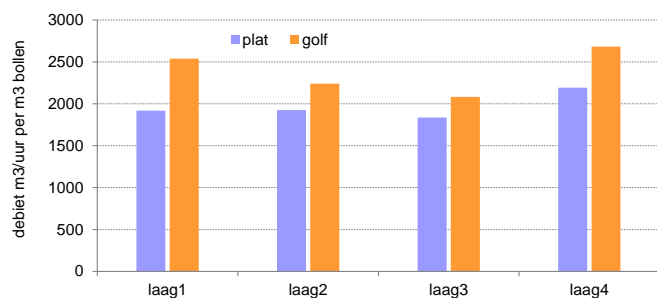
De gemiddelde debieten per laag voor de twee typen kisten zijn samengevat in tabel 1:

Tabel1: debiet (m<sup>3</sup>/uur/m<sup>3</sup> bollen) bij sneldrogen

	Gewone kuubskisten	Kuubskist met golfbodem	toename
laag1	1918	2539	32%
laag2	1924	2238	16%
laag3	1835	2082	13%
laag4	2192	2681	22%
gem	1967	2385	21%
spreiding	9%	13%	

De tabel laat zien dat het gemiddelde debiet per kist met golfbodem, afhankelijk van de laag, 13 tot 32% hoger ligt dan bij de gewone kisten. Uitgaande van de laag met het kleinste verschil betekent dit dat de bollen in deze kisten minstens 13% van 24 – 36 uur = ruim 3 tot bijna 5 uur eerder droog zijn dan in de gewone kist. *Of* dat minstens 13% teruggetoerd zou kunnen worden om daarmee op het zelfde tijdstip de bollen sneldroog te hebben, maar met  $\geq 34\%$  minder elektraverbruik.

De luchtverdeling over de lagen is bij het sneldrogen bij beide type kisten goed: de spreiding is slechts 9 % bij de gewone kisten en 13% bij de kisten met de golfbodem. Laag 3 krijgt in beide gevallen het minst, zie ook figuur 1.

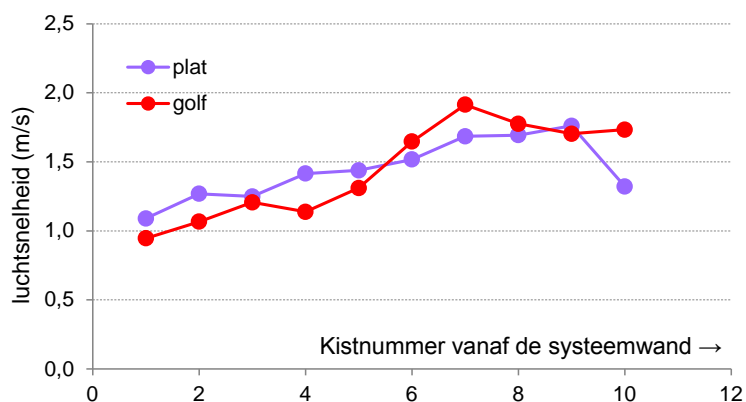


Figuur 1: Verschil kist met platte- en met golfbodem.

### 3.2 Bewaren

In bewaarcellen staan kuubskisten 7 tot 10 diep gestapeld, 4 tot 6 hoog. Vanwege de lagere weerstand in de kistbodem zou mogelijk bij de circulatie de spreiding in debiet per kist bij 10 diep gestapelde kisten met een golfbodem groter zijn dan bij gewone kisten. Metingen per kist en per laag gaven echter aan dat in dit geval de spreiding in uittredende luchtsnelheid per kist, gemiddeld over de lagen, van dezelfde orde is als bij gewone kisten die 10 diep zijn gestapeld, figuur 2. Voor het bepalen van de spreiding in luchtsnelheid bij 10 diep gestapelde gewone kisten zijn de gegevens uit het State-of-the-Art project gebruikt van Bedrijf 2. Deze gegevens zijn omgeschaald zodat het gemiddelde debiet voor beide kisten even groot is. De kisten het dichtst bij de wand krijgen het minste lucht, verder van de wand krijgen de kisten meer lucht. Dit scheelt

ongeveer een factor 2. Behalve de positie t.o.v. de wand speelt hierbij ook de kistinhoud een rol: minder gevulde kisten, of gevuld met een grotere bolmaat, geven minder weerstand dus meer lucht.



Figuur 2: Spreiding in uittredende luchtsnelheid

In tabel 2 is de spreiding in luchtsnelheid (in %) per laag samengevat, berekend als “maximum *minus* minimum *gedeeld* door 2 x het gemiddelde per laag”. De spreiding is iets hoger bij de kist met de golfbodem, maar minimum en maximum spreiding zijn in dezelfde orde: 19 tot 38% bij de gewone kist, 25 tot 41% bij de kist met de golfbodem.

Tabel 2: spreiding in luchtsnelheid bij de circulatie

	Gewone kuubskisten	Kuubskist met golfbodem
laag 1	30%	41%
laag 2	23%	40%
laag 3	38%	38%
laag 4	18%	25%
laag 5	21%	

Voor laag 2 is bij elke kist de uittredende luchtsnelheid gemeten telkens bij één kist minder diep gestapeld, terwijl de ventilator op dezelfde stand (60%) draaide. De gemiddelde-, en de minimum- en maximum uittredende luchtsnelheid en de hieruit berekende spreiding zijn samengevat in tabel 3:

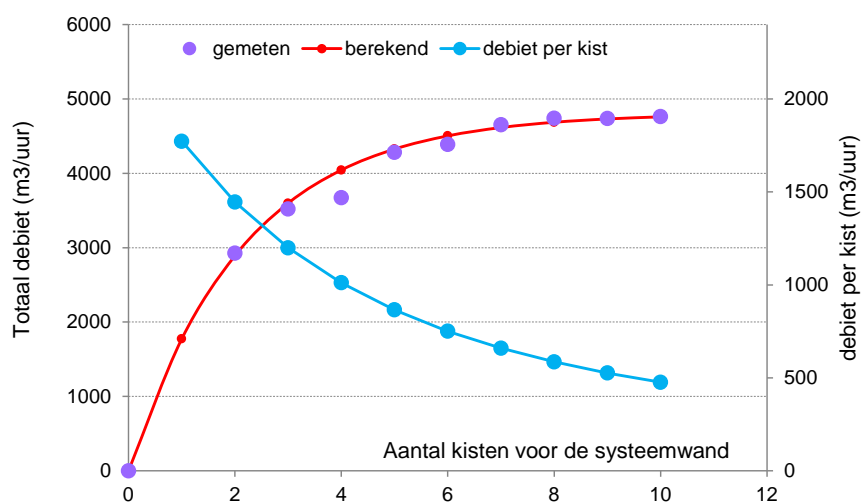
Tabel 3: Uittredende luchtsnelheid (m/s) per kist.

aantal kisten	max	min	gem	spreiding
10	2,35	0,99	1,71	40%
9	2,40	1,21	1,89	32%
8	2,62	1,37	2,13	29%
7	2,96	1,61	2,39	28%
6	3,26	2,00	2,63	24%
5	3,90	2,51	3,08	23%
4	3,91	2,42	3,30	22%
3	4,83	3,85	4,22	12%
2	6,11	4,41	5,26	16%

De tabel laat zien dat naarmate er minder diep gestapeld is het debiet per kist toeneemt, maar niet omgekeerd evenredig met het aantal kisten voor de wand, zie ook figuur3. De totale weerstand van de kistenstapeling neemt toe wanneer er minder kisten voor de systeemwand staan (minder uitstroom oppervlak). En wanneer de weerstand groter is neemt de spreiding af.

Figuur 3 laat het totale debiet voor laag 2 zien, gemeten en berekend, bij toenemend aantal kisten voor de wand. De figuur laat zien dat het totale debiet na meer dan 6 – 7 kisten nauwelijks nog toeneemt. De totale weerstand neemt dan dus nauwelijks meer af. Bij *minder* dan 6 - 7 kisten voor de wand neemt het totale

debiet sterk af en blijkbaar de weerstand sterk toe. Bij 2 kisten voor de wand (zoals bij het sneldrogen) is het debiet door de hogere weerstand tot bijna 60% van het maximum debiet afgenomen. In die situatie bleek het totale debiet bij de kisten met de golfbodem 21% hoger dan bij gewone kisten. Naar mate er meer kisten voor de wand staan zal dit voordeel minder worden: berekend volgens dezelfde methode als waar de rode lijn in figuur 3 mee berekend is, wordt het voordeel bij 5 kisten diep geschat op 10% meer lucht, op 5% bij 7 kisten diep en op 3% bij 9 kisten diep. Dit betekent een mogelijke energiebesparing van respectievelijk 26%, 16% en 9%.



Figuur 3: Totaal debiet laag 2 vs aantal kisten.

## 4 Conclusies en aanbevelingen

De kist met de golfbodem geeft bij het sneldrogen (2 kisten diep x 4 hoog) gemiddeld 21% meer lucht dan de kisten met een platte bodem. In de minst beluchte laag (laag 3) gaf de kist met de golfbodem 13% meer lucht. Dit betekent dat de kisten met de golfbodem 3 – 5 uur eerder droog zijn (waarmee 13% op elektra bespaard wordt) of dat 13% teruggetoerd zou kunnen worden om daarmee op het zelfde tijdstip de bollen sneldroog te hebben, maar met 34% minder elektraverbruik. Daarnaast betekent sneller kunnen drogen dat de kans op (verspreiding van) ziek en zeer kleiner wordt, zodat de bolkwaliteit hoog blijft.

Bij de circulatie in de bewaarcel is bij een stapeling van 10 kisten diep de spreiding in debiet over de kisten met een golfbodem iets groter, maar van dezelfde orde als bij gewone kisten. Deze spreiding neemt af wanneer er minder kisten voor de wand staan, omdat de weerstand dan toeneemt.

Staan er meer dan 6-7 kisten voor de wand dan neemt het totale debiet per laag nauwelijks toe: de weerstand neemt dan dus nauwelijks af.

De luchtopbrengst bij bewaring in de kisten met de golfbodem is volgens niet-lineaire regressie bij een stapeling van 9 diep slechts 3% hoger dan bij gewone kisten, maar bij 7 diep 5% hoger en bij 5 diep 10%. Dit betekent een energiebesparing bij de circulatie van respectievelijk 9, 16 en 26%.

Met de kist met de golfbodem wordt, afhankelijk van de situatie meer of minder energiebespaard, terwijl de luchtverdeling in de kist vermoedelijk ook beter is. Dit komt ten goede van de kwaliteit.

Of bestaande gewone kisten makkelijk zijn aan te passen door de platte bodem door de golfbodem te vervangen is niet waarschijnlijk. Inpassing van nieuwe kisten met golfbodem op een bedrijf dat gewone kisten al in gebruik heeft, zou bijvoorbeeld kunnen door in de stapeling de kisten met de golfbodem het dichtst bij de wand te zetten, of door de twee type kisten niet in één stapeling door elkaar te gebruiken. Eén-en-ander hangt af van de bedrijfssituatie.

