

# Het Nieuwe Telen

en CO<sub>2</sub>

Wat is de kern van HNT?

*Door Hans Pronk,*



12/05/2016

1

## Basis HNT

- Natuurkundige principes oa:
  - Vochtbalans
  - Energie balans
- Plantfysiologie
- Plantbalans
  - Assimilatenbalans
  - Vochtbalans
  - Energiebalans

12/05/2016

2



## Basis HNT

1. Optimaal groeiklimaat , plant centraal
2. Rendabele investering
3. Fossiele energie en CO2 besparen
4. Gezamenlijk leertraject Onderzoek en Praktijk
  - Het Nieuwe Schermen
  - Het Nieuwe Ontvochtigen
  - Het Nieuwe Ventileren
  - Het Nieuwe Verwarmen
  - Het Nieuwe Activeren

12/05/2016

3



## Het Nieuwe Schermen

- Meer en beter schermen, liefst meerdere schermen
- Voorkomt ongelijk klimaat door kouval en trek door volledig te sluiten zonder kieren
- Voorkomt uitstraling en condensatie op gewas
- Bespaart energie
  
- *Horizontale temperatuurverschillen zijn de belangrijkste bron van klimaatproblemen....*

12/05/2016

4

## Het Nieuwe Ontvochtigen



- Uitwisseling met buitenlucht blijft goedkoopste manier van ontvochtigen
- Gecontroleerd en gedoseerd door inblaasinstallatie ipv open ramen en scherm kieren
- Door overdruk kunnen schermen gesloten blijven
- Kijk naar de **vochtbalans**: productie én afvoer

12/05/2016

5

## Het Nieuwe Ventileren



- Luchtramen blijven het belangrijkste instrument
- Groei houdt verband met Licht, Temp, RV en CO2 in de juiste verhouding
- Niet alleen regelen op **kastemperatuur**, maar rekening houden met **energie-** en **vochtbalans**

12/05/2016

6

## Het Nieuwe Verwarmen



- Minder verwarming nodig door beter schermen
- Gebruik laagwaardige warmtebronnen
- Meer aandacht voor temperatuur verdeling horizontaal
- Meer aandacht voor temperatuur profiel vertikaal
- Balans tussen wortel, vruchten, blad, kop , ..

12/05/2016

7

## Het Nieuwe Activeren



- Plant heeft energie nodig voor groei en ontwikkeling en verdamping ( opname voeding )
- Energie = Straling + Convection
  
- Bij HNT ligt nadruk op Convection
- Luchtbeweging is essentieel voor actief klimaat
  
- Luchtbeweging zorgt voor energietransport, vochtafvoer en gelijke temperatuur

12/05/2016

8

## Aan de gang met HNT?



- HNT vergt een aantal stappen:
- Opnieuw leren klimaatregelen
  - Minder op gevoel en meer op natuurkundige inzichten
- Opnieuw leren telen
  - Minder op gevoel en meer op interactie kasklimaat/gewas
- Aanpassingen aan installatie?
  - Beter gebruik bestaande installatie
  - Verbeteringen / toevoegingen

12/05/2016

9

## Beter gebruik huidige installatie?



- Traditioneel wordt de vochtigheid onder gesloten energiescherm verlaagd door het “droogstoken” van de kas:
  - Verhoging van de minimum buistemp (vochtverhoging)
  - Inzetten van vochtkier in het scherm
  - Ventileren met de luchtramen

12/05/2016

10



## Beter gebruik huidige installatie?

- Traditioneel wordt de vochtigheid onder gesloten energiescherm verlaagd door het “droogstoken” van de kas:
    - Verhoging van de minimum buistemp (vochtverhoging)
    - Inzetten van vochtkier in het scherm
    - Ventileren met de luchtramen
  - Volgens natuurkunde is de beste volgorde juist andersom:
    - Ventileren boven het gesloten scherm
    - Zeer kleine vochtkier inzetten in het scherm
- 12/05/2016 Zonodig de kastemperatuur handhaven met verwarming

11



## Beter gebruik huidige installatie?

- Traditioneel wordt **ventilatie** uitsluitend gestuurd op kastemperatuur
  - Gevolg bij hoge straling : plantstress en onnodig verlies aan CO2
- Natuurkundige / plantkundige benadering leidt tot regeling op vocht én temperatuur
  - Gevolg: betere groei en CO2 besparing
  - Vernevelen werkt beter dan koelen

12/05/2016

12

## CO2 en licht



- Niveau van de fotosynthese afhankelijk van:
  - Heersende lichtintensiteit.  
De fotosynthese volgt het verloop van de lichtintensiteit gedurende de dag.
  - Wordt beïnvloed door de CO<sub>2</sub> concentratie in de lucht en, in mindere mate, door temperatuur

12/05/2016

13

## Klimaat en groei



- Alleen licht?
- CO<sub>2</sub>
- RV
- Temperatuur

12/05/2016

14

## Balansen



- Assimilatenbalans (aanmaak / verbruik)
- Vochtbalans (aanvoer / verdamping)
- Energiebalans (aanvoer / afvoer)

12/05/2016

15

## Energiebalans kas



- Aanvoer van energie
  - Straling (zon, belichting)
  - Verwarming
- Afvoer van energie
  - Afhankelijk verschil van **energie-inhoud** kas / buiten
    - Ventilatiesnelheid (hoeveelheid uitgewisselde m<sup>3</sup> of kg lucht)
    - Ventilatievoud (aantal keren kasverversing)

12/05/2016

16



## Klimaat en groei, CO2

- Anthurium:
  - Lichtverzadigingspunt (blad) bij 350 ppm CO2 bij 150umol.
  - Lichtverzadigingspunt (blad) bij 700 ppm CO2 bij 300 umol.
- Ficus:
  - 40umol bij 16oC optimaal
  - 100 umol bij 22oC optimaal

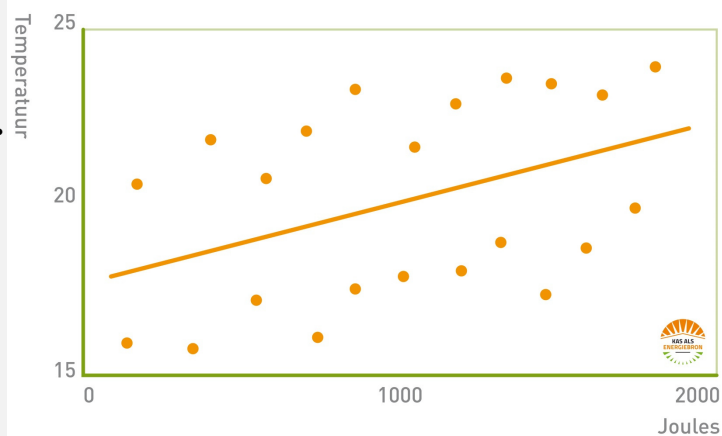
12/05/2016

17

## Plantbalans

- Verhouding temperatuur / straling:

Temperatuur - Licht verhouding 1



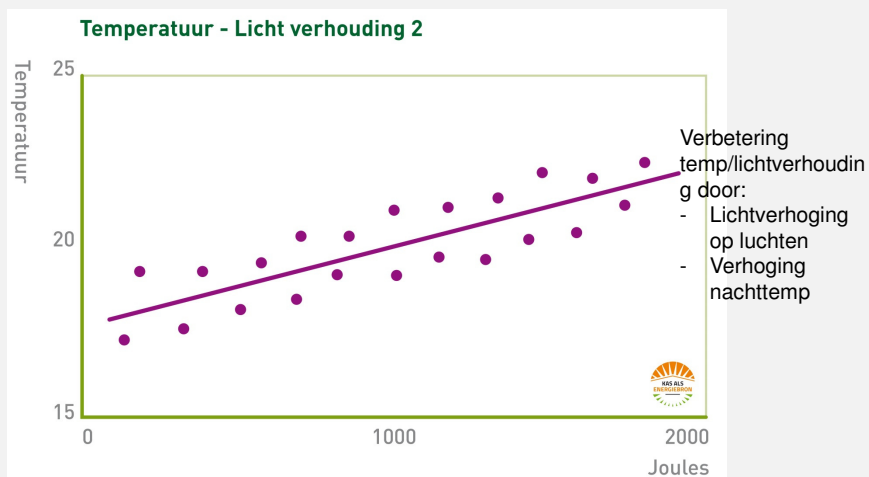
12/05/2016

18

## Plantbalans



- Verhouding temperatuur / straling:

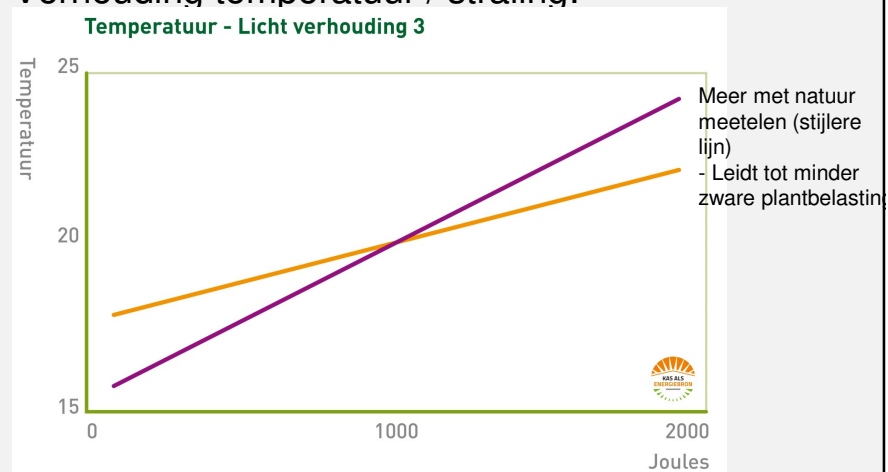


19

## Plantbalans



- Verhouding temperatuur / straling:



20



## Luchtuitwisseling en CO2

- Bij luchten is er uitwisseling van:
  - Vocht
  - Temperatuur
  - CO2
  
- Dit is aan elkaar gekoppeld en afhankelijk van binnen en buitenomstandigheden!

12/05/2016

21



## Luchtuitwisseling en CO2

- Luchtsamenstelling:
  - N2 80%, O2 20%
  - 1m3 lucht weegt 1,2 kg
- Molgewichten N2= 28 gram/mol, O2 = 32 gram/mol,
- Droge lucht weegt:
  - »  $0,8 \cdot 28 = 22,4$  gram
  - »  $0,2 \cdot 32 = 6,4$  gram
  - » Totaal = 28,8 gram
  - » 1 mol lucht is 28,8 gram
  - » 1 kg lucht is 34,72 mol

12/05/2016

22



## Luchtuitwisseling en CO2

- 1 kg lucht is 34,72 mol
- Mol gewicht van CO2 is 44 gram
- Berekening gewicht van 100 ppm CO2:
  - $34,72 \cdot 100 / 1000.000 = 0,003472$  mol CO2
- 1 kg lucht bevat  $0,003472 \text{ mol} \cdot 44$  (molgewicht) = 0,15 gram CO2
- **1 kg lucht met 100 ppm CO2 bevat 0,15 gram CO2**

12/05/2016

23



## Luchtuitwisseling en CO2

- Wat is de luchtsamenstelling en hoeveel uitwisseling is er?
  - Dit is afhankelijk hoe de uitwisseling geregeld wordt
- Hoe bepaal je de uitwisseling?
  - Psychrodiagram nodig!

12/05/2016

24

# Luchtuitwisseling en CO2



Straling 600 Watt/m2  
 Buitentemperatuur 13oC  
 Buiten RV 60%  
 VD 3,7 gram/kg  
 AV 5,9 gram/kg  
**Enthalpie 27 kJ/kg**  
 (situatie 9.30 uur 05/05/2016)

- Welke afdeling is het warmst?
- Welke afdeling heeft de hoogste RV?
- Welke afdeling heeft de meeste energie-inhoud?
- Welke afdeling heeft de hoogste CO2 concentratie?

	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	Gr 6	Gr 7	Gr 8
temperatuur binnen meting	15,9	16,2	17,4	16,2	15,9	15,9	16,2	16,2
relatieve vochtigheid	62	72	56	57	62	62	72	72
vochtgehalte algemeen	5,2	3,9	6,5	5,9	5,2	5,2	3,9	3,9
gasvret andrealisatie	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4				
aanstand	%	0	0	0	0			
aanstand	%	Gr 2-1	Gr 2-2	Gr 2-3	Gr 2-4			
verwarming algemeen	%	65	31	69	70			
verwarming net		Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4			
net bus: meting (I/O)	°C	Gr 1-1	Gr 1-2	Gr 1-3	Gr 1-4			
net pomp: status		uit	uit	aan	uit			
net bus: meting (I/O)	°C	Gr 2-1	Gr 2-1	Gr 2-1	Gr 2-1			
net pomp: status		uit	uit	uit	uit			
CO2 algemeen	ppm	CO2 algemeen	Meting in afd 2					
CO2 meting		139						
verwarming bodem		Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	Gr 6	Gr 7
bodemtemperatuur: meting	°C	15,3	16,3	18,6	17,3	17,1	17,3	16,4
doek algemeen		Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4			
doek: status	%	Gr 1-1	Gr 1-2	Gr 1-3	Gr 1-4			
doek: stand	%	0	0	0	0			

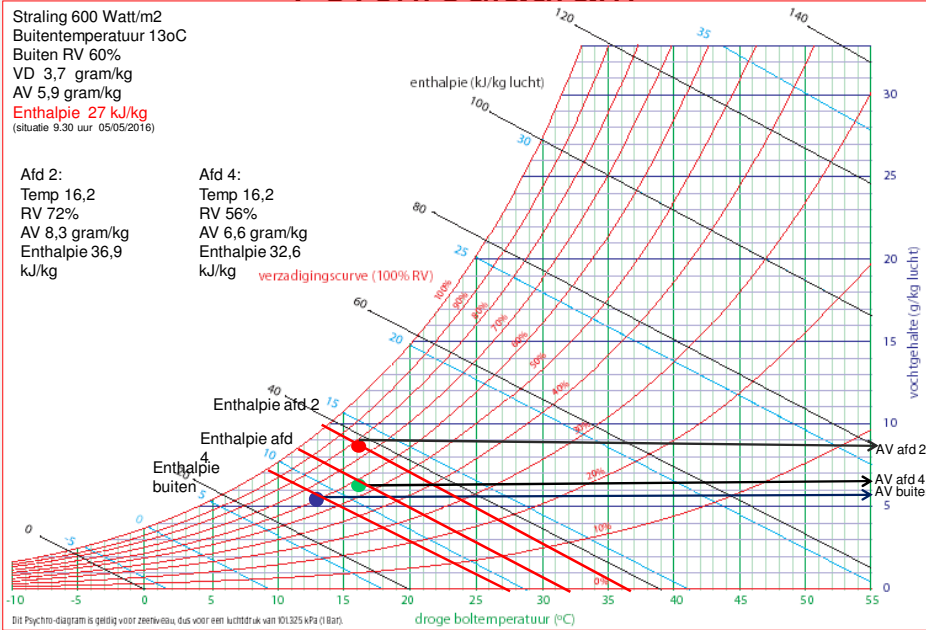
12/05/2016

# Psvchrodiaqram

Straling 600 Watt/m2  
 Buitentemperatuur 13oC  
 Buiten RV 60%  
 VD 3,7 gram/kg  
 AV 5,9 gram/kg  
**Enthalpie 27 kJ/kg**  
 (situatie 9.30 uur 05/05/2016)

Afd 2:  
 Temp 16,2  
 RV 72%  
 AV 8,3 gram/kg  
 Enthalpie 36,9 kJ/kg

Afd 4:  
 Temp 16,2  
 RV 56%  
 AV 6,6 gram/kg  
 Enthalpie 32,6 kJ/kg





## Luchtuitwisseling en CO2

	Afdeling 2	Afdeling 4
Buitemtemperatuur 13,0		
Straling 600 Watt/m2, 50% ivm krijgt in de kas ( 300 Watt/m2		
Buiten RV 60%		
AV buiten 5,6 g/kg		
Enthalpie 27 kJ/kg		
CO2 buiten 450 ppm		
Kastemperatuur	16,2	16,2
RV, kas	72%	56%
AV, kas	8,3 gram/kg	6,6 gram
Enthalpie, kas	36,9 kJ	32,6 kJ
Energie-inhoud na 1 uur	$600 \cdot 0,50 \cdot 3600 = 1.080 \text{ kJ}$	$600 \cdot 0,50 \cdot 3600 = 1.080 \text{ kJ}$
Uitwisseling lucht in kg	$1.080 / (36,9 - 27) = 109 \text{ kg}$	$1.080 / (32,6 - 27) = 193 \text{ kg}$



## Luchtuitwisseling en CO2

	Afdeling 2	Afdeling 4
Uitwisseling lucht in kg	$1.080 / (39,9 - 27) = 109 \text{ kg}$	$1.080 / (32,6 - 27) = 193 \text{ kg}$
CO2 concentratie buiten 450 ppm		
CO2 concentratie	538 ppm	538 ppm ????
CO2 dosering (538- 450)/100*0,15)=0,132 gram	Benodigd kg CO2= $109 \cdot 0,132 \cdot 10.000 = 143$ kg/ha	Benodigd kg CO2 $193 \cdot 0,132 \cdot 10.000 = 255 \text{ kg}$
		$(255 - 143) = 112 \text{ kg}$ meer afgevoerd. Dit komt overeen met $112 / 143 =$ 78% Verschil CO2 was 538-450 ppm bij afd 2. Gedoseerd is dus 88 ppm. 78% meer weggelucht = 69 ppm. CO2 gehalte afd 4 wordt dan 69 ppm lager, dit is 470 ppm

## Luchtuitwisseling en CO2, conclusie



- Hoge luchtuitwisseling gaat gepaard met hoge uitwisseling van vocht en CO2
- Beperking van uitwisseling geeft niet (altijd) verwachte verhoging van de kasttemperatuur.
- Beperking uitwisseling kan door **verhoging** van de RV. Vochtige lucht kan meer warmte bevatten dan droge lucht. Hierdoor gemakkelijke warmte uitwisseling
- **Beperking uitwisseling:**
  - Als concentratie hetzelfde blijft is minder CO2 dosering nodig
  - Bij zelfde CO2 dosering zal CO2 concentratie verhoogd worden.
  - Door gebruik van verneveling kan uitwisseling worden beperkt en hierdoor CO2 gehalte worden verhoogd of kan met minder dosering worden volstaan

12/05/2016

29

Vragen?



12/05/2016

30

## productie en licht bij potplanten



- **1% licht is 0,65% groei**
  - Oa Begonia, Ficus, Nephrolepis, Saintpaulia
  - Teveel licht: lichtinhabitie
  - Spathiphyllum: weinig licht-> donkerder blad (chlorofyl), grotere groeisnelheid!

12/05/2016

31