Terugwinning latente warmte bij ontvochtiging

Energiek Event, 7-6-2023

Marcel Raaphorst en Feije de Zwart

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kas als Energiebron

Waarom ontvochtigen?

- Door het intensiveren van de mate van isolatie in de kas loopt het vochtniveau in de kas op
- Te hoge vochtniveaus 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 ≠ Groei

Blauwverkleuring Anthurium

Vochtblaadjes Alstroemeria

Gatenziekte Bromelia

Disfunctionele huidmondjes roos

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

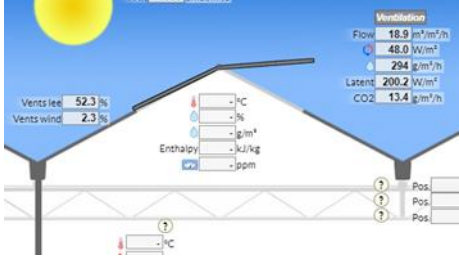
Kas als Energiebron

Glazigheid sla

6 niveaus van vochtbeheersing

1. Minimum buis en afluchten op temperatuur
2. Luchten/schermkieren en stoken
3. Actief inblazen droge lucht en stoken
4. Ontvochtigen met directe warmteterugwinning
5. Ontvochtigen met dagopslag warmteoogst
6. Ontvochtigen met seizoensopslag warmteoogst

1. Minimum buis en afluchten



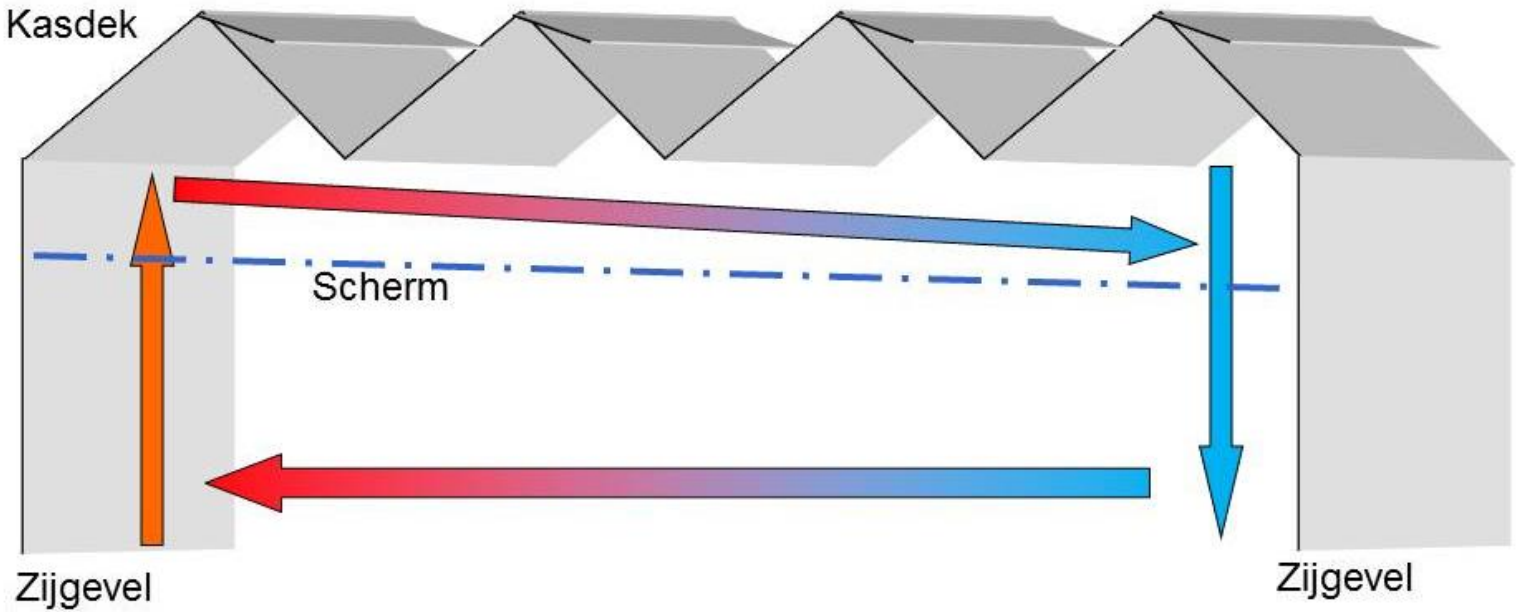
De meest prehistorische methode.....

- Voordelen:
  - eenvoudig
  - geen RV meting nodig
  - koeling WKK bij netlevering
- Nadelen
  - hoog energieverbruik
  - onnauwkeurig
  - CO_2-verlies

2. Kierregeling

- Voordelen
  - Energiezuiniger
  - Nauwkeuriger vochtregeling
- Nadelen
  - Afhankelijk van windsnelheid en AV verschil
  - Kouval
  - Horizontale temperatuur-verschillen

Schoorsteeneffect bij schermkieren



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

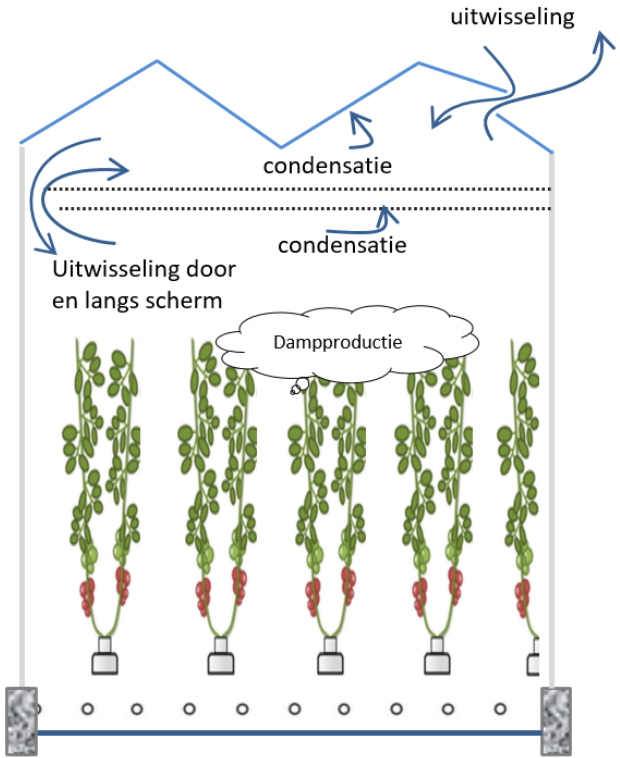
Kas als Energiebron

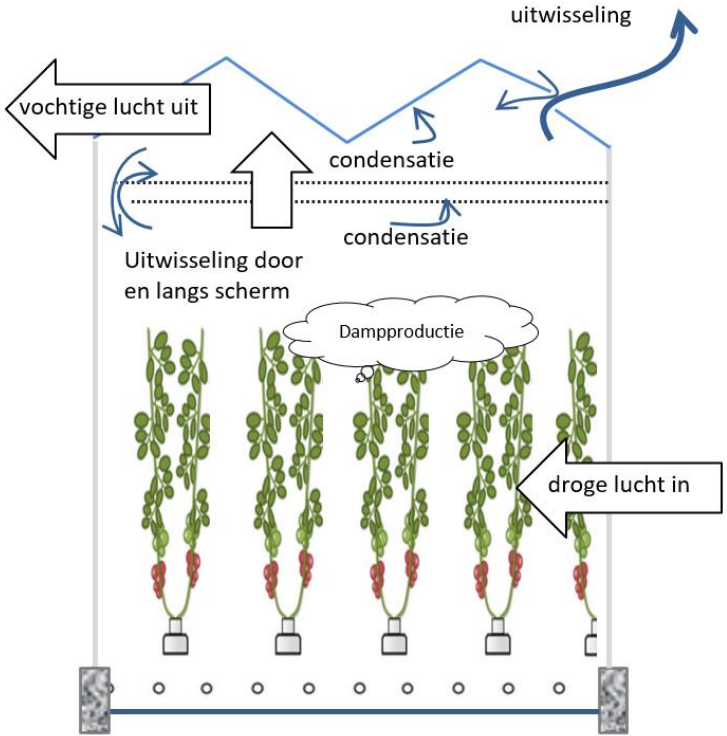
3. Actief inblazen droge lucht

Slurf vanaf LBK in gevel

Schermventilatoren

Inblazen buitenlucht: E-zuiniger dan uitwisselen

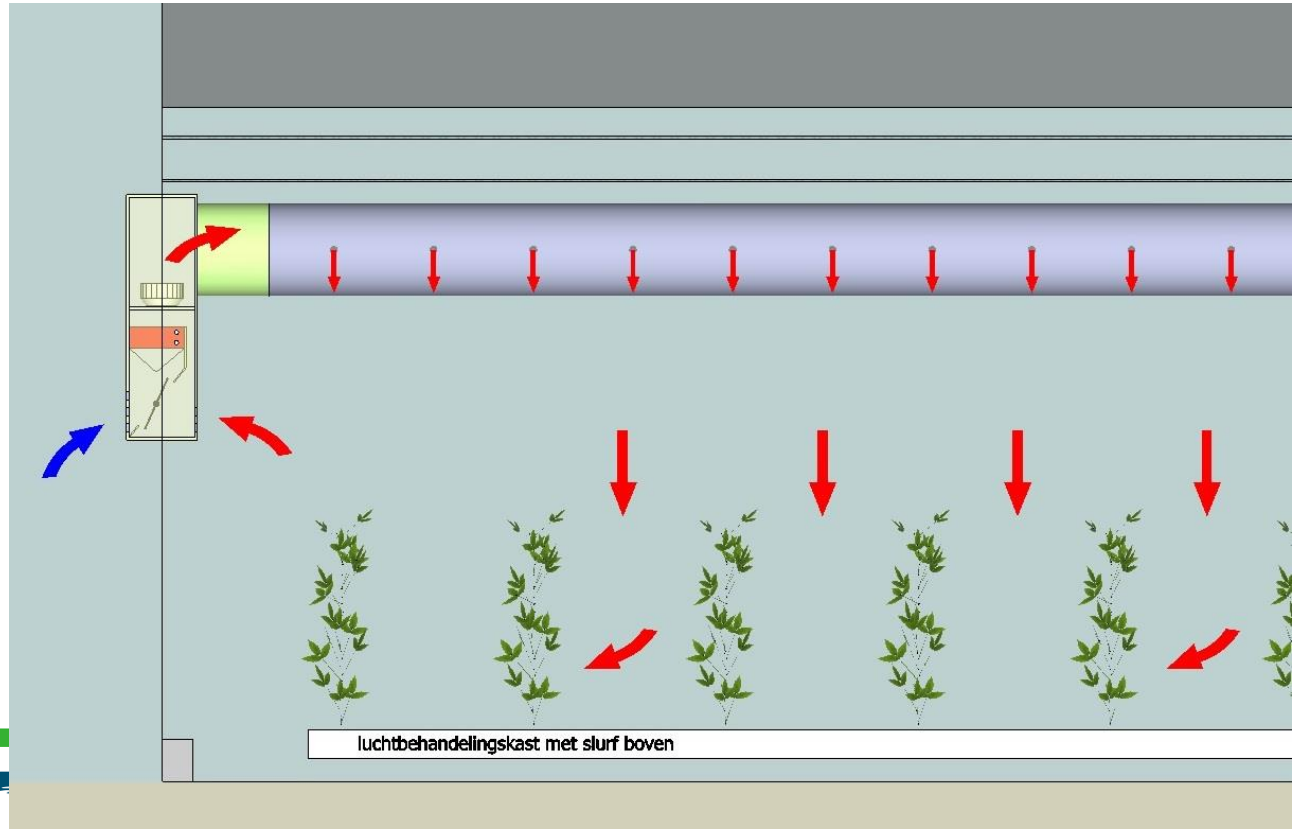




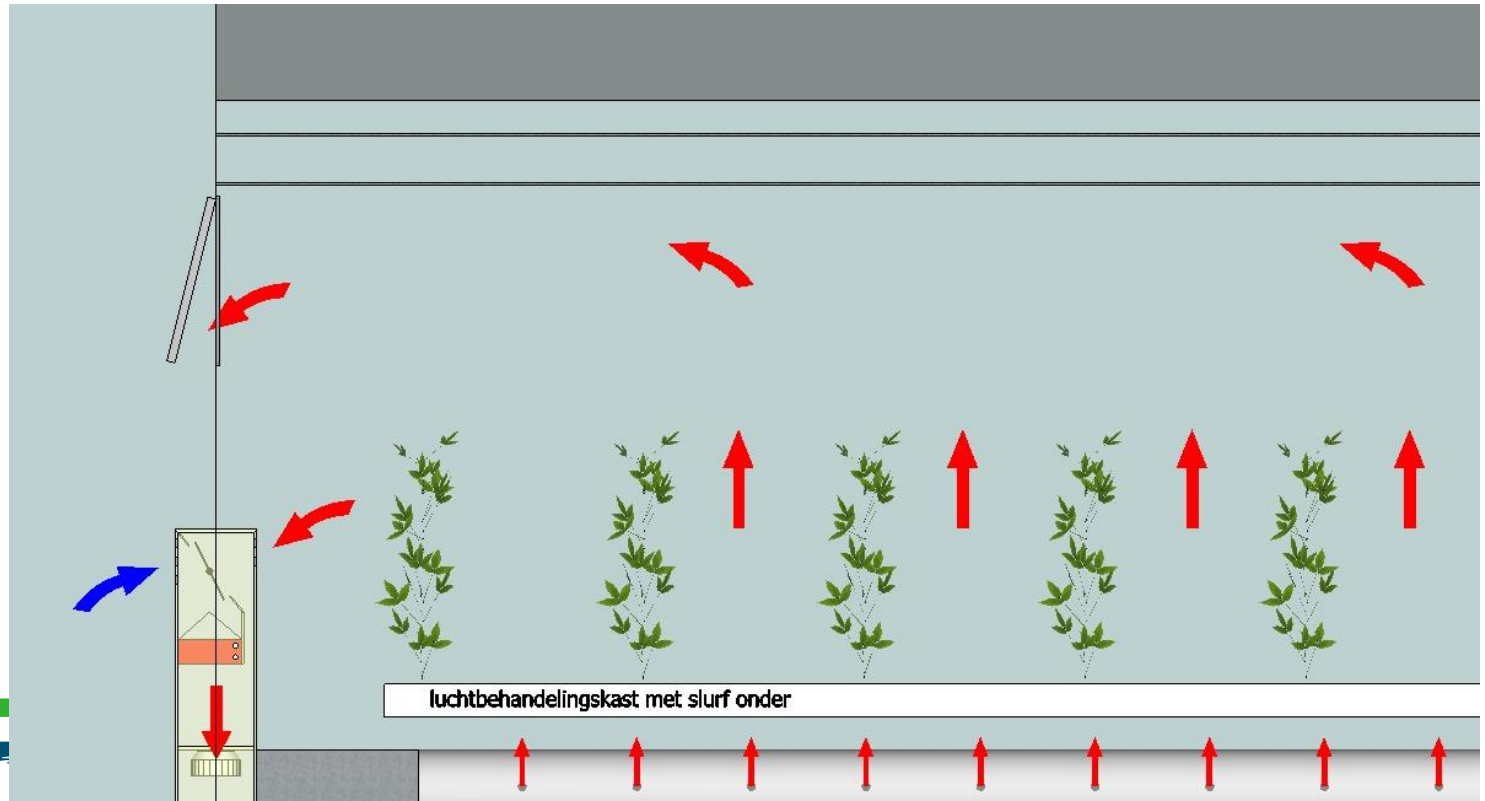
WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kas als Energiebron

LBK met slurf boven
Goed klimaat maar lichtverlies



LBK met slurf onder
Niet voor ieder gewas geschikt

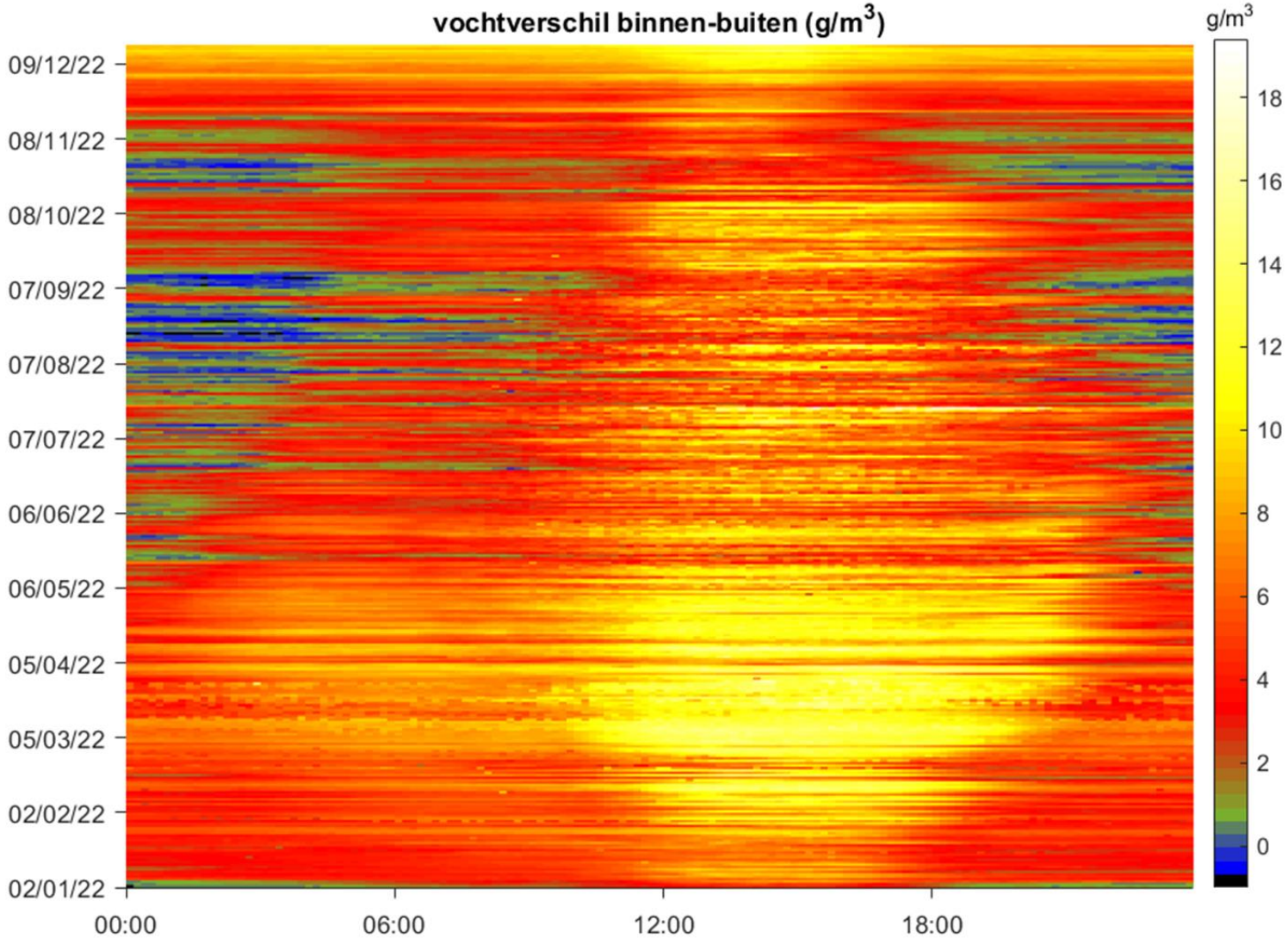


3. Actief inblazen droge lucht

- Voordelen
  - Telen zonder schermkier (belichting!)
  - Nog nauwkeuriger regeling
  - Homogeen klimaat
- Nadelen
  - Investering (3-11 €/m^2)
  - Lichtverlies (0-2%)
  - Oppassen dat het niet te veel wordt ingezet

Hoeveel wil je kunnen ontvochtigen?

- Nachtverdamping: 10-30 g/(m^2.uur)
- Met belichting: 70-100 g/(m^2.uur)
- Bij koude of winderige nachten veel passieve vochtafvoer
- In zomer en najaar is vochtafvoer lastiger.

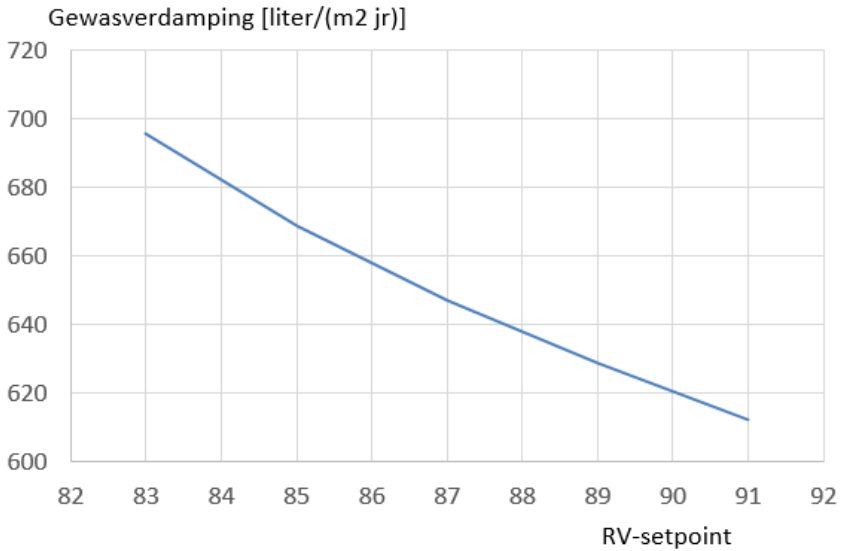

vochtverschil binnen-buiten (g/m3)
g/m3
09/12/22
08/11/22
08/10/22
07/09/22
07/08/22
07/07/22
06/06/22
06/05/22
05/04/22
05/03/22
02/02/22
02/01/22
00:00
06:00
12:00
18:00
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0

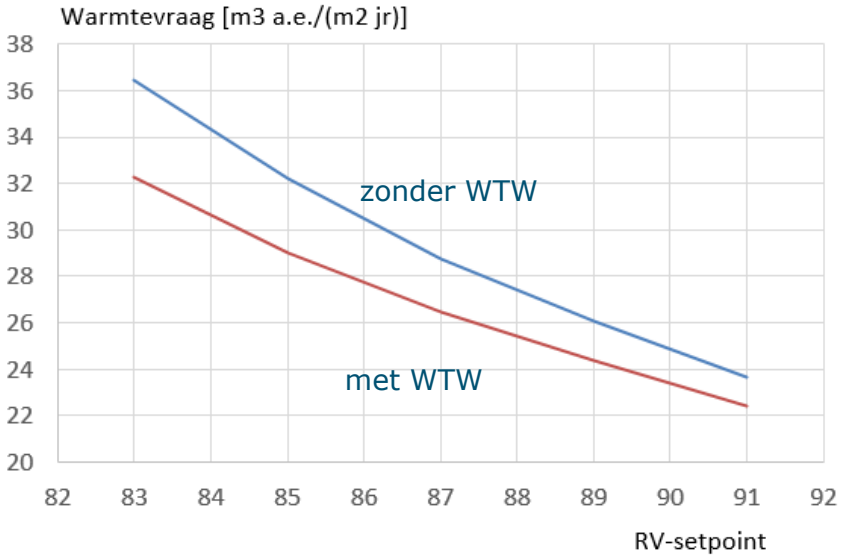
4. Warmte terugwinning

- Door condensatie op instromende buitenlucht
  - Regain unit (diverse leveranciers)
- Door condensatie op gekoeld water
  - DryGair/ HiDew/ Vifra/ Verkade /VanWijk
- Door adsorptie op hygroscopisch zout
  - Climate Converter / Condair

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Energieverbruik en luchtvochtigheidssetpoint





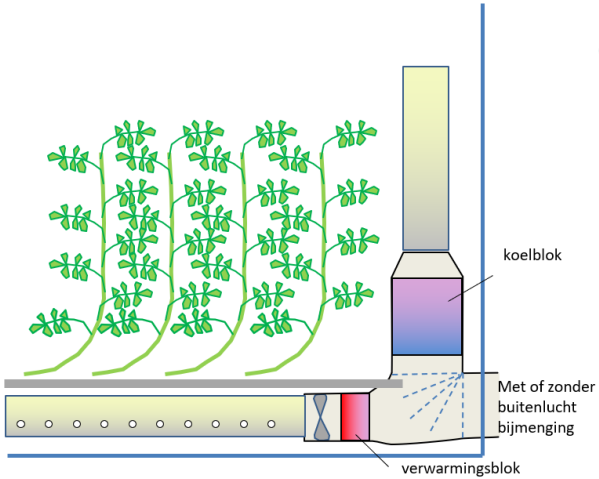
Lager RV-setpoint:
- meer verdamping (= meer latente warmte opname)
- meer warmte nodig per eenheid

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

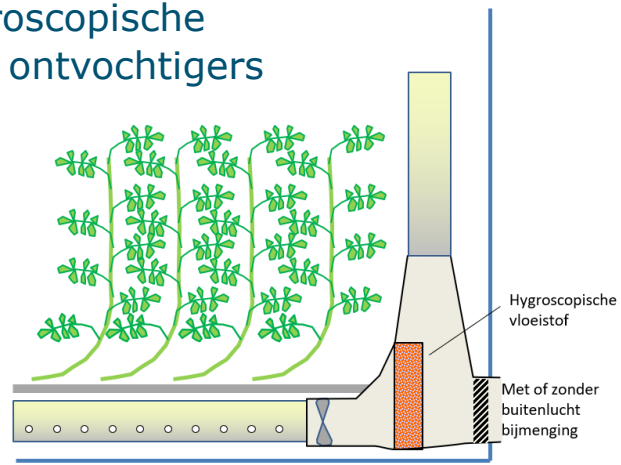
Kas als Energiebron

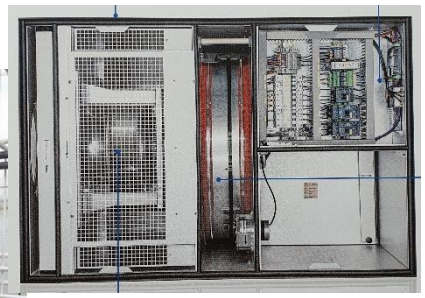
Mechanische ontvochtiging

condensatie ontvochtigers



hygroscopische ontvochtigers





WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

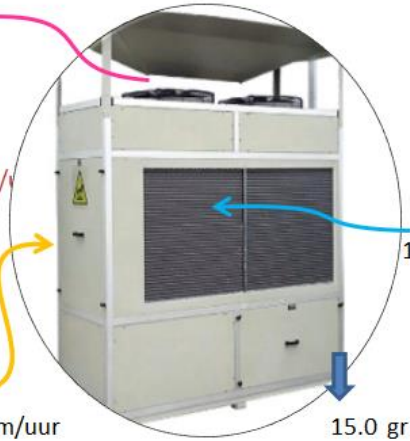
Kas als Energiebron

Cijfermatige voorbeelden “mechanische drogers”

Gewenste vocht-afvoer	15	gr/(m2 uur)			
Kaslucht condities (Temp)	18	oC	Buitenlucht condities (Temp)	10	oC
(Vochtigheid)	90	%RV	(Vochtigheid)	70	%RV
(Abs vocht)	14.1	gr/m3	(Abs vocht)	6.6	gr/m3

23.6 oC
11.6 gr/m3

Warmte output
14.0 W/m2 (verw)
0.9 W verw. per gram/



18 oC
14.1 gr/m3

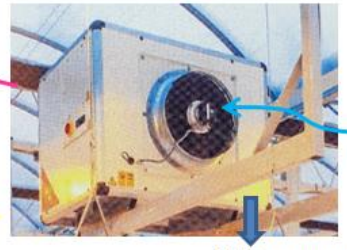
3.8 W (elektr/m2)
0.3 W (elektr) per gram/uur

15.0 gr water per m2/uur

3.5 l/kWh

24.2 oC
11.6 gr/m3

Warmte output
15.6 W/m2 (verw)
1.0 W verw. per gram/uur)



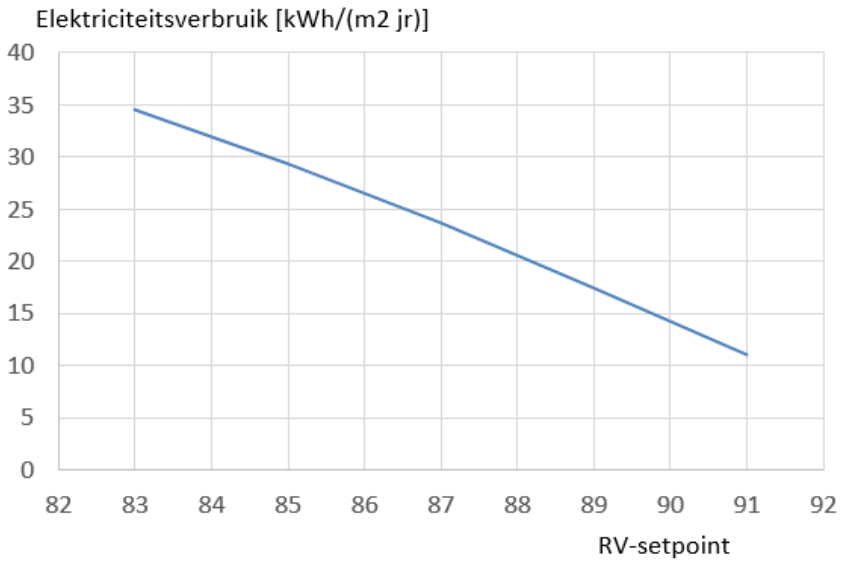
18 oC
14.1 gr/m3

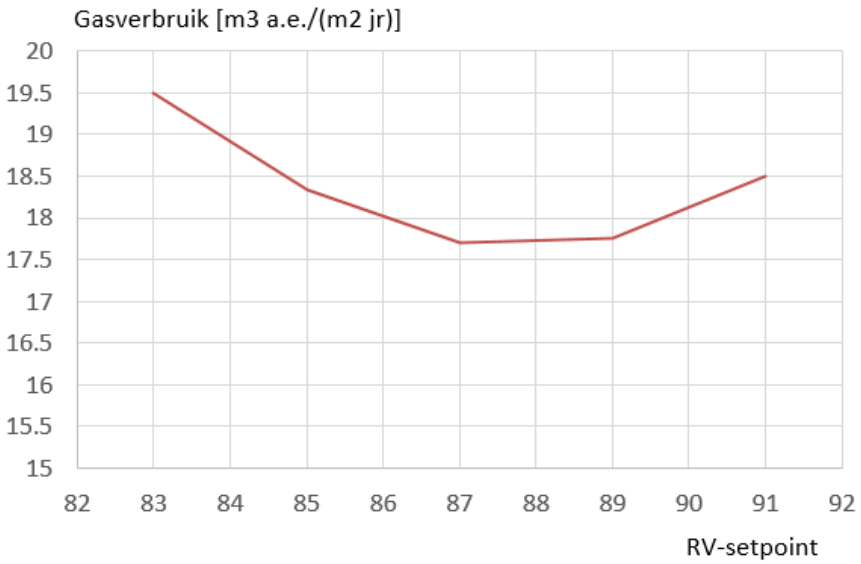
15.0 gr water per m2/uur

5.4 W (elektr)
0.4 W (elektr) per gram/uur

2.5 l/kWh

Elektriciteitsverbruik en gasverbruik



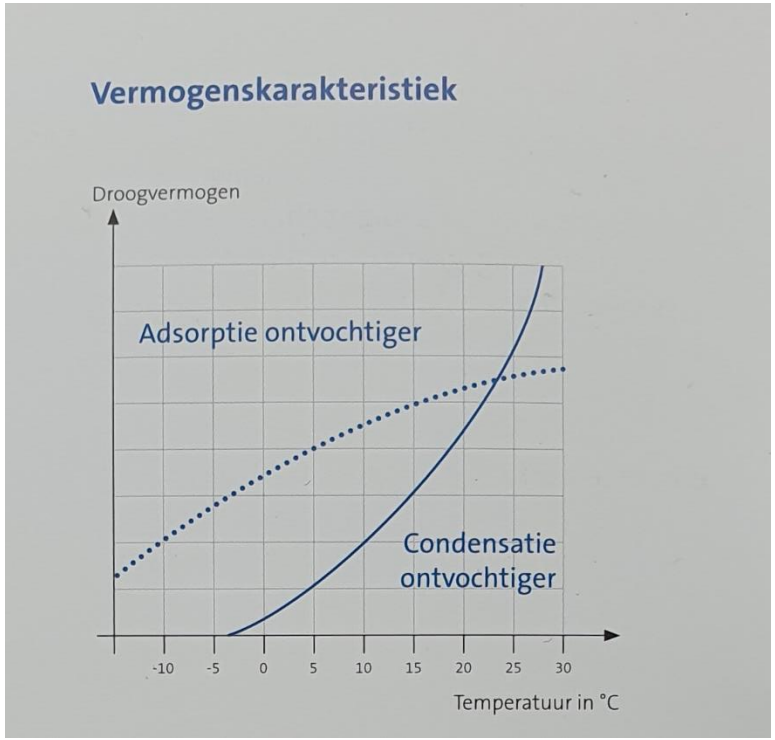


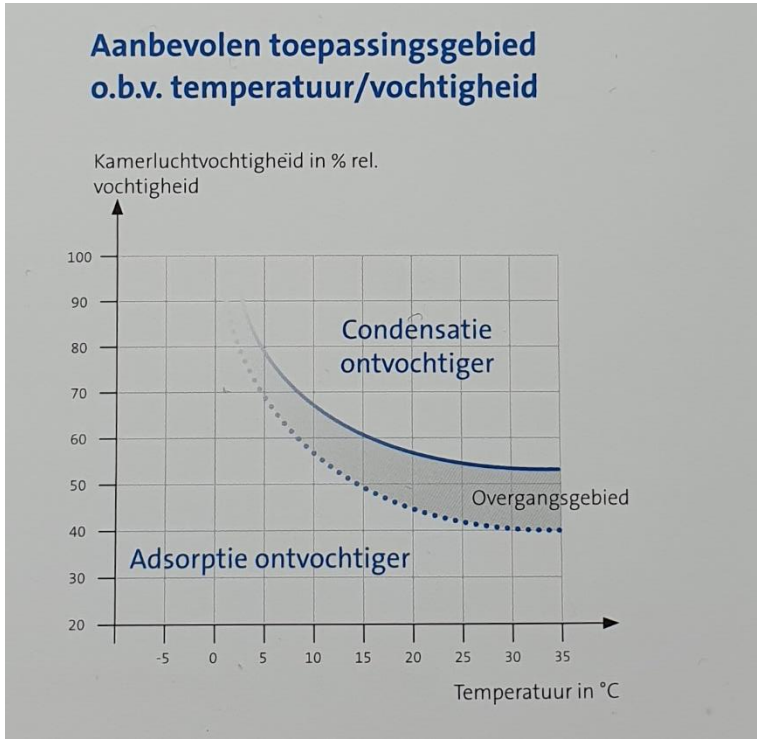
(Berekeningen voor een onbelichte Ficus-teelt)

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kas als Energiebron

Hygroscopische drogers vooral bij lage temp



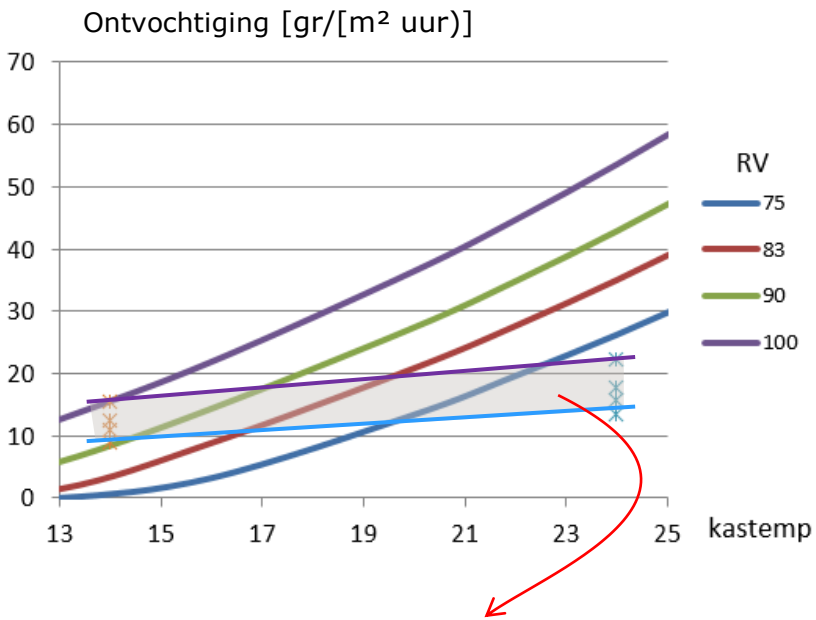


WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

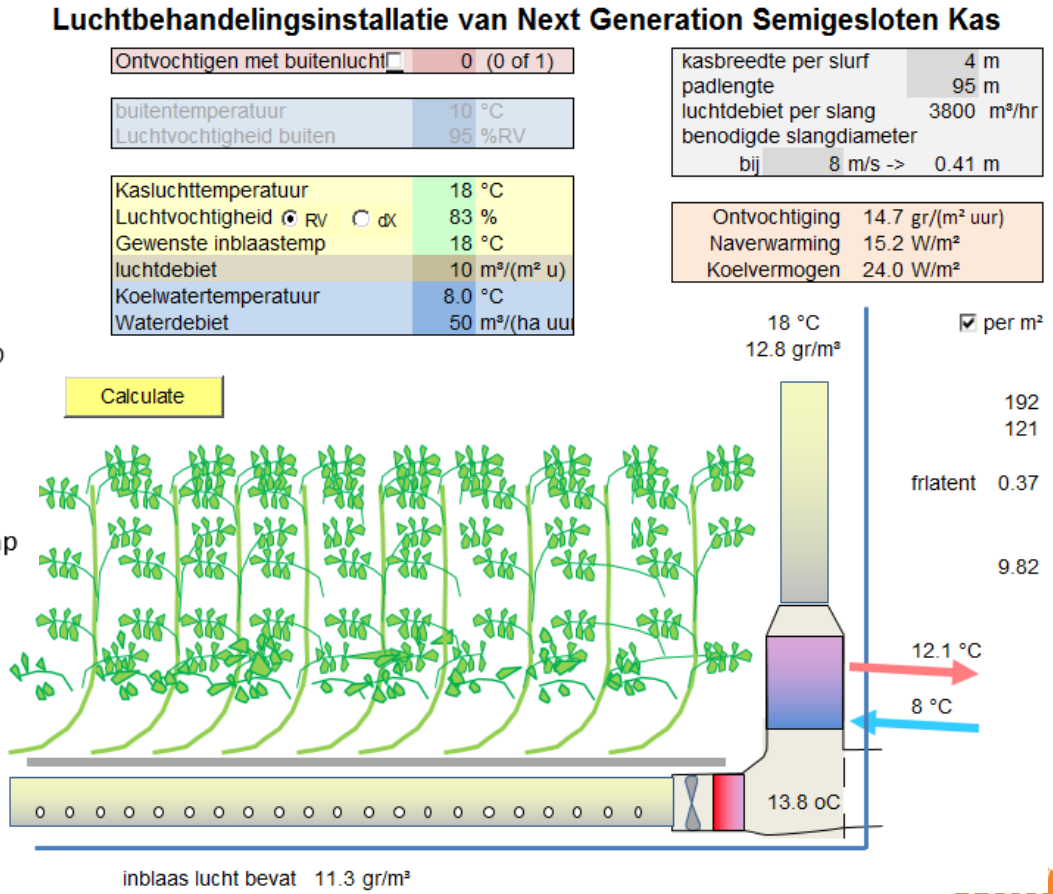
condair

Kas als Energiebron

Directe ontvochtigingscyclus minder gevoelig



Bij 1 DryGair op 4000 m2



Mechanische droger ook met luchtslangen

Winterlichtkas in Bleiswijk met 3 beweegbare schermen

(1 transparant, 1 vochtdoek 1, aludoek)

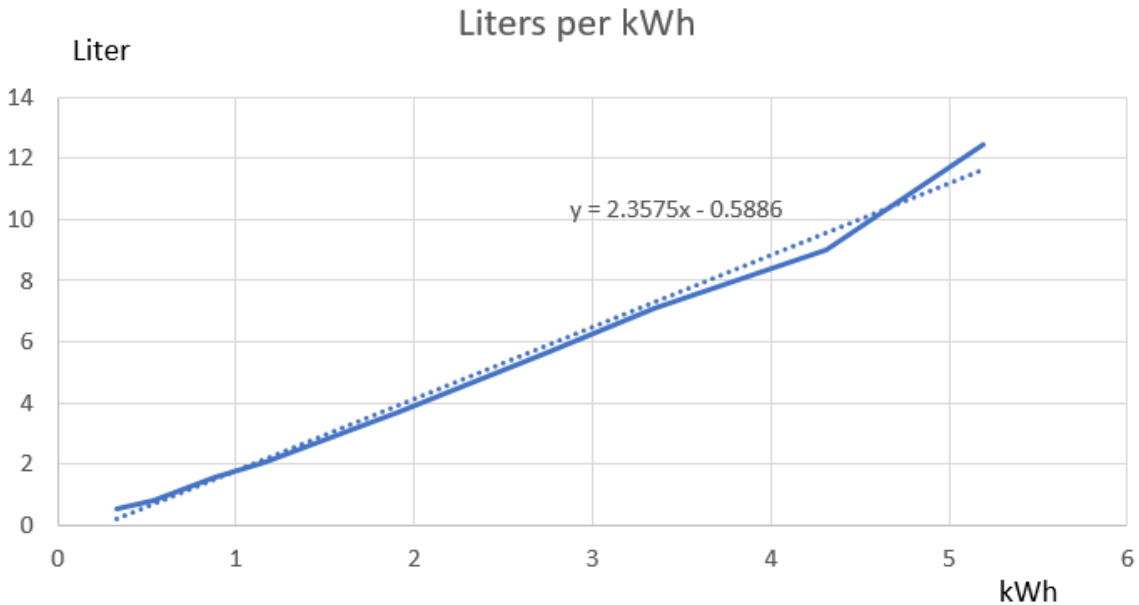
Onbelichte komkommerteelt, gestart op 18 januari

Vergelijkbare prestaties als Vifra en vanWijk

Artikel nr.: 093.700.0800

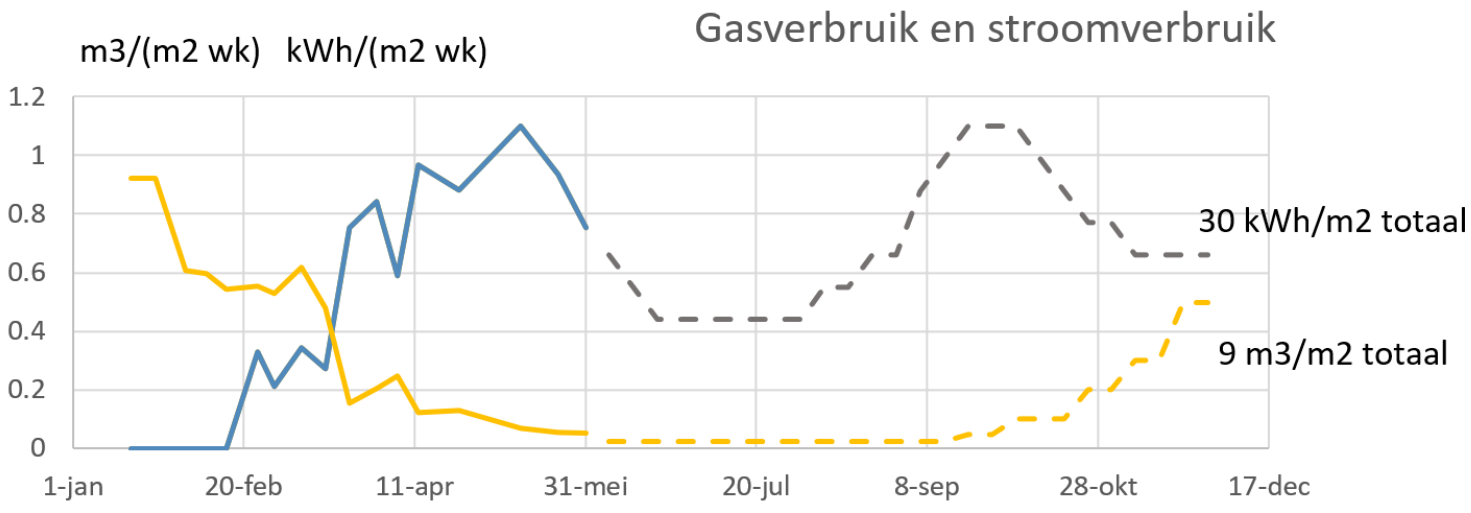
Bouwdroger DF800F

Bouwdroger DF800 F Dryfast



2.4 – 2.8 liter per kWh

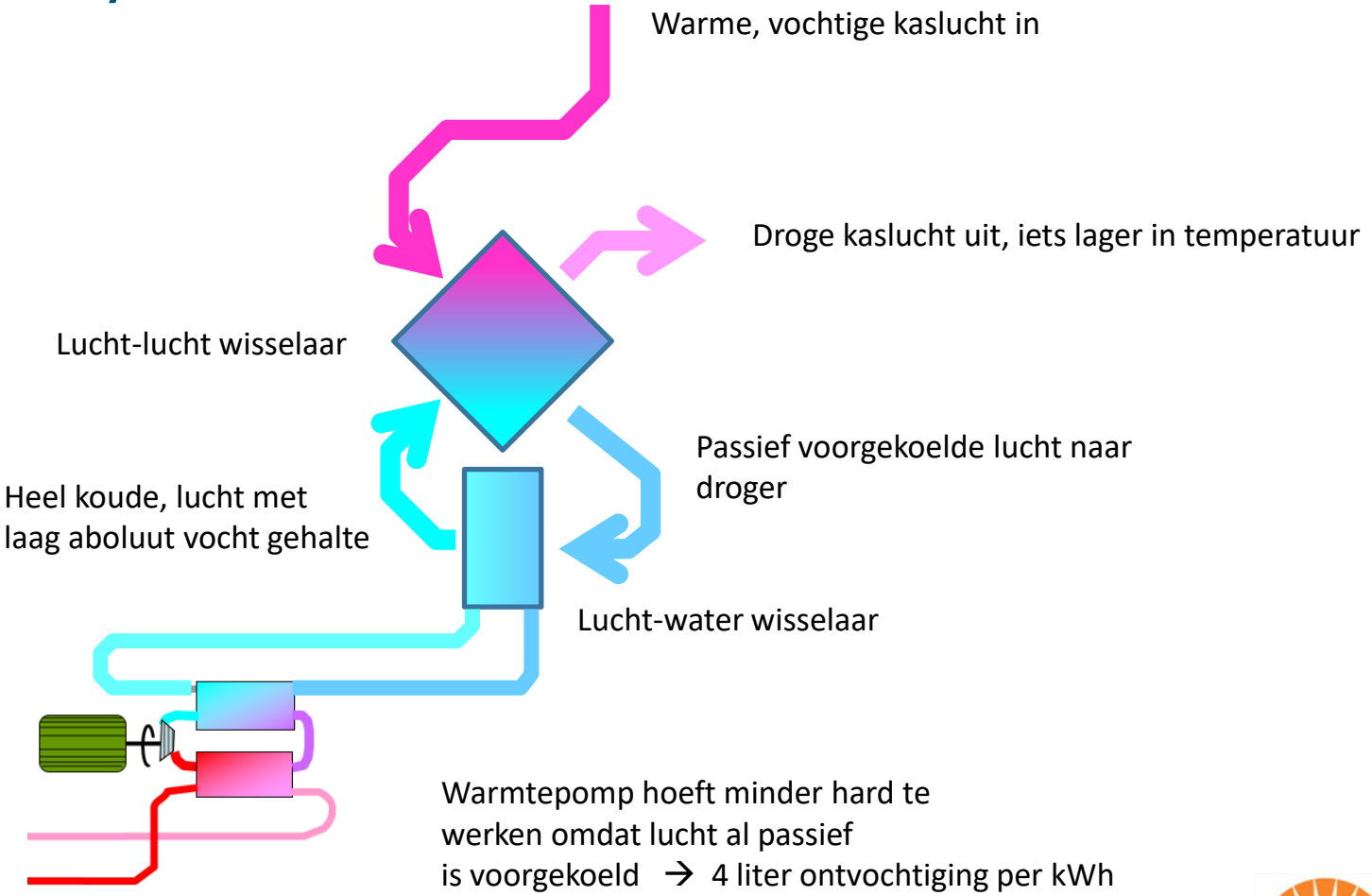
Energieverbruiksresultaat:



Tot nu toe: 24 liter/m2 ontvochtigd

Verwachting jaarrond: 90 liter/m2

E-zuiniger systeem



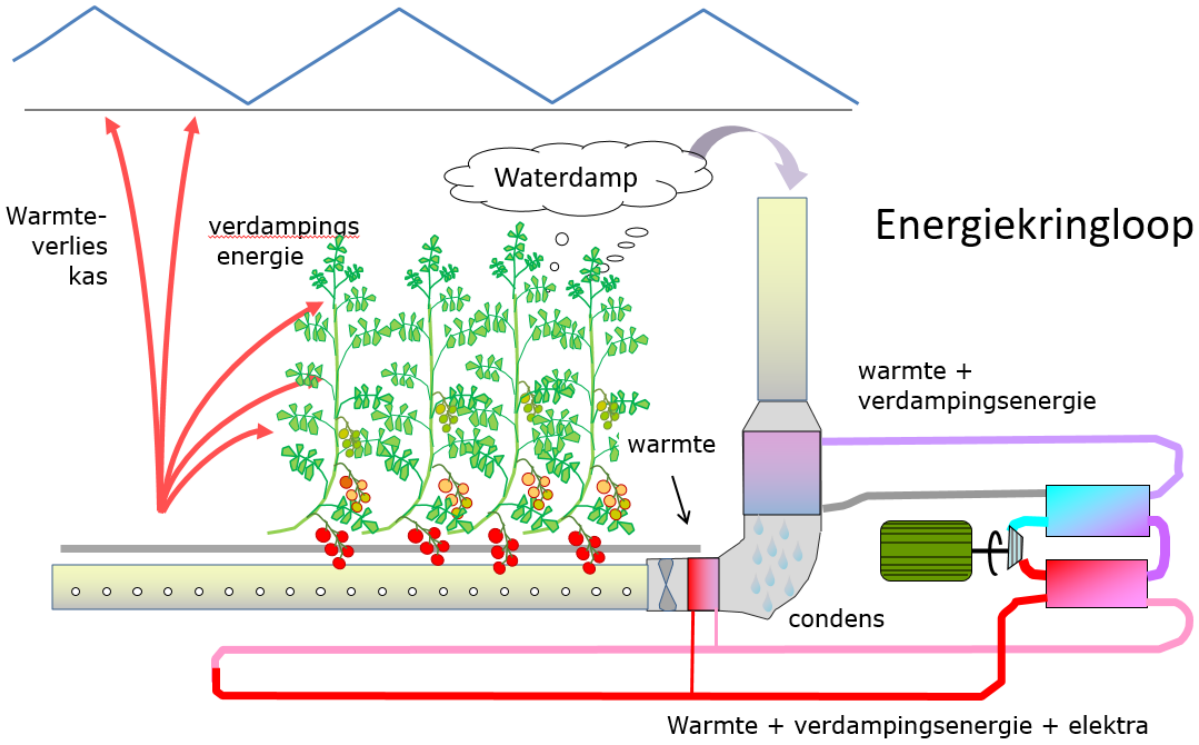
WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Kas als Energiebron

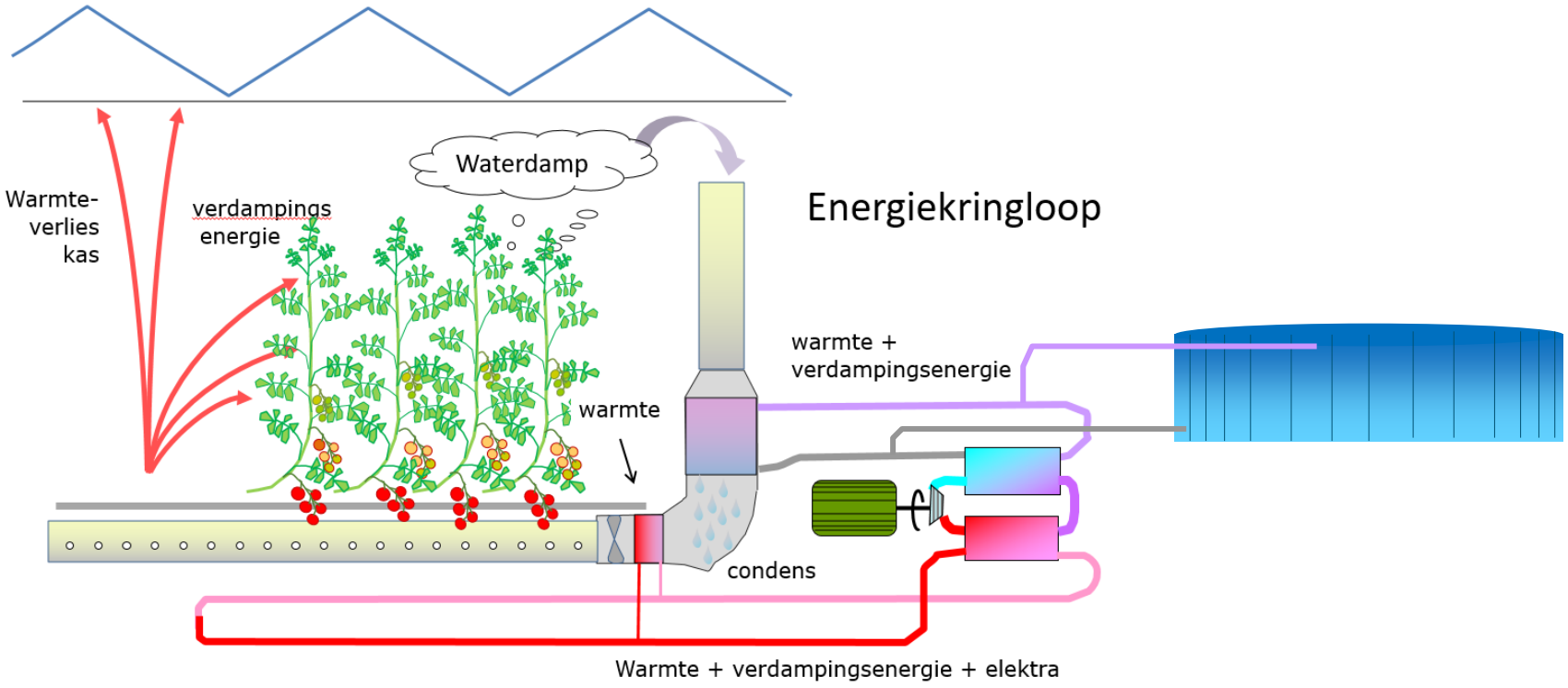
4. Warmte terugwinning

- Voordelen
  - Besparing op warmtegebruik
  - Een stap richting fossielvrij
  - CO_2 blijft in kas (tenzij warmte-overschot)
- Nadelen
  - Investering: (5-9 €/m^2)
  - Elektriciteitsvraag
  - Teruggewonnen warmte moet direct worden ingezet.
  - Vochtverdeling in kas
  - Ruimtebeslag

Tot nu toe warmte-terugwinsystemen zonder opslag



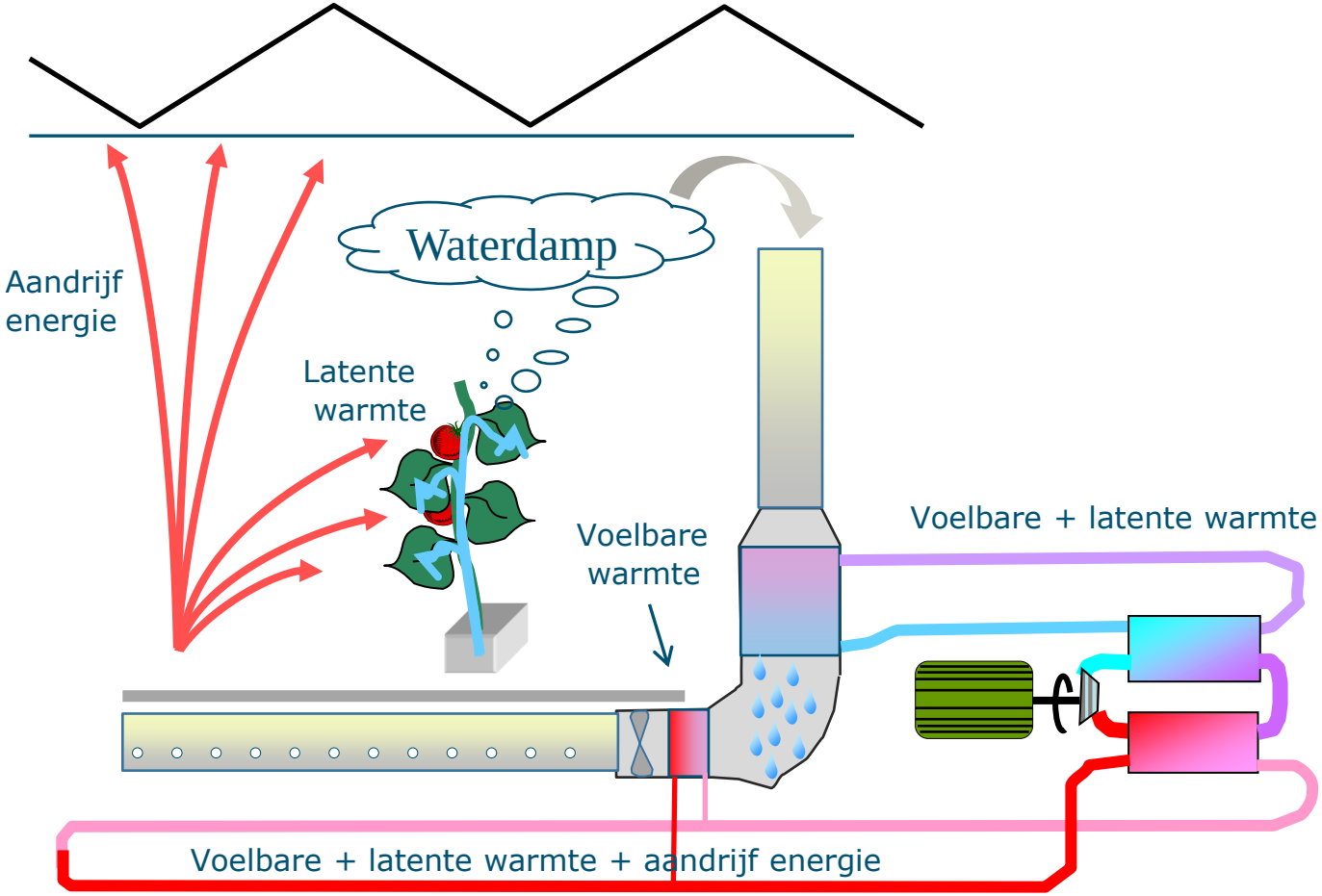
Met opslag zou het zo kunnen



5. Warmte terugwinning met tijdelijke warmte-opslag (meestal LBU's met slurven)

- Voordelen
  - Alleen in de winterperiode nog warmte nodig
  - CO_2 blijft in kas
- Nadelen
  - Investering: (14-20 €/m^2)
  - Elektriciteitsvraag
  - Lichtverlies (slurf boven)
  - Herverwarming nodig (vooral bij slurf onder)

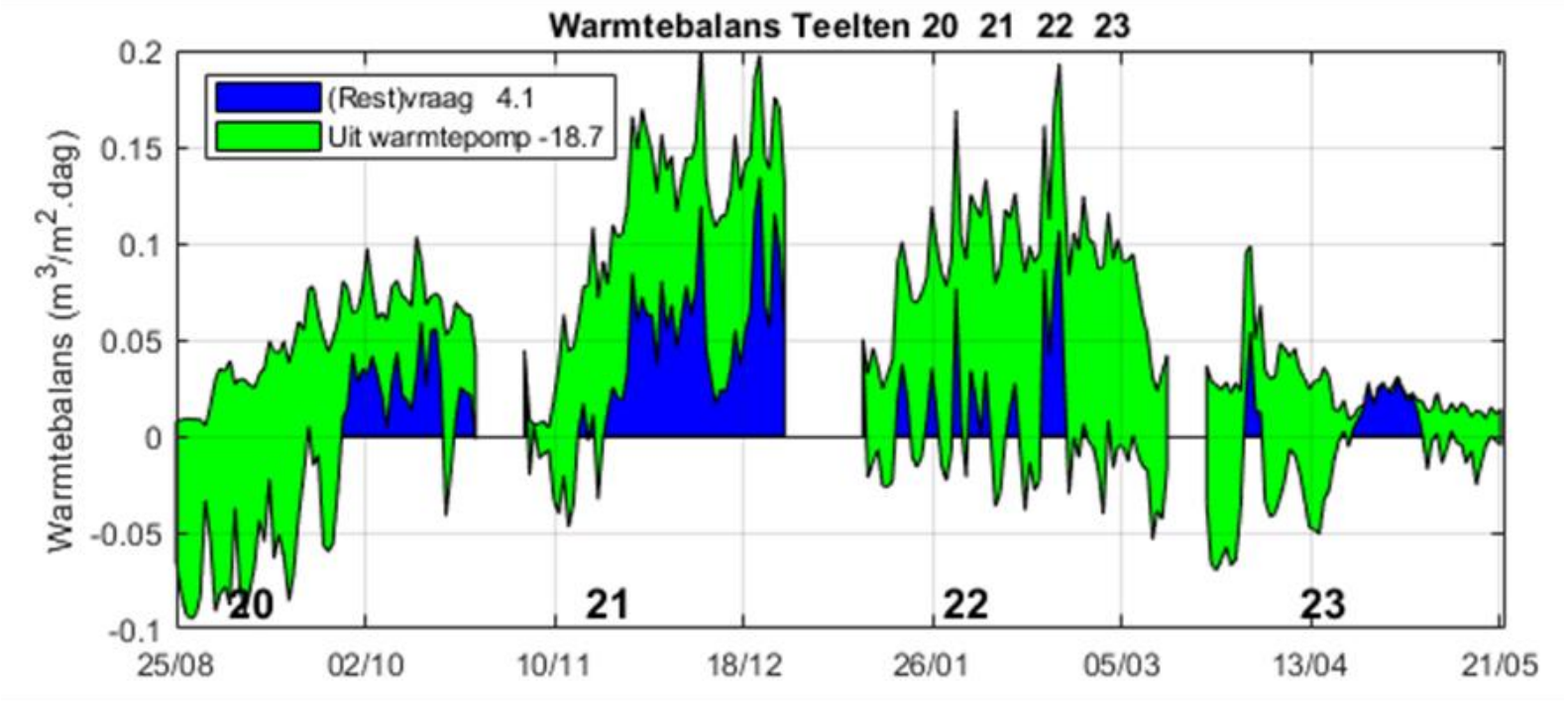
Actieve ontvochtiging met warmte-opslag



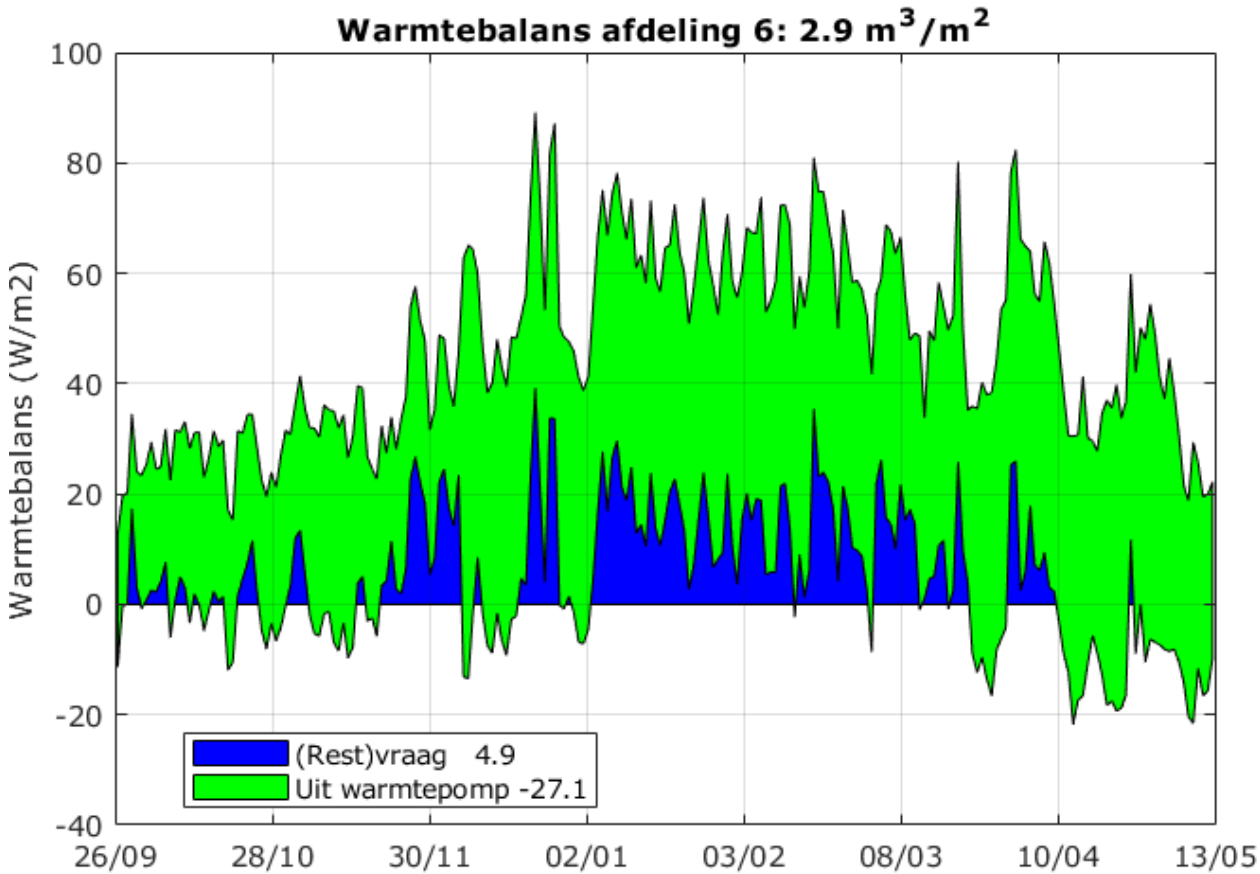
WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Kas als Energiebron

Voorbeeld De Perfecte Chrysant



Voorbeeld: Tomaat met LED

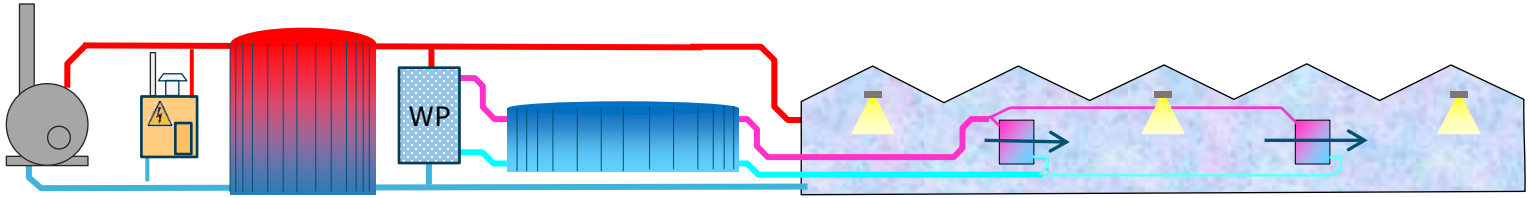


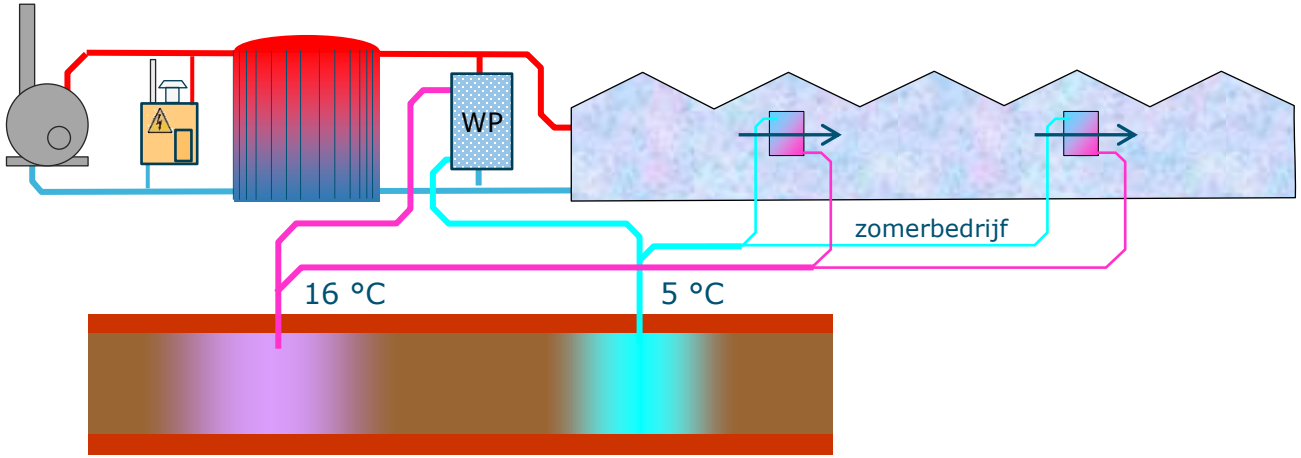
6. Warmte terugwinning met seizoens-opslag van warmte (aquifer)

Koeling bij LBK in de gevel
Distributie van gekoelde lucht via slurf

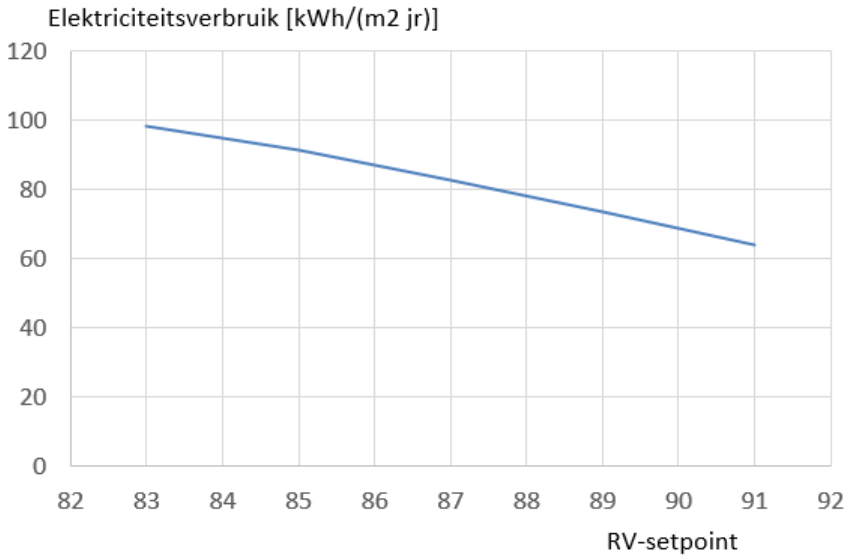
Koeling bij LBK in kas
Direct inblazen van gekoelde lucht

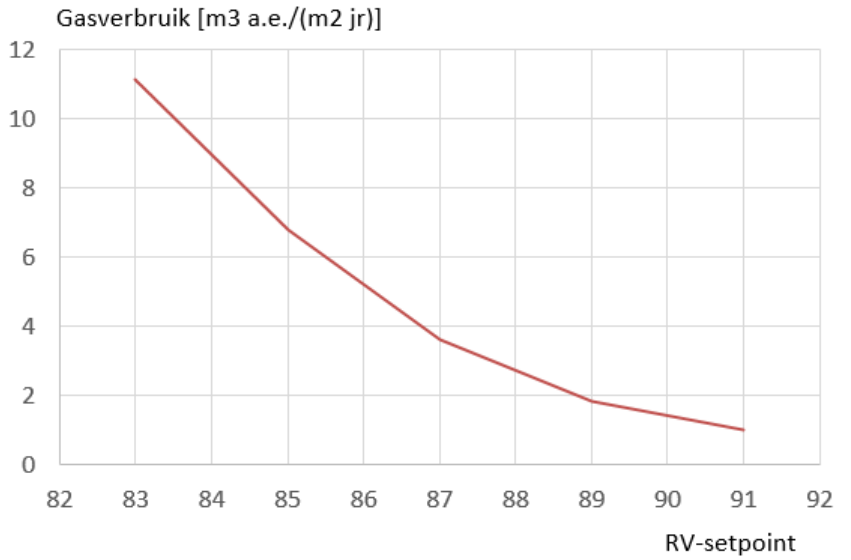
Koel- en verwarmingsblok i.c.m. warmtepomp





Elektriciteitsverbruik en gasverbruik



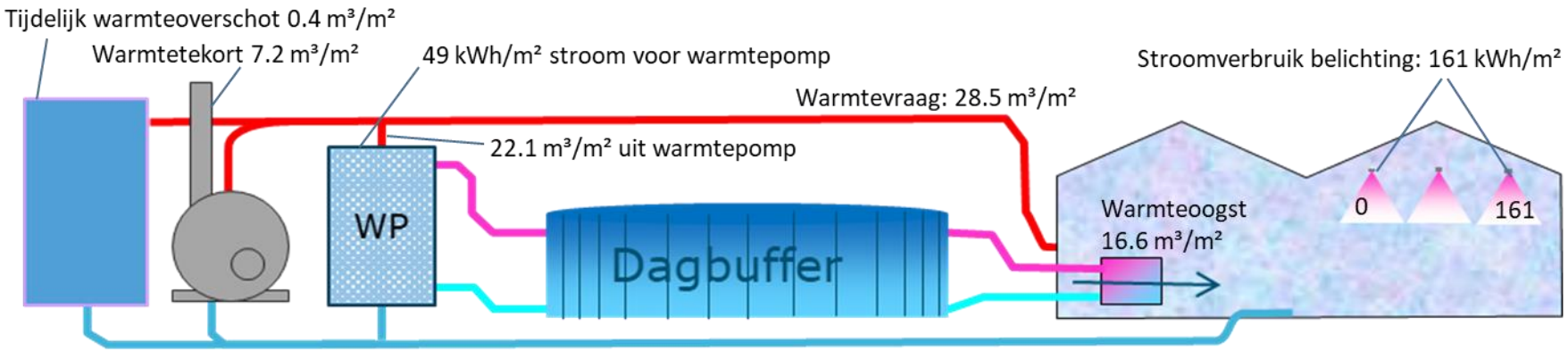


(Berekeningen voor een onbelichte Ficus-teelt)

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kas als Energiebron

Systeem lijkt dus mogelijk voor fossielvrije teelt



16-mei-23

6. Seizoensopslag warmte (aquifer)

- Voordelen
  - Fossielvrij wordt mogelijk
  - Kan ook voor koeling worden ingezet
  - CO_2 blijft in kas
- Nadelen
  - Investering: (±20-40 €/m^2)
  - Vochtverdeling in kas

Investeringen en energie

	Investering (€/m²)	Elektriciteits-gebruik (kWh/m²)	Besparing gas (m³/m²)	Terugverdientijd (jaar)	
Schermventilator	3-4	3	2	23.3	3.9
Slurven	6-11	5	3	56.7	6.5
Slurven + regain	9-12	9	5	70.0	5.0
Ontvochtiger	5-9	15	10	9.3	1.6
Met warmteopslag	14-20	59	20	-6.1	2.8
Met aquifer	25-45	88	30	-8.4	3.8
Gasprijs				€ 0.30	€ 0.60
Elektriciteitsprijs				€ 0.15	€ 0.10

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Kas als Energiebron

Terugverdientijd

- Hangt verder af van:
  - Effect op gewaskwaliteit en productie
    - CO_2, koeling, temperatuurverdeling.
  - Belicht of onbelicht.
  - Hoeveel ontvochtiging is nodig?

Discussie