

## Warmteterugwinning en fossielvrij telen



Feije de Zwart

Wageningen University & Research, business unit Glastuinbouw

Glastuinbouwdag, BlueTerra, 8 maart 2019



## Fossiel vrij - niks nieuws

2008: Van der Hoorn Orchideeën,  
Eerste Kas Zonder Gas



≈250 kWh elektriciteit  
per m<sup>2</sup> per jaar

2018: Kwekerij Baas,  
Volledig gestookt op biomassa



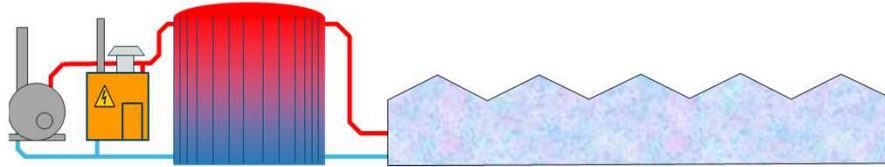
Foto: Kwekerij Baas Ens

**Geen gas meer voor de kas van Kwekerij Baas**

18000 ton biomassa → 700 ton per ha per jaar <sup>2</sup>



## Economische factoren bepalen de huidige situatie



	gas m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Wkk verm kW/ha	Netto stroom kWh/m <sup>2</sup>
Tomaat (onbelicht)	52	400	-135
Tomaat (belicht)	57	500	150
Chrysant	42	400	20

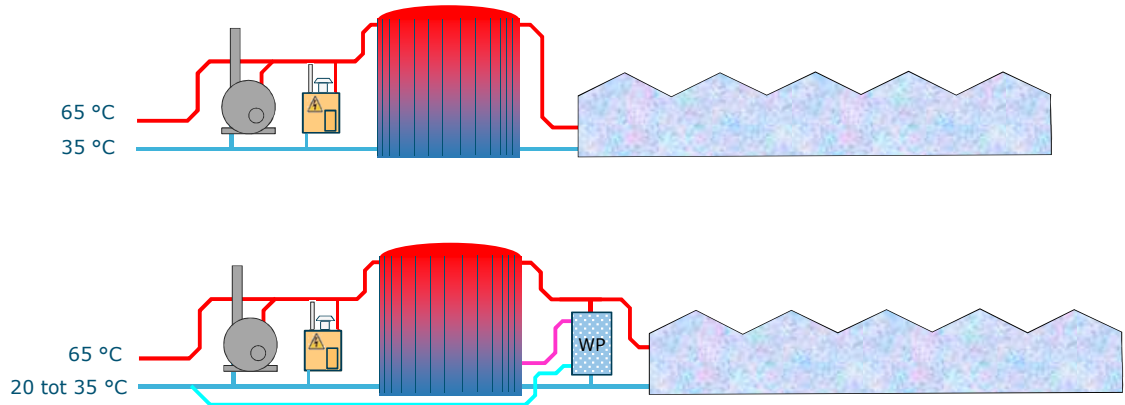
## In komende jaren nieuwe economische realiteit

	Referentie	Transitie		
<b>Gas</b>				
Gasprijs	20	30	€ct/m <sup>3</sup>	
EB+ODE ketel	3,3	15	€ct/m <sup>3</sup>	
EB+ODE wkk	0	7,5	€ct/m <sup>3</sup>	Gas (variabel)
transport GTS	20	30	€/(m <sup>3</sup> h)	Ketelgas: 23 -> 53 ct/m <sup>3</sup> (+30 ct/m <sup>3</sup> )
transport regionaal	25	30	€/(m <sup>3</sup> h)	WKK gas: 20 -> 46 ct/m <sup>3</sup> (+26 ct/m <sup>3</sup> )
CO <sub>2</sub> heffing overheid	0	45	€/ton	
<b>Stroom</b>				
elektra baseload	45	50	€/MWh	
EB+ODE inkoop elektra	19	40	€/MWh	Stroom (variabel)
Transport	10	15	€/MWh	74 -> 105 €/MWh
jaarpiek elektra	12	18	€/kW	
maandpiek elektra	1,50	2,25	€/kW	

Gasprijs stijgt harder dan stroomprijs → WKK verliest terrein

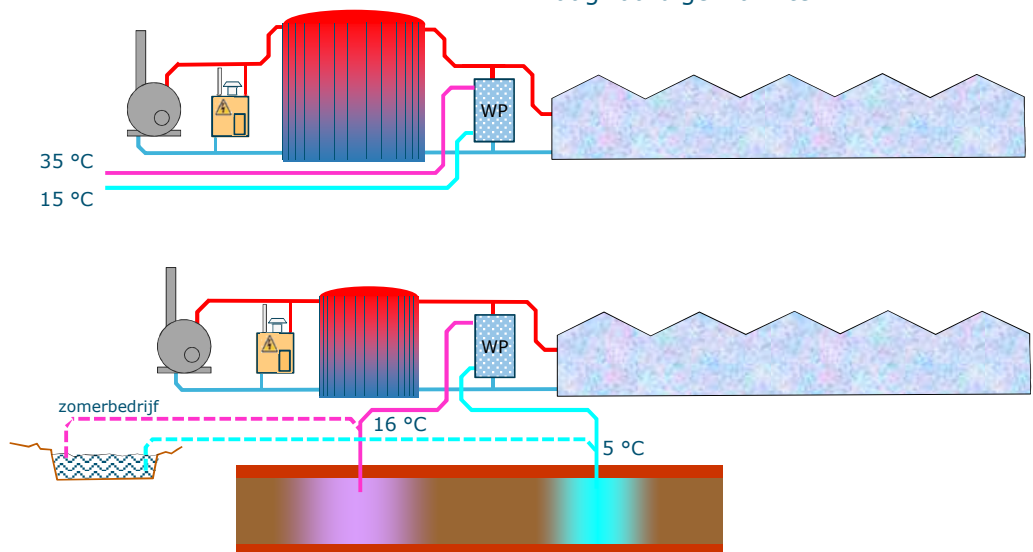
## Alternatieve verwarmingssystemen (1)

Hoogwaardige warmte-infrastructuur  
(geothermie, industriële restwarmte)



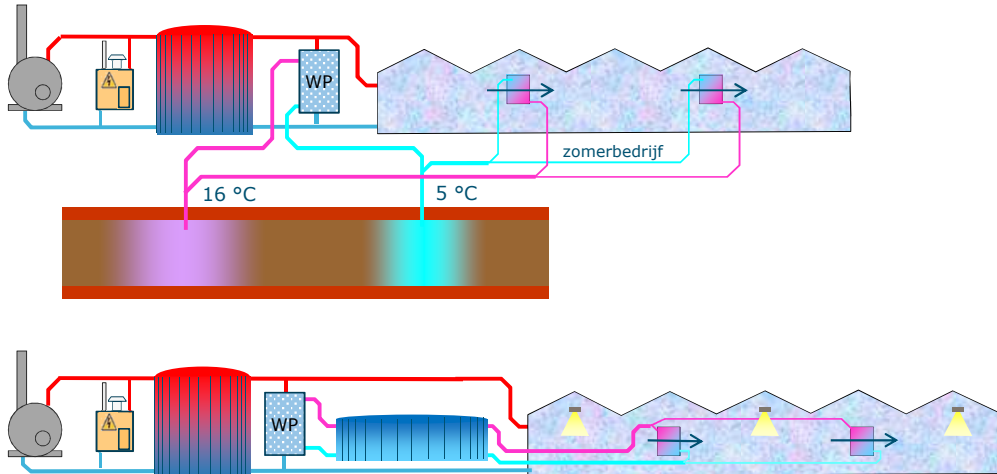
## Alternatieve verwarmingssystemen (2)

Laagwaardige warmte



# Alternatieve verwarmingssystemen (3)

Eigen (laagwaardige) warmte



# Waar liggen de grootste kansen

Transitie (tot 2030)

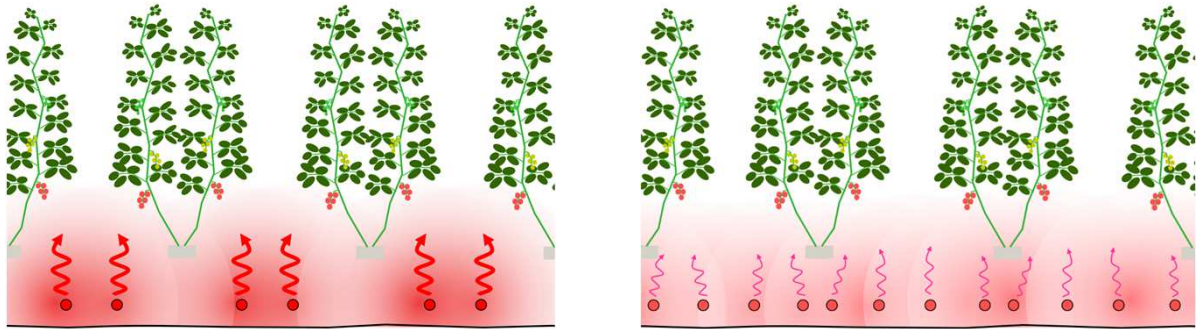
Duurzaam (2040)

Referentie kas	Tomaat				Chrysan				Potplant						
	onbelicht		belicht		t		t		onbelicht		belicht		t		
	E-kosten	T	E-kosten	T	E-kosten	T	E-kosten	T	E-kosten	Du	Du	E-kosten	Du	E-kosten	Du
	€/m²		€/m²		€/m²		€/m²		€/m²	€/m²	€/m²	€/m²	€/m²	€/m²	€/m²
Opties															
WKK	24.98		51.77		30.51		18.49		25.36	54.64		52.44		22.11	
Aardwarmte en WKK	15.08				28.20		11.49		20.40	52.64		30.77		17.86	
Aardwarmte + WP en WKK	14.68		45.98		28.20		10.44		18.37	51.49		28.23		15.12	
HT warmte en WKK	15.00		47.24		28.66		11.23		18.37	50.10		28.23		13.76	
LT warmte + WP en WKK	17.96		47.94		29.33		13.53		21.74	52.71		30.08		16.07	
Oppervl. Wat. + WP/KWO en WKK	15.66		45.63		27.72		11.18		15.43	48.47		26.50		10.21	
Kaswarmte + WP en WKK	20.75		48.14		n.v.t.		17.81		22.95	50.85		26.50		18.40	
Kaswarmte + WP/KWO en WKK	18.04		48.57		30.26		15.21		17.97	51.26		29.28		15.71	
<b>E-zuinige kas</b>															
Opties															
WKK	15.92		45.93		28.01		14.84		19.05	46.12		29.79		17.35	
Aardwarmte en WKK	13.64		45.34		27.20		11.19		18.47	n.v.t.		29.28		15.78	
Aardwarmte + WP en WKK	12.74		44.95		27.47		9.99		17.57	45.67		28.44		13.93	
HT warmte en WKK	12.36		44.61		27.24		10.23		16.12	45.00		27.54		12.71	
LT warmte + WP en WKK	14.53		45.21		28.01		12.06		18.12	n.v.t.		28.69		14.49	
Oppervl. Wat. + WP/KWO en WKK	13.02		44.09		27.35		10.49		13.65	43.46		28.05		10.09	
Kaswarmte + WP en WKK	n.v.t.		n.v.t.		n.v.t.		14.82		n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.		15.66	
Kaswarmte + WP/KWO en WKK	15.16		n.v.t.		n.v.t.		13.08		15.52	n.v.t.		28.46		12.40	



## Wat is er anders in een fossiel-vrije kas

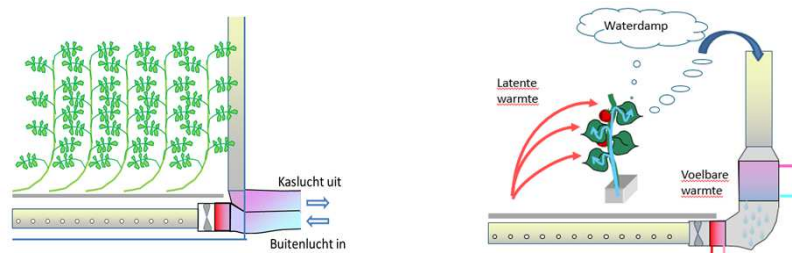
- Groter Verwarmend Oppervlak (meer buizen)



- Helpt bij Geothermie, verwarming met warmtepompen en voor vergroting van bufercapaciteit

## Wat is er anders in een fossiel-vrije kas (2)

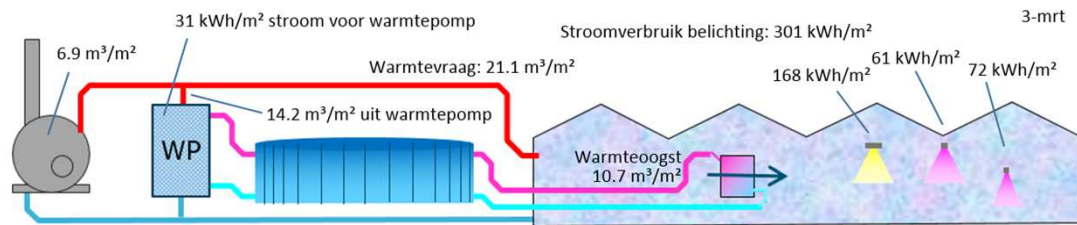
- Kas heeft een hogere isolatiegraad
- Ontvochtiging met warmte-terugwinning



- LED belichting
- CO<sub>2</sub> komt van een externe bron



## (Latente) warmteoverschotten als Energiebron



Delphy

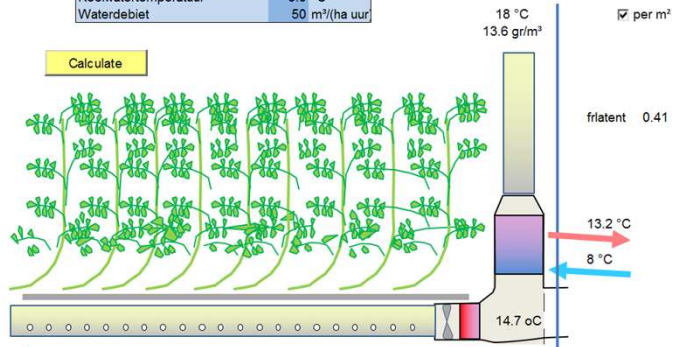


## Luchtbehandelingskasten langs gevels

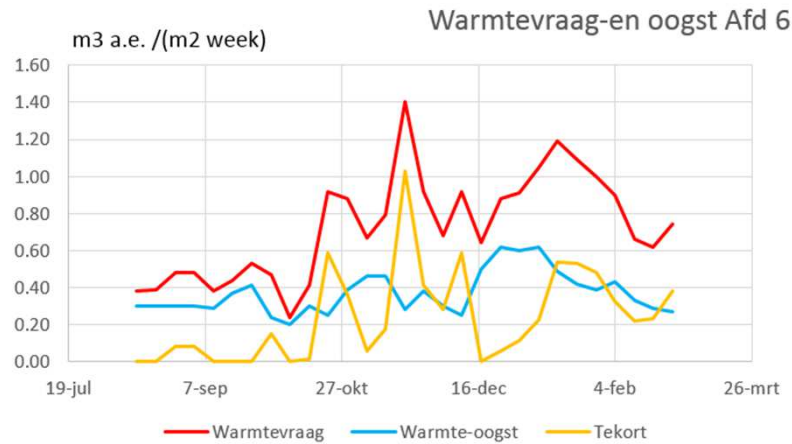


### Luchtbehandelingsinstallatie van Next Generation Semigesloten Kas

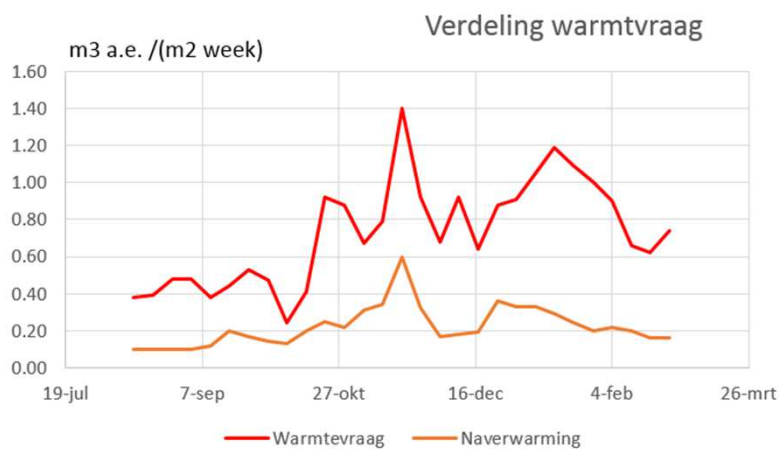
Ontvochtigen met buitenlucht	<input type="checkbox"/> 0 (0 of 1)	kasbreedte per slurf	3.2 m
buitentemperatuur	10 °C	padlengte	95 m
Luchtvochtigheid buiten	95 %RV	luchtdebiet per slang	4560 m³/hr
Kasluchttemperatuur	18 °C	benodigde slangdiameter	
Luchtvochtigheid $\phi$ RV $\phi$ x	88 %	bij 8 m/s ->	0.45 m
Gewenste inblaastemp	18 °C	Ontvochtiging	20.3 gr/(m² uur)
luchtdebiet	15 m³/(m² u)	Naverwarming	17.9 W/m²
Koelwatertemperatuur	8.0 °C	Koelvermogen	30.3 W/m²
Waterdebiet	50 m³/(ha uur)		



## Warmteoogst is een substantieel deel



## Warmtevraag gaat niet echt naar beneden



# Toch een deel van de ontvochtiging naar boven?



**Eén systeem voor ontvochtigen, koelen én verwarmen**

**Het Nieuw Telen in de rozen**

Om in de rozen het meest optimale teeltklimaat te creëren, ontwikkelen wij voor Van der Driess Rosin Kwekerij een uniek installatieconcept. Voor deze rozenkwekerij van 40.000 m<sup>2</sup> namen we de uitdaging aan om met één systeem zowel te ontvochtigen, te koelen als ook te verwarmen. Hiervoor plaatsen we in de kassen een zelf ontworpen luchtbehandelingskast die onder alle weersomstandigheden met minimaal energieverbruik het op dat moment gewenste teeltklimaat realiseert. Een teel bespaart zo niet alleen veel energie, maar creëert aantoonbaar betere teeltomstandigheden die tot de hoogst mogelijke rozenproductie leiden met de hoogst mogelijke kwaliteit.

De techniek  
In de kassen van de kas zijn in elke tralie van 8 meter luchtbehandelingskasten aangebracht. Deze luchtbehandelingskasten zijn voorzien van geluiddichte ventilatoren en toerenergeerige EC-motoren. Daarnaast zitten er ook luchtfilters in, die de volle flow binnenlucht + buitenlucht filteren. Tevens zijn de luchtbehandelingskasten voorbereid voor UV-ontsmetting van de lucht.

**TECHNOKAS**  
— smart greenhouse —  
www.technokas.nl

# Waar liggen de grootste kansen

## Transitie (tot 2030)

## Duurzaam (2040)

Referentie kas	Tomaat				Chryasant				Potplant			
	onbelicht		belicht		onbelicht		belicht		onbelicht		belicht	
	T	T	Tr	Tr	Du	Du	Du	Du	Du	Du	Du	Du
	E-kosten	E-kosten	E-kosten	E-kosten	E-kosten	E-kosten	E-kosten	E-kosten	E-kosten	E-kosten	E-kosten	E-kosten
	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>
Opties												
WKK	21.98	51.77	30.51	18.49	25.36	54.64	32.44	22.11	25.36	54.64	32.44	22.11
Aardwarmte en WKK	15.08	45.98	28.20	11.49	20.40	52.64	30.77	17.86	20.40	52.64	30.77	17.86
Aardwarmte + WP en WKK	14.68	45.98	28.20	10.44	20.40	51.49	29.27	15.12	20.40	51.49	29.27	15.12
HT warmte en WKK	15.00	47.24	28.66	11.23	18.37	50.10	28.23	13.76	18.37	50.10	28.23	13.76
LT warmte + WP en WKK	17.96	47.94	29.33	13.53	21.74	52.71	30.08	16.07	21.74	52.71	30.08	16.07
Oppervl. Wat. + WP/KWO en WKK	15.66	45.63	27.72	11.18	15.43	48.47	26.50	10.21	15.43	48.47	26.50	10.21
Kaswarmte + WP en WKK	20.75	48.14	n.v.t.	17.81	22.95	50.85	29.63	18.40	22.95	50.85	29.63	18.40
Kaswarmte + WP/KWO en WKK	18.04	48.57	30.26	15.21	17.97	51.26	29.28	15.11	17.97	51.26	29.28	15.11
<b>E-zuinige kas</b>												
Opties												
WKK	15.92	45.93	28.01	14.84	19.05	46.12	29.79	17.35	19.05	46.12	29.79	17.35
Aardwarmte en WKK	13.64	45.34	27.20	11.19	18.47	n.v.t.	29.28	15.78	18.47	n.v.t.	29.28	15.78
Aardwarmte + WP en WKK	12.74	44.95	27.47	9.99	17.57	45.67	28.44	13.93	17.57	45.67	28.44	13.93
HT warmte en WKK	12.36	44.61	27.24	10.23	16.12	45.00	27.54	12.71	16.12	45.00	27.54	12.71
LT warmte + WP en WKK	14.53	45.21	28.01	12.06	18.12	n.v.t.	28.69	14.49	18.12	n.v.t.	28.69	14.49
Oppervl. Wat. + WP/KWO en WKK	13.02	44.09	27.35	10.49	13.65	43.46	28.05	10.09	13.65	43.46	28.05	10.09
Kaswarmte + WP en WKK	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	14.82	n.v.t.	n.v.t.	15.66	15.66	n.v.t.	n.v.t.	15.66	15.66
Kaswarmte + WP/KWO en WKK	15.16	n.v.t.	n.v.t.	13.08	15.52	n.v.t.	28.46	12.40	15.52	n.v.t.	28.46	12.40



Hartelijk dank voor uw aandacht

Dank aan de financiers



[Feije.deZwart@wur.nl](mailto:Feije.deZwart@wur.nl)

