

## Telen onder isolerende kasdekken

Resultaten van

- De VenLow Energy kas
- De DaglichtKas bij Ter Laak
- De ID kas van de Duijvestijn Tomaten
- De 2SaveEnergy kas

26 maart 2015

Feije de Zwart – Wageningen UR Glastuinbouw

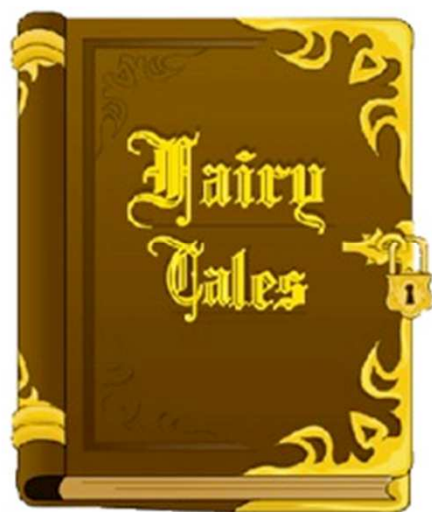


Goede middag,

Als onderzoeker Kasklimaat en energie bij Wageningen UR Glastuinbouw ben ik betrokken bij kasproeven die op kleine schaal in Bleiswijk worden uitgevoerd, maar ook bij de monitoring van energie-innovaties in de praktijk. Voor vandaag ben ik gevraagd in te gaan op de ervaringen rond het telen onder isolerende kasdekken.

Ik zal deze presentatie houden naar aanleiding van de ervaringen in de 4 bovengenoemde kassen.

Er was eens...



Nog niet zo lang geleden waren groentetuinders veel ervan overtuigd dat een groentekas met enkel glas moest zijn gemaakt.

## Er was eens...



Voor isolerende kasdekken werden een aantal argumenten aangevoerd om aan te geven waarom een isolerend kasdek echt niet kon.

Een dubbel glas kasdek nam te veel licht weg, maar wat zwaarwegender was, was de overtuiging dat het klimaat onder een isolerend kasdek niet actief genoeg was. Vooral de vochtbeheersing werd als probleem genoemd.

## Maar vroeger is niet nu

- Door AR-coating is de lichttransmissie verbeterd
- Luchtvochtigheid kun je regelen
- Veel voorbeelden van een goede groei onder isolerend kasdek



De afgelopen jaren is er echter veel veranderd.

De grootste verandering heeft plaatsgevonden in het moderne glas. Anti-reflectie coatings maken dat een hemispherische transmissie van 90% geen uitzondering meer is. Vooral deze ontwikkeling heeft geleid tot de bouw van de hoog-isolerende VenLow Energy kas in 2010 en de start van de proeven daarin.

Van het begin af aan is in deze VenLow Kas ook gewerkt met een goed geregelde ontvochtiging, en daardoor kijken we nu toch anders tegen die vochtbeheersing aan, waarover later meer.

De belangrijkste verandering in de houding ten opzichte van isolatieglas komt echter door de positieve teeltermeningen die vanaf 2010 zijn opgedaan. De verwachte problemen met te warme koppen bijvoorbeeld deden zich niet voor.

Langzaam aan ontstond zo het idee dat niet alleen in de potplantenteelt, maar ook in de groenteteelt een isolerend dek mogelijk is

## 4 recente resultaten



Foto: Mario Bentvelsen



Foto: Mario Bentvelsen



Voor de workshop van vanmiddag loop ik langs de resultaten van 4 recente projecten met isolerende kassen

## VenLowKas



- Gasgevuld
- Low emission coating
- ontvochtiging met warmteterugwinning

		$\tau_p$	$\tau_h$
Isolatieglas	AR-AR-Low- $\epsilon$ -AR	89	80
Standaard	tuindersglas	90	82

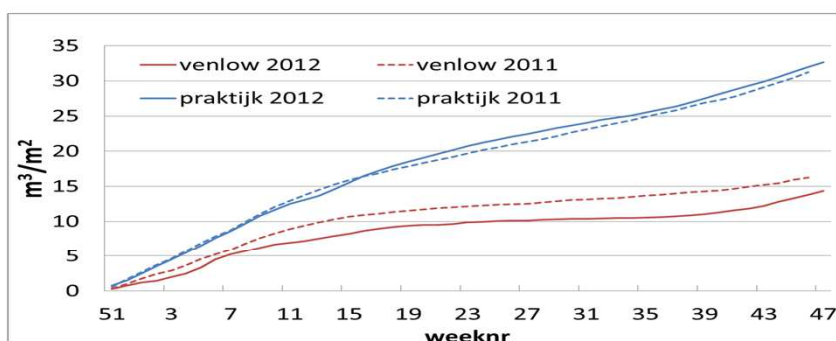


Zoals eerder al verteld is de VenLowKas de eerste kas waar de ontwikkelingen in de glasindustrie zijn doorvertaald naar de tuinbouw. Scheuten Glas, een bedrijf dat goed in de gaten had dat de ontwikkelingen in het glas voor zonnepanelen ook een grote betekenis voor de tuinbouw zou kunnen hebben, speelde een belangrijke rol in dit project.

Het isolatieglas van de VenLowKas is van de hoogste kwaliteit omdat het niet alleen dubbel glas is, maar ook nog glas met een low-emission coating en een argon-gas gevulde spouw.

Het dubbele glas heeft bijna dezelfde lichttransmissie als standaard tuindersglas. Behalve een hoog isolerend kasdek heeft de VenLow kas overigens ook nog een energiebesparend ontvochtigingssysteem waar met een lucht/lucht warmtewisselaar 80% van het voelbaar warmteverlies bij de ontvochtiging wordt teruggewonnen.

## VenLowKas



	2011	2012	2013 (5 nov)
Warmtegebruik [m³/m²] ae.	16.3	14.4	13
Totaal elektriciteitsgebruik [kWh/m²]	2.8	5.9	4.5
Totaal energiegebruik [m³/m²] ae.	17.0	15.9	14.2



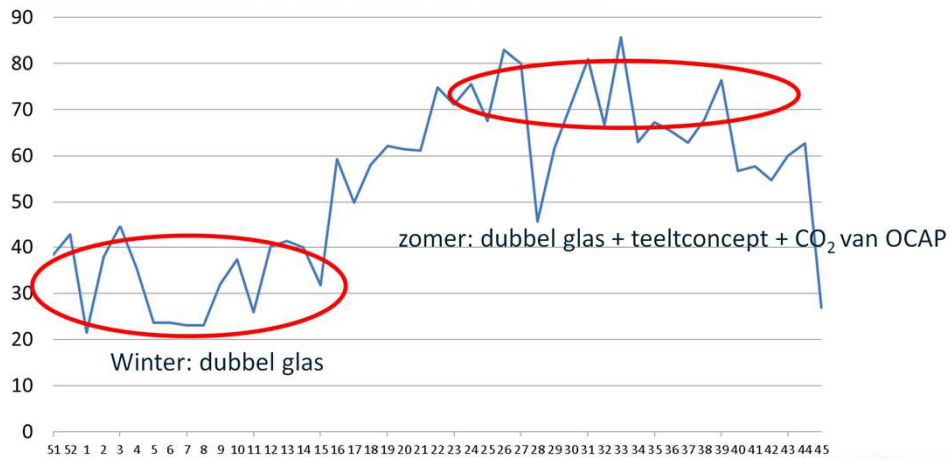
45 tot 55% besparing



Er zijn inmiddels 4 jaar teeltervaringen met deze kas opgedaan en jaar op jaar kwam het warmteverbruik van deze kas op ongeveer de helft ten opzichte van het verbruik van praktijktuinders met een vergelijkbare teelt (onbelichte tomaat, ras *Komeett*). In 2014 bleef het verbruik zelfs onder de 10 m<sup>3</sup> aardgas per m<sup>2</sup> per jaar, maar dat kwam niet alleen door het isolatieglas, maar ook door de teeltstrategie met een hele hoge luchtvochtigheid en daarom is dat resultaat niet in de sheet opgenomen.

## VenLowKas

E-besparing VenLow kas ten opzichte van praktijk [%]



Die 50% besparing kan trouwens ook niet volledig aan het glas worden toegeschreven. Een belangrijk deel komt doordat er in de proefkas geen relatie is tussen warmtevraag en CO<sub>2</sub> dosering. Daar waar praktijk-tuinders in de zomer de warmtevraag van de kas wat opkrikken om de restwarmte van CO<sub>2</sub>- of elektriciteitsproductie kwijt te raken werd er in de VenLowKas alleen gestookt als dat voor de temperatuur nodig was. Het is dus reëler om te stellen dat het isolatieglas van de VenLowEnergy kas ongeveer 35% energiebesparing oplevert.

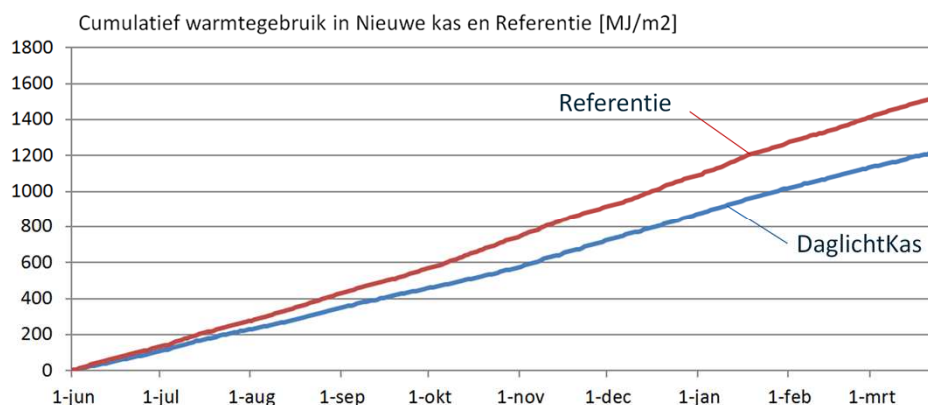


## DaglichtKas bij Ter Laak



De DaglichtKas die vorig jaar bij Ter Laak in gebruik genomen is maakt ook gebruik van isolatieglas. Hier heeft dat glas behalve een isolatie-functie ook een ondersteuningsfunctie. De spouw van het dubbele dek draagt en beschermt dunne fresnel-lenzen die gebruikt worden om overtollig zonlicht naar een zonnecollector af te buigen en daar om te zetten in duurzame energie. In deze presentatie gaat het echter alleen om de energiebesparing door het isolatieglas.

## DaglichtKas bij Ter Laak



300 MJ/m<sup>2</sup> minder verbruik  
t.o.v. 1525 MJ/m<sup>2</sup> in referentie  
= 20% besparing



Als we kijken naar het warmteverbruik wat in het kader van het monitoringsproject voor deze kas bepaald is dan blijkt dat er in 10 maanden tijd bijna 10 m<sup>3</sup> aardgas equivalenten per m<sup>2</sup> bespaard is. Dat is 20% ten opzichte van het totale verbruik van de referentie. De referentie is hier een enkel glas kas met een (bijna) permanent gesloten energiescherm. 's Nachts wordt er in de DaglichtKas een energiescherm gesloten en wordt er in de referentie een tweede scherm gesloten.

De referentie is hier dus niet een gewone enkelglas kas, maar een al wat beter geïsoleerde kas. Dit drukt natuurlijk het energiebesparingsgetal.

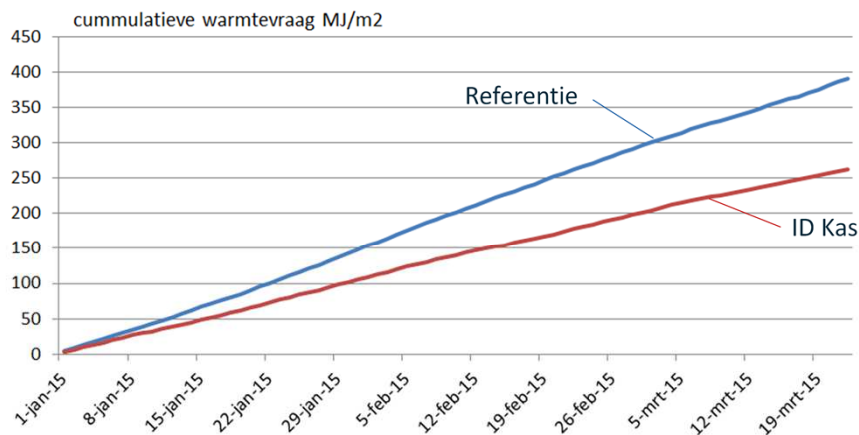
Overigens levert het feit dat in de DaglichtKas overdag geen scherm gebruikt wordt en in de referentiekas wel voor deze isolerende kas een lichtwinst op en geen lichtverlies. Ook heeft de DaglichtKas geen buitenscherm, waar de referentiekas dat wel heeft. De functie van het buitenscherm en het schaduw scherm op het tweede dradenbed in de referentiekas wordt in de DaglichtKas ingevuld door het lenzen- en zonnecollectorsysteem. De DaglichtKas laat in de winter al met al 30 tot 40% meer zonlicht door dan de genoemde referentie.

## ID kas bij Duijvestijn



De ID-kas bij Duijvestijn is een compleet nieuw kasontwerp waar de toepassing van isolatieglas het startpunt van het ontwerpproces vormde. Om snijverliezen van het glas te voorkomen is de glasmaat zoals die uit de fabriek maatgevend geweest voor de dek-afmeting. De ID-kas heeft geen tralieliggers en een geheel met de goot geïntegreerd scherm. De gewasrijen staan haaks op de goot. Ook de schuine zijgevel is opvallend. Deze speelt een belangrijke rol in de sterkte van de kas en geeft tevens ruimte aan luchtbehandelingskasten voor de ontvochtiging en luchtcirculatie.

## ID kas bij Duijvestijn



130 MJ/m<sup>2</sup> minder verbruik  
t.o.v. 390 MJ/m<sup>2</sup> in referentie  
= 33 % besparing



De kas heeft inmiddels een teeltjaar achter de rug en is in december aan de tweede teelt begonnen.

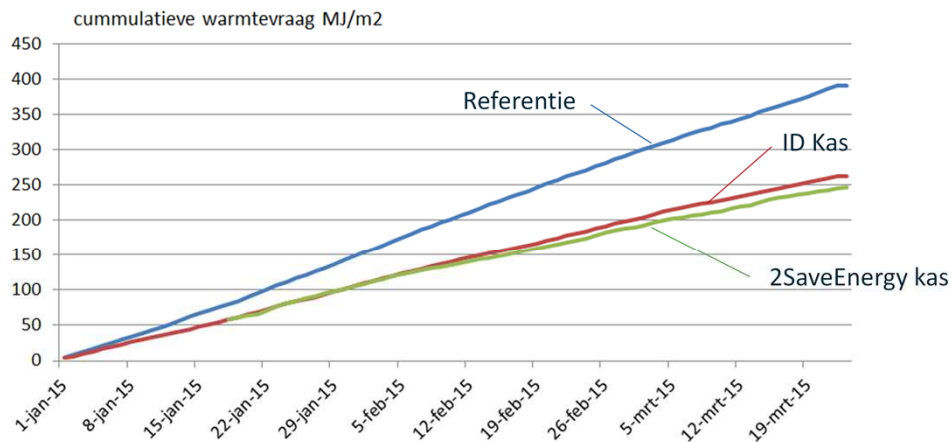
Bovenstaande grafiek toont het warmteverbruik van deze nieuwe kas met het isolerende dek in vergelijking met de referentie-afdeling. De referentie is een enkel glas afdeling van hetzelfde bedrijf met een vergelijkbare teeltstrategie. In de eerste 3 maanden van het jaar bleek de warmtebesparing zo'n 33%

## 2SaveEnergy kas in Bleiswijk



Tenslotte wil ik nog de 2SaveEnergy kas belichten. In dit ontwerp van VDH Foliekassen, Van der Valk Systemen, Boal Systemen en AGC is gezocht naar een goedkope manier om de hoge isolatiegraad die met een meerlaags dek-systeem kan worden bereikt te realiseren. De kas wordt als enkel glas kas gebouwd, en als laatste kan er een hoogwaardig ETFE folie van kopgevel naar kopgevel, tussen de goot en de onderdorpel van het doorlopende luchtraam worden ingetrokken en opgespannen. De folie loopt vlak onder de roeden langs, waardoor een dubbellaags kasdek ontstaat met een spouw van ca. 6 cm. Het spansysteem is volledig geïntegreerd met het kasdek. Verder valt de dubbelzijdige nokluchting op. Die ramen zijn in dubbel glas uitgevoerd.

## 2SaveEnergy kas in Bleiswijk



In de 2SaveEnergy kas staat vanaf 19 januari een onbelichte tomatenteelt. Het gewas en de teeltstrategie is vergelijkbaar met de teelt in de ID-kas.

Als we de warmteverbruiken van deze twee kassen bij elkaar in een grafiek zetten dan zien we dat de 2SaveEnergy kas ongeveer net zoveel warmte gebruikt als de ID kas. Dit is verbazend omdat van echt isolatieglas zoals dat in de ID-kas is toegepast een hogere isolatie mag worden verwacht dan van een folie wat onder tegen de roeden is gespannen en een niet 100% luchtdichte spouw heeft. Het lage warmteverbruik van de 2SaveEnergy kas komt dan ook niet alleen door het isolerende kasdek, maar ook door het speciale scherm. Dit scherm bestaat uit een dubbel scherm op een enkel dradenbed. Beide schermdoeken zijn lichtdoorlatend, dus op koude dagen kan dit dubbele scherm gesloten blijven zonder al te veel lichtverlies.

## Hoog-isolerend glas en sneeuw



Tot nu toe lieten alle dia's mooie resultaten zien met substantiële besparingen. Een punt is echter nog onbelicht gebleven en dat is het feit dat een hoge isolatiegraad het afsmelten van sneeuw bemoeilijkt.

In de kleine proefkas in Bleiswijk is dit probleem te overzien. De kas is sterk genoeg om het gewicht van de sneeuw te dragen en er komt nog altijd licht binnen via de gevels. Op grote kassen kan de lichtonderschepping door de sneeuw wel een probleem vormen en in noordelijker streken speelt ook het gewicht van de sneeuw.

Bij de projecten met isolatieglas die sinds de VenLowEnergy kas zijn gebouwd is dit probleem op verschillende manieren opgelost.

Geen van de nieuwe projecten maakt gebruik van de low-emission coating. Bovenstaande foto laat zien dat zo'n verlaagde isolatiegraad echt helpt. De VenLowEnergy kas heeft één ruit waarin ander glas is gebruikt. Een bijkomend voordeel van het schrappen van de low-emission coating is dat nu ook het 4<sup>e</sup> glasvlak van een AR-coating kan worden voorzien. Hierdoor neemt de transmissie van het kasdek toe.

Bij warme teelten, zoals de opkweek-afdeling van een orchideeën bedrijf is het afsmelten van sneeuw trouwens sowieso geen punt.

## Sneeuw afsmelten gaat beter als:

- Minder hoge isolatiewaarde kiezen
  - Geen low-emission coating
  - (Niet gasgevuld)



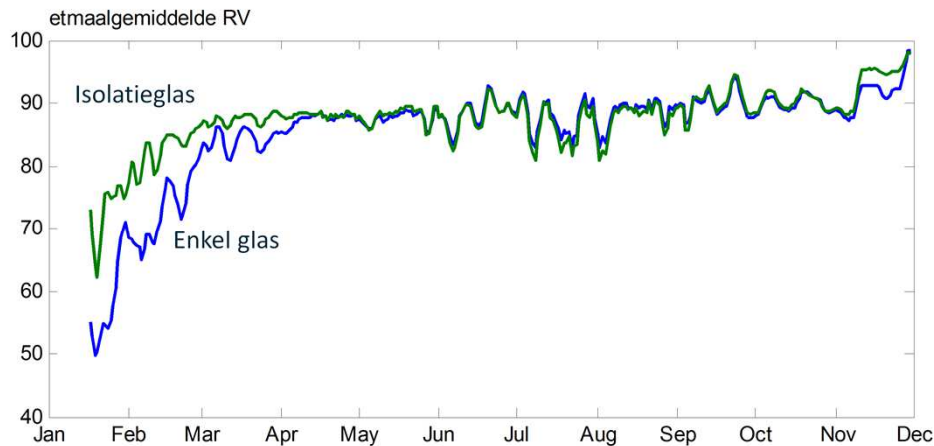
Spouwverwarming



Voor Nederlandse omstandigheden voldoen deze maatregelen, maar voor de internationale markt is er een grotere afsmelt-capaciteit nodig. In de 2SaveEnergy kas wordt daarom geëxperimenteerd met verwarming van de luchtspouw tussen het glas en het folie.



## En de hoge luchtvochtigheid dan?



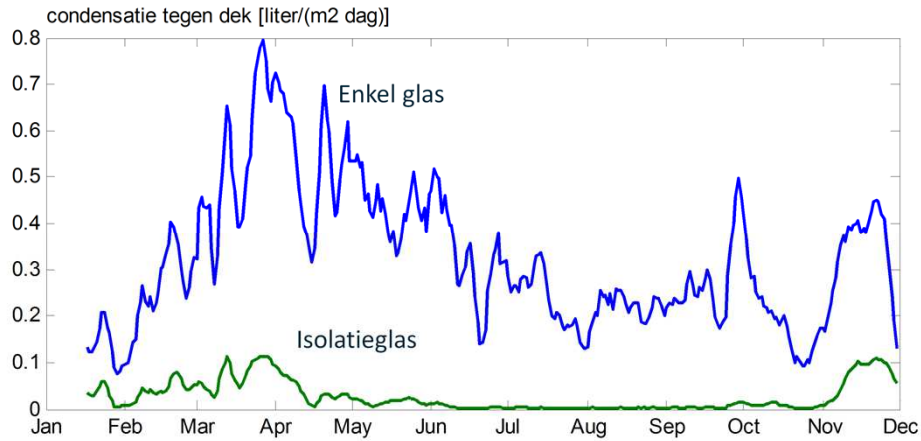
Een ander aspect wat nog niet belicht is is de hogere luchtvochtigheid in een kas met een dubbel kasdek.

Een kas met een isolerend dek neigt naar een hogere luchtvochtigheid, maar eigenlijk is het vooral een kwestie van de wijze waarop je de ontvochtiging inzet. De DaglichtKas bij Ter Laak is bijvoorbeeld vaak juist droger dan de referentiekas.

Een groot verschil in luchtvochtigheid zie je wanneer je een nieuwe teelt begint in de winter. De verdampingscapaciteit van het gewas is dan klein, de luchtvochtigheid buiten is laag en het glas is koud waardoor er veel vocht tegen het glas condenseert.

Bovenstaande grafiek laat de etmaalgemiddelde RV zien die door het simulatiemodel KASPRO wordt berekend. Een model geeft niet precies dezelfde resultaten als de praktijk, maar je kunt met een model wel gemakkelijk één aspect variëren en al het andere gelijk houden. In de deze en de volgende dia's is alle gelijk gehouden (zelfde gewasgroei, zelfdeschermen en schermstrategie, zelfde ontvochtigingscapaciteit etc.). behalve het kasdek.

## Minder condensatie....

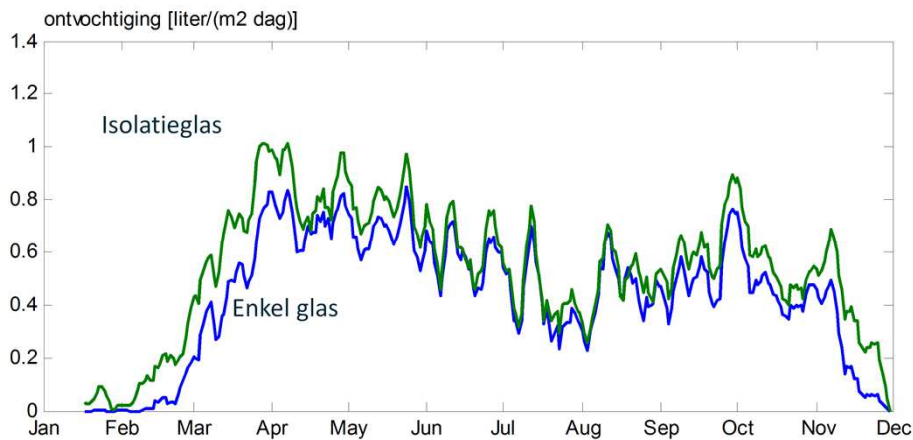


Het simulatiemodel laat heel duidelijk zien dat de hogere temperatuur van het glas in een dubbel glas kasdek (hier is gerekend met het HR++ glas dat in de VenLowEnergy kas ligt) tot een forse vermindering van de condensatie leidt.

In de kas met isolatieglas is de condensatie 10 liter/m<sup>2</sup> per jaar, waar die in de enkel glas kas 120 liter per m<sup>2</sup> per jaar bedraagt.

De fors verlaagde condensatie heft echter niet te betekenen dat het glas droog is. Ook in de VenLowEnergy kas zit er in het voor- en najaar vaak een waas van vocht op het dek, maar de druppels groeien nauwelijks aan en lopen nauwelijks af.

## ...wordt gecompenseerd met meer ontvochtiging

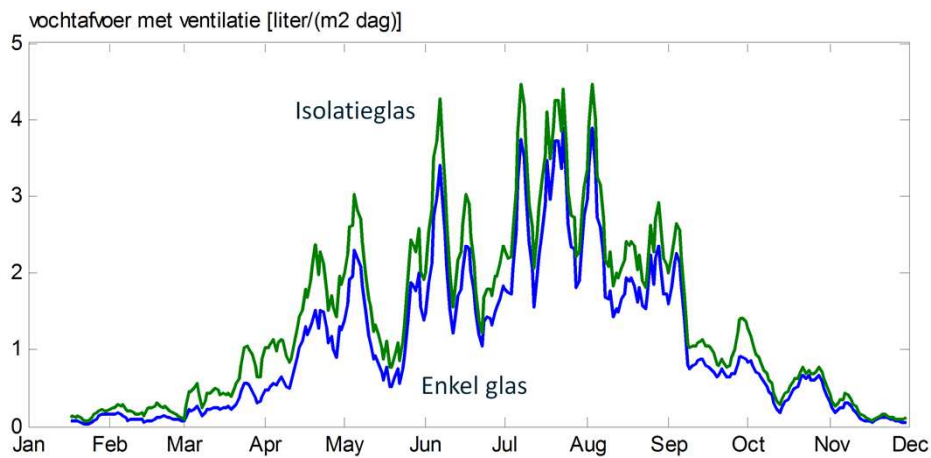


Als het vocht minder door condensatie verdwijnt en de vochtproductie door het gewas ongeveer gelijk blijft, dan moeten er andere vochtafvoer-punten zijn die onder isolatieglas de vocht-afvoer voor hun rekening nemen.

In de eerste plaats is dit de ontvochtiging. Hier is gerekend met een installatie die maximaal 7 m<sup>3</sup> lucht per m<sup>2</sup> per uur buitenlucht de kas in blaast. Deze gaat alleen aan als de RV in de kas boven de ingestelde waarde komt (85% overdag en 88% in de nacht). Het is duidelijk dat de ontvochtigingsinstallatie in een kas met isolatieglas vaker aan moet dan in eenzelfde kas met enkel glas.

In het hier getoonde teeltseizoen wordt in de kas met isolatieglas 170 liter/m<sup>2</sup> per jaar met het ontvochtigingssysteem afgevoerd en in een enkel glas is dat 140 liter per m<sup>2</sup> per jaar.

## ...maar er gaat ook meer mee met ventilatie

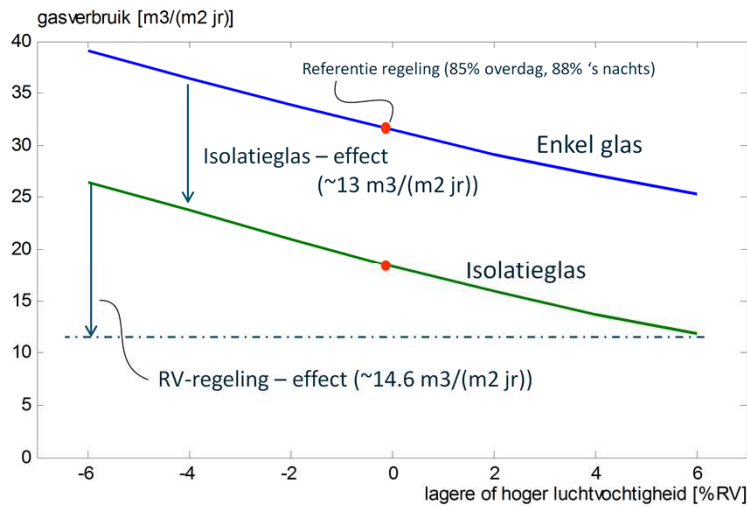


Maar behalve een toename van de actieve ontvochtiging (dat is ontvochtiging die bewust wordt ingezet omdat de kas te vochtig wordt) heeft een dubbel glas kas ook een grotere vocht-afvoer via de ventilatie op temperatuur. Een dubbel glas kas wordt immers sneller warm door de zon en zet dan de ramen open. Omdat die vaker open gaan raakt de kas meer vocht langs die weg kwijt.

Daar waar met de vorige routes van vocht-afvoer ook stook-energie verloren gaat wordt het vocht dat met het openen van de ramen op temperatuur wegstroomt gratis afgevoerd.

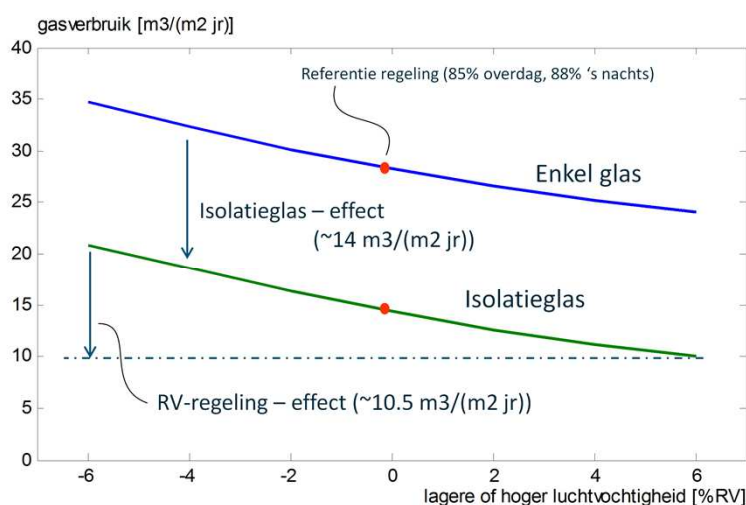
Op jaarbasis is dit 430 liter/m<sup>2</sup> per jaar in een kas met isolatieglas en 350 liter per m<sup>2</sup> per jaar in een enkel glas kas (beide berekend voor een tomatenteelt).

## Verdamping en ontvochtiging kost nou eenmaal energie



Het energieverbruik dat gemoed is met de ontvochtiging en de gewasverdamping heeft vrijwel geen invloed op het effect van isolatieglas. De besparing van het HR++ glas dat in de VenLowEnergy kas gebruikt is bedraagt ongeveer 13  $\text{m}^3$  aardgas equivalenten per  $\text{m}^2$  per jaar, ongeacht of er nou heel droog of heel vochtig geteeld wordt. Hier wordt getoond dat het totale energieverbruik van de kas met zo'n 7  $\text{m}^3$  per  $\text{m}^2$  per jaar toe- of afneemt als het luchtvochtigheidssetpoint voor de klimaatregelaar met respectievelijk 6% wordt verlaagd of verhoogd. In het referentiepunt (rood gemarkeerde stip) wordt de kas overdag op 85% gehouden en 's nachts op 88%. In de meest linker punt van de lijn wordt de kas overdag op 79% gehouden en 's nachts op 82%. In de meest rechterpunt van de lijnen zijn die grenswaarden 91% en 94%.

## Ontvochtiging met warmteterugwinning helpt



Het energieverbruik voor de ontvochtiging kan wel verlaagd worden door een warmteterugwin installatie op de ontvochtigingsunit te plaatsen, zoals in de VenLow Energy kas in Bleiswijk is toegepast. Hier is gerekend met een terugwin-efficiency van 70%, een getal wat in praktijksituaties haalbaar is. De besparing door de warmteterugwinning ligt rond de 4  $\text{m}^3$  a.e. per  $\text{m}^2$  per jaar.

De grafiek laat gelijk ook zien dat door de efficiëntere installatie het droger houden van de kas minder energie kost. Heel droog of heel vochtig telen scheelt hier 10.5  $\text{m}^3$  aardgas equivalenten, waar dat in de vorige dia 14.6  $\text{m}^3$  scheelde.

Het effect van het isolatieglas blijft echter vrijwel onveranderd; 14  $\text{m}^3$  per  $\text{m}^2$  per jaar.

Dank voor uw aandacht

*Het monitoring-project wordt gefinancierd vanuit het programma*

***Kas als Energiebron***

*het innovatie- en actieprogramma van LTO Glaskracht Nederland en het ministerie van Economische Zaken.*



En daarmee ben ik aan het eind van mijn presentatie gekomen.

Ik dank jullie hartelijk voor de aandacht en wil ook graag een woord van dank toevoegen aan het onderzoeksprogramma Kas Als Energiebron, waarmee LTO Glaskracht Nederland en het ministerie van Economische zaken het grootste deel van de kosten van de onderzoeken waarop deze presentatie is gebaseerd dragen.