

Ontvochtiging en latente warmteterugwinning

Dr Ir Jouke Campen
Ir Marcel Raaphorst

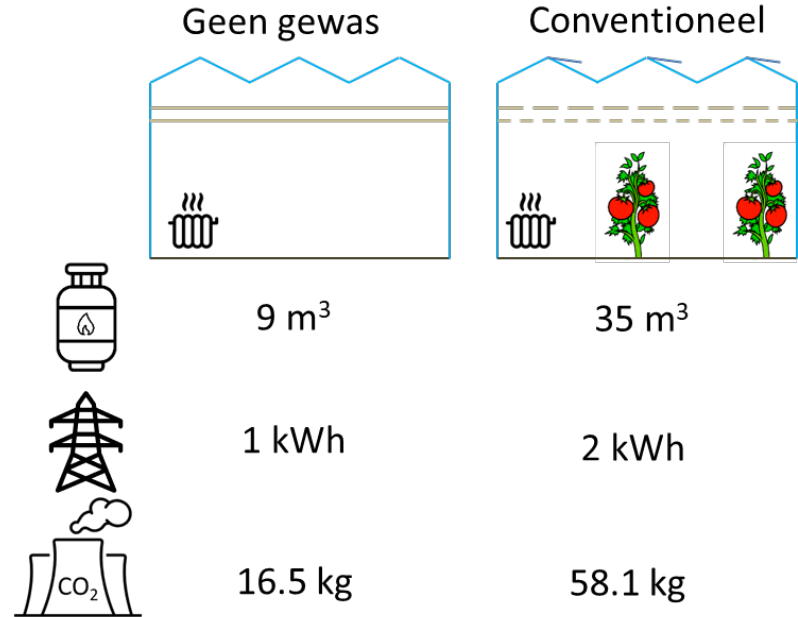


Waarom ontvochtigen?

- Door het intensiveren van de mate van isolatie in de kas loopt het vochniveau in de kas op
- Te hoge vochniveaus kunnen schade toebrengen aan het gewas
 - aanvoer van nutriënten
 - verdeling van nutriënten
 - voorkomen van guttatie
 - voorkomen van schimmelziekten
 - bij siergewassen: na-oogst kwaliteit
- Let op: Verdamping \neq Groei

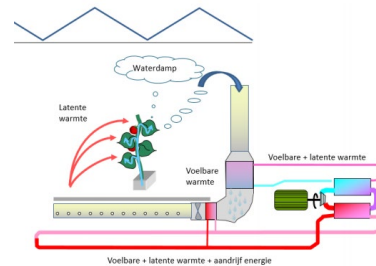
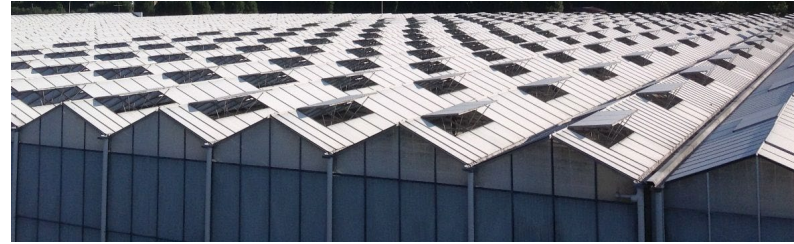
Energieverbruik tgv ontvochtiging

- De vochtafvoer zorgt ervoor dat de warmtevraag met een factor 4 omhoog gaat



Manieren van ontvochtigen

- Ventileren
- Kieren
- Geforceerde ventilatie
- Mechanische ontvochtiging
- Hygroscopisch ontvochtiging





Geforceerde ventilatie

- Buitenlucht bevat altijd minder vocht als kaslucht
- Gecontroleerd vochtafvoeren
- Mogelijk met warmteterugwinning
- $10 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{u}$
- Ramen of scherm hoeven eigenlijk niet open



Mechanische vochtafvoer

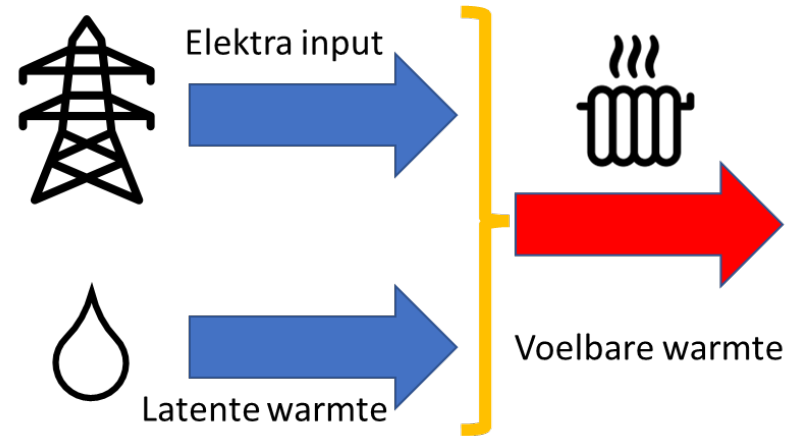
- 10 m³/m²/u
- 10 m³/m²/u 80 % wtw
- Besparing zonder wtw 9%
- Met wtw, 18%

Bronnen

	referentie	geforceerde vent	geforceerde vent met wtw	
Brandstoffen				
Aardgas	34.6	31.4	28.4	m ³ /m ²
LPG	0.0	0.0	0.0	kg/m ²
Diesel	0.0	0.0	0.0	l/m ²
Stookolie	0.0	0.0	0.0	l/m ²
Biomassa	0.0	0.0	0.0	kg/m ²
Elektriciteit				
Verbruik	0.0	4.3	6.7	kWh/m ²
Productie	0.0	0.0	0.0	kWh/m ²
Inkoop	0.0	4.3	6.7	kWh/m ²
Verkoop	0.0	0.0	0.0	kWh/m ²
Netto verbruik	0.0	4.3	6.7	kWh/m ²
Water				
Netto verbruik	795	778	701	l/m ²
CO₂				
Zuiver	0.0	0.0	0.0	kg/m ²

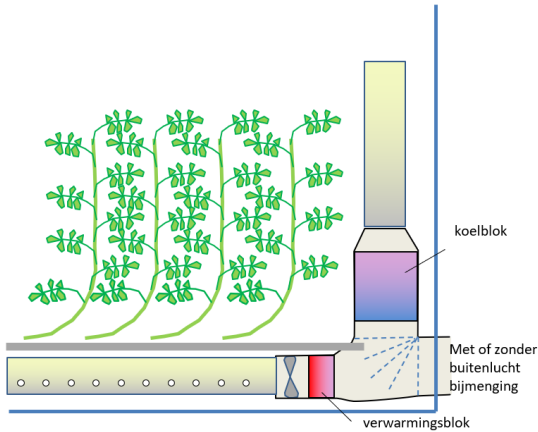
Ontvochtiging middels een warmtepomp

- Alle latente warmte wordt omgezet in voelbare warmte
- De voelbare warmte kan weer worden gebruikt voor de verdamping van het gewas
- Het Elektra verbruik is extra warmte

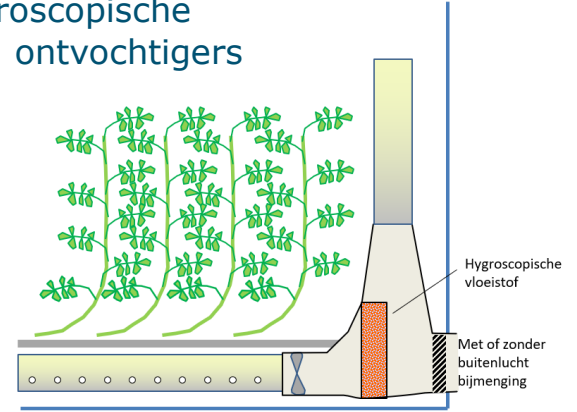


Mechanische ontvochtiging

condensatie ontvochtigers

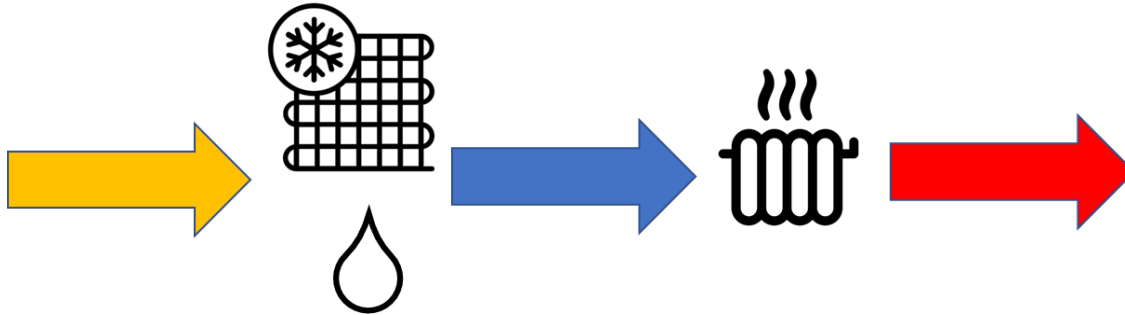


hygroscopische ontvochtigers



DryGair

- Speciaal voor ontvochtiging
- Warmte wordt direct weer teruggevoerd aan de kaslucht
- Lokale luchtbehandeling



Praktijk voorbeeld van de besparing

- 2020-2021 Geen DryGair
- Stroomverbruik met 43000 kWh gestegen
- Gasverbruik met 33000 m³ gedaald
- Beter klimaat, minder uitval

Elektra	2020-2021	2021-2022	verschil	Proc.	2022-2023	verschil	Proc.
Jan	4.254	16.698	12.444	293	17440		
Feb	4.185	14.821	10.636	254	13580		
Mrt	4.289	14.078	9.789	228	15667		
Apr	3.351	12.447	9.096	271	14201		
Tot	16.079	58.044	41.965	261	62912	46.833	291

Gas m ³	2020-2021	2021-2022	verschil	Proc.	2022-2023	verschil	Proc.
Jan	17.834	10.344	-7.490	-42	9713		
Feb	17.309	10.195	-7.114	-41	7354		
Mrt	16.345	5.340	-11.005	-67	6320		
Apr	8.614	2.403	-6.211	-72	1994		
Tot	60.102	28.283	-31.820	-53	25380	34722	-58

Voorbeeld: Tulpen broei



Mechanische vochtafvoer

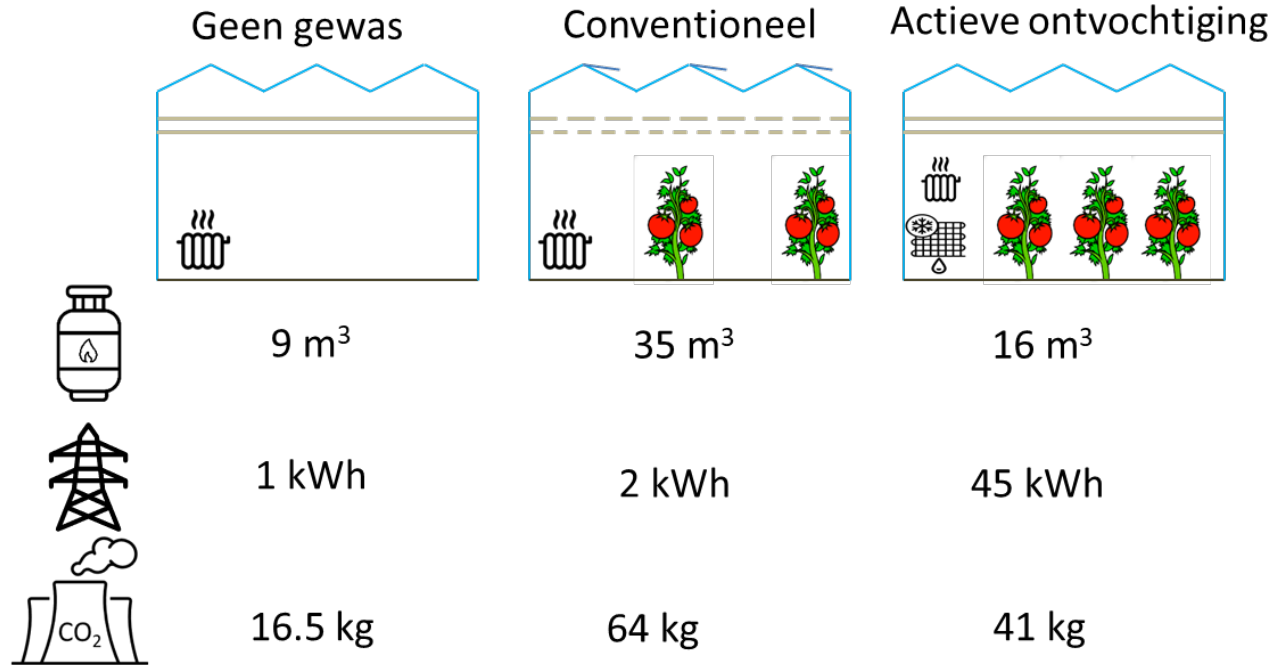
- Luchtverplaatsing 15 m³/m²/u
- Besparing gas 55%
- Wel 44 kWh/m² elektra nodig

Algemeen	referentie		geforceerde vent		Mechanische vochtafvoer
	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	
Oogst-eenheid					
Gewasproductie	61.3	60.4	60.0	57.6	eenheden/m ²
Energieverbruik	1094	1008	923	670	MJ/m ²
Energie-efficiëntie	56.1	59.9	65.0	86.0	eenheden/GJ
Licht-efficiëntie	11.7	11.5	11.4	11.0	eenheden/mol
Duurzaamheid					
CO2 emissie	61.5	55.8	50.6	28.6	kg/m ²

Bronnen

Brandstoffen	referentie		geforceerde vent		Mechanische vochtafvoer
Aardgas	34.6	31.4	28.4	16.1	m ³ /m ²
LPG	0.0	0.0	0.0	0.0	kg/m ²
Diesel	0.0	0.0	0.0	0.0	l/m ²
Stookolie	0.0	0.0	0.0	0.0	l/m ²
Biomassa	0.0	0.0	0.0	0.0	kg/m ²
Elektriciteit					
Verbruik	0.0	4.3	6.7	44.7	kWh/m ²
Productie	0.0	0.0	0.0	0.0	kWh/m ²
Inkoop	0.0	4.3	6.7	44.7	kWh/m ²
Verkoop	0.0	0.0	0.0	0.0	kWh/m ²
Netto verbruik	0.0	4.3	6.7	44.7	kWh/m ²
Water					
Netto verbruik	795	778	701	676	l/m ²
CO₂					
Zuiver	0.0	0.0	0.0	0.0	kg/m ²

Situatie bij tomaat



CO₂ productie bij elektra productie: 0,27 kg/kWh, 2022 volgens CBS

Belichte teelt, tomaat

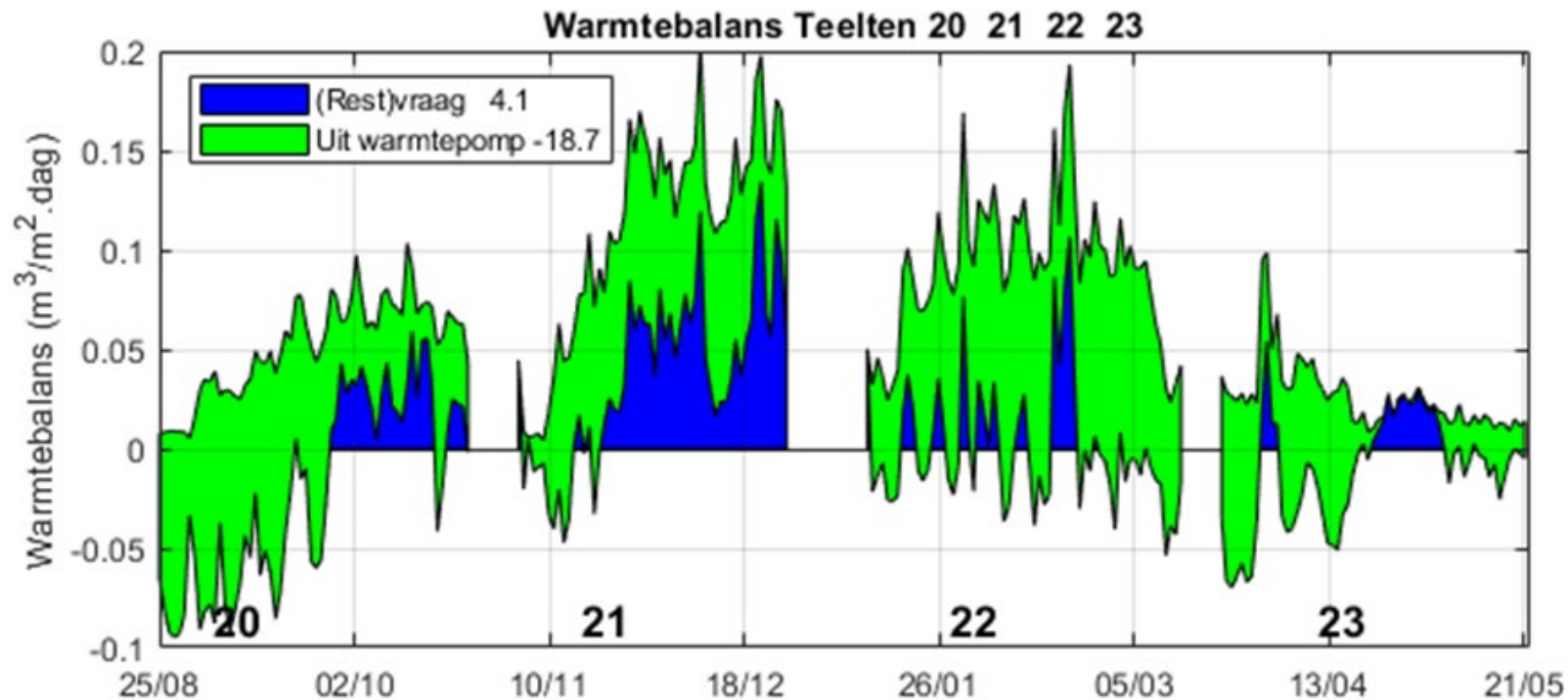
Bronnen

	referentie LED	geforc. vent LED	geforc wtw LED	Mech LED	
Brandstoffen					
Aardgas	31.3	28.1	23.5	7.0	m ³ /m ²
LPG	0.0	0.0	0.0	0.0	kg/m ²
Diesel	0.0	0.0	0.0	0.0	l/m ²
Stookolie	0.0	0.0	0.0	0.0	l/m ²
Biomassa	0.0	0.0	0.0	0.0	kg/m ²
Elektriciteit					
Verbruik	130.5	135.6	138.1	188.1	kWh/m ²
Productie	0.0	0.0	0.0	0.0	kWh/m ²
Inkoop	130.5	135.6	138.1	188.1	kWh/m ²
Verkoop	0.0	0.0	0.0	0.0	kWh/m ²
Netto verbruik	130.5	135.6	138.1	188.1	kWh/m ²
Water					
Netto verbruik	873	860	765	722	l/m ²
CO₂					
Zuiver	0.0	0.0	0.0	0.0	kg/m ²

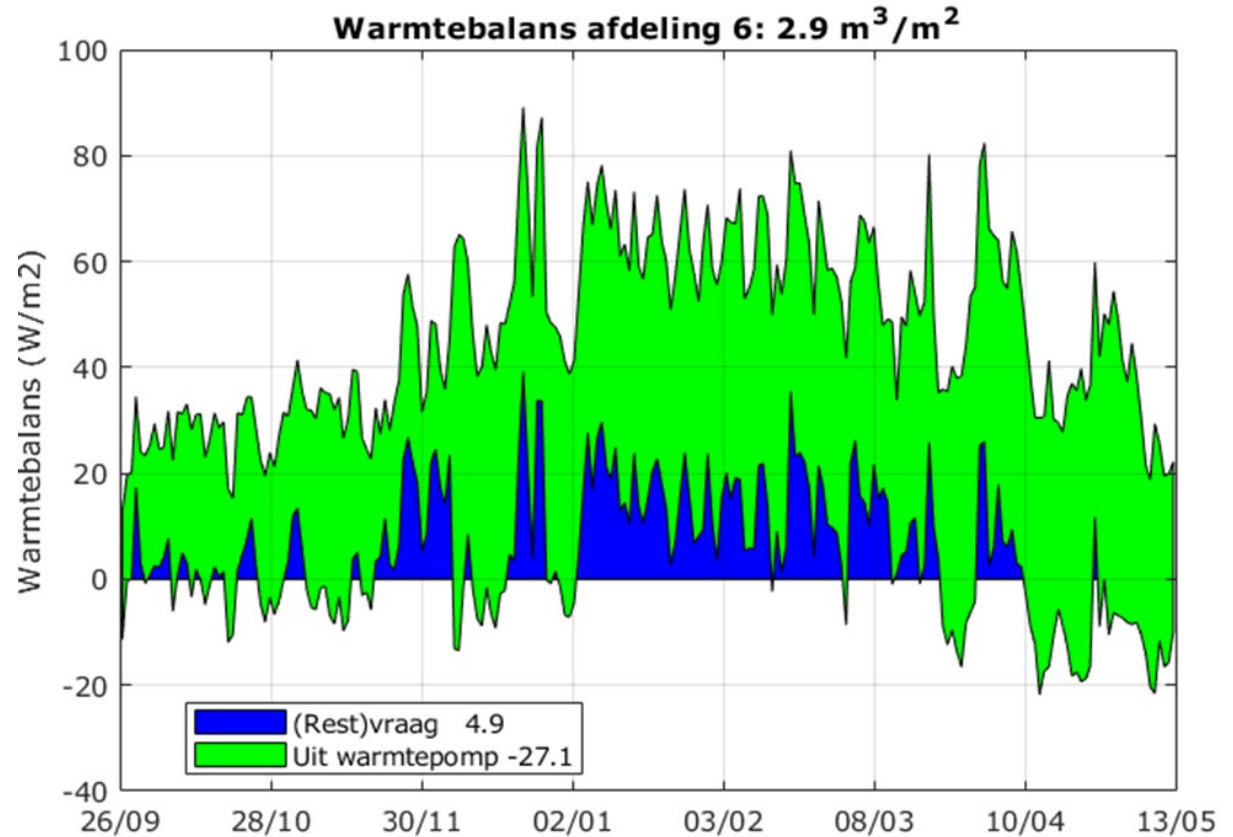
Prestaties

	referentie LED	geforc. vent LED	geforc wtw LED	Mech LED	
Algemeen					
Oogst-eenheid	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	
Gewasproductie	83.2	82.6	81.5	71.9	eenheden/m ²
Energieverbruik	1459	1379	1241	898	MJ/m ²
Energie-efficiëntie	57.0	59.9	65.7	80.1	eenheden/GJ
Licht-efficiëntie	12.4	12.3	12.2	10.7	eenheden/mol
Duurzaamheid					
CO ₂ emissie	55.7	50.1	41.8	12.4	kg/m ²

Voorbeeld chryasant



Tomaat met LED



Aandachtspunten

- Productie en gewaskwaliteit
 - Vocht beter te beheersen dan met scherm en raamkieren
 - Lichtverlies
 - Bij warmte-oogst: CO₂ blijft in de kas.
- Horizontale verdeling
- Verticale verdeling
 - Waar wil je de verdamping stimuleren?
 - Waar is extra verdamping overbodig?

Investeringsen

Gasprijs: € 0.30 € 0.45 € 0.60

Elektriciteitsprijs: € 0.15 € 0.13 € 0.10

	Investering	Elektriciteitsgebruik	Besparing gas	Terugverdiëntijd		
	(€/m²)	(kWh/m²)	(m³/m²)	(jaar)		
Schermventilator	3.5	3	2	23	7	4
Buitenlucht met slurven	8	5	3	53	11	6
Ontvochtiger	13.5	16	12	11	4	2
Slurven + regain	11	9	5	73	10	5
Met warmteopslag	16	45	20	-21	5	2
Met aquifer	38	72	30	-21	9	4

Conclusies

- Verdamping is de grootste warmtevrager
- Er zijn meerdere wegen om verdampingswarmte terug te winnen
- Keuze en capaciteit worden bepaald door gewastype en belichtingsintensiteit
- Voor volledig fossielvrij zijn zware investeringen nodig

Dank voor de aandacht

