

Ontwerpen van nieuwe teeltsystemen: proefopzet en analyse

Gastcollege 1 oktober 2015 InHolland Delft
BOGO project "Klimaat en energie: nieuwe low input teeltsystem in de tuinbouw"

A. Dieleman en T. Dueck Wageningen UR Glastuinbouw



WAGENINGEN UR
For quality of life

Wageningen UR Glastuinbouw

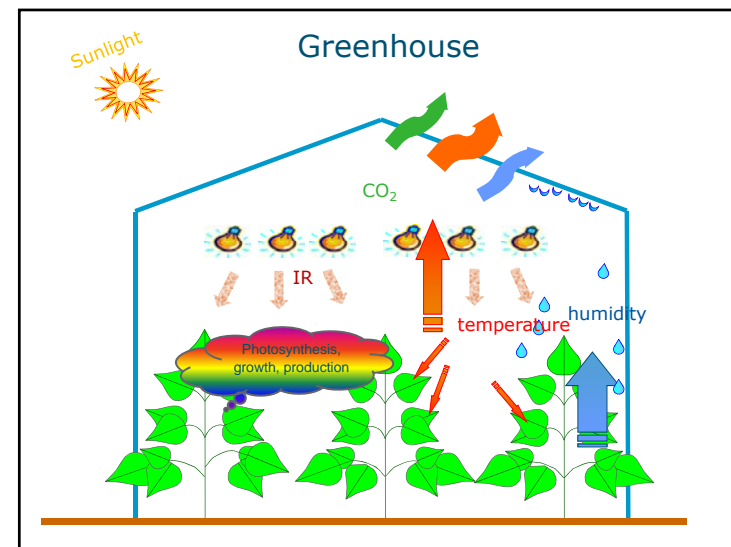
- Onderdeel van Wageningen University & Research
- Missie: Initiëren en stimuleren van innovaties voor een duurzame glastuinbouwsector
- Strategisch en toegepast onderzoek
- Multidisciplinaire benadering van de vragen
- Organisatie voor contractonderzoek
- ± 80 onderzoekers ; >90 kasafdelingen
- Twee locaties: Bleiswijk en Wageningen

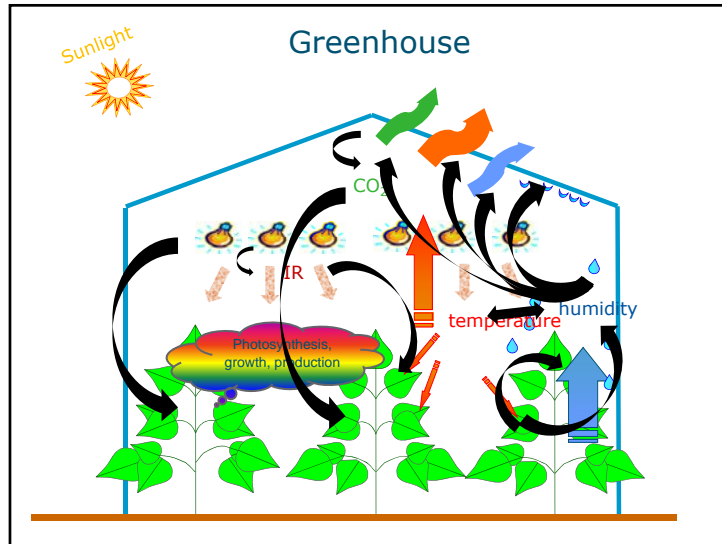


Praktijkvragen

- Vergelijken van teeltsystem: "Is het ene systeem beter dan het andere?", en "Waarom?"
- Op gebied van belichting, watergift, temperatuur, substraat, ...
- Complexe systemen: als deze factor verandert, veranderen er meer (luchten, CO₂, drain, RV, ...)
- Hoe hier verantwoorde uitspraken over te doen?

WAGENINGEN UR
For quality of life





Case study: belichten met tomaat

Onderzoeksvraag:

Stel een teeltconcept op voor een belichte tomatenteelt met 35% minder elektriciteit, en toets dit.



Aanleiding

- Areaal belichte tomaat neemt sterk toe (intensiteiten ook)
- Onderzoeken tonen aan: het is goed mogelijk te telen met LED belichting
- LEDs ca. 30% efficiënter ($\mu\text{mol}/\text{J}$) dan SON-T lampen
- Programma Kas als Energiebron
- Toekomstbeeld: Nieuwe kassen energieneutraal in 2020, bestaande kassen gebruiken 50% minder energie dan in 2011
- Arenasessie met telers over "Teeltconcept LED belichting"

Opdrachtgevers en betrokkenen

- Gefinancierd door Kas als Energiebron (innovatieprogramma voor energiebesparing en gebruik van duurzame energie in de glastuinbouw)
 - Productschap Tuinbouw
 - Ministerie van Economische Zaken
- Begeleidingscommissie uit de praktijk (telers, voorlichters)
- Rol voor private partij (in dit geval: leverancier van lampen, vaak ook leveranciers van substraat, klimaatcomputers, sensoren, etc.)



Belichten met minder elektriciteit

Doelstellingen:

- Verlagen elektriciteitsgebruik in belichte teelt
 - Doel experiment: 35% minder elektriciteit
 - Op termijn: 50% minder elektriciteit
 - Met behoud van productie
- Kennis van plantprocessen

→ Kan alleen door licht efficiënter te benutten!



Uitgangspunt: 5-stappen plan opgesteld

Zo veel mogelijk halen uit het licht met zo min mogelijk energie door:

1. Zoveel mogelijk molen natuurlijk licht in de kas (diffuus glas, lichttransmissie)
2. Zoveel mogelijk molen uit een kWh elektra in de kas (LED belichting)
3. Zoveel mogelijk molen onderscheppen door het gewas (tussenbelichting, LAI opbouw, lichtverdeling)
4. Zoveel mogelijk assimilaten uit een onderschepte mol (lichtplan, fotosynthesemonitoring)
5. Zoveel mogelijk assimilaten naar te oogsten product



Aangelegde behandelingen

2 afdelingen:

1. Energie-efficiënte productie (referentie):

- $105 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ SON-T toplicht en $2 \times 53 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ LED tussenbelichting
- Helder glas
- Daglengte maximaal 16 uur

2. Zeer energiezuinige teelt:

- $105 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ hoog-efficiënt LED toplicht en $2 \times 53 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ LED tussenbelichting
- Diffuus glas
- Gebruik van lichtintegratie, daglengte max 13 uur.

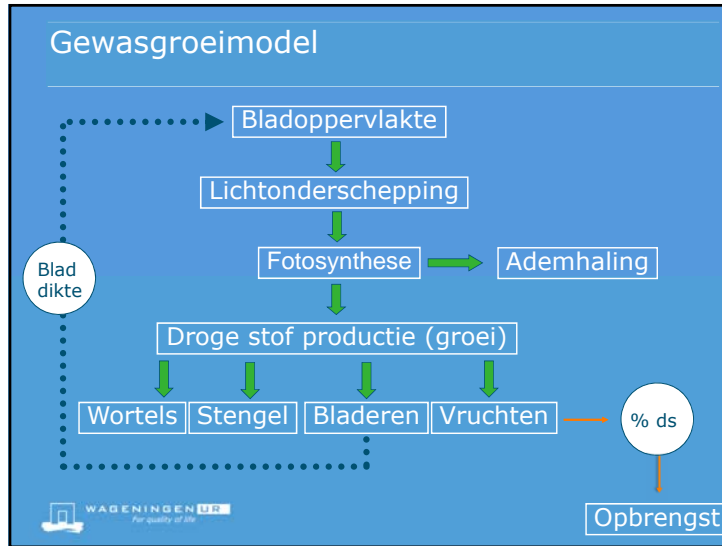


Doelstelling: 35% reductie energiegebruik

Te realiseren in drie stappen:

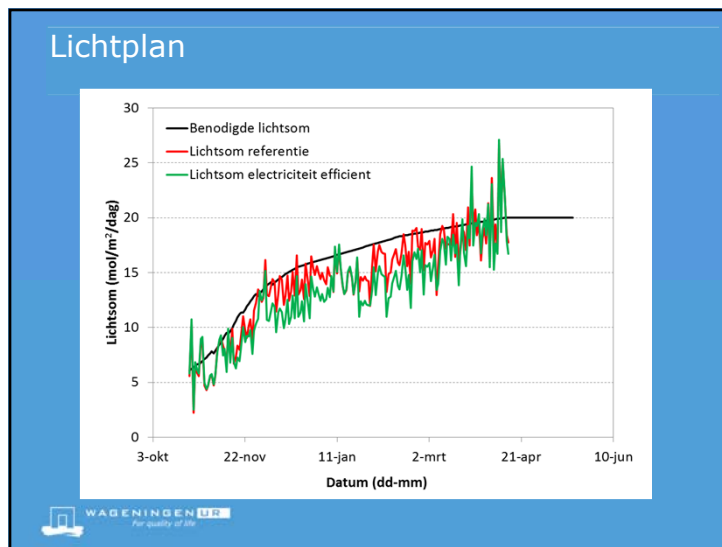
1. Diffuus kasdek: ca. 5% hogere lichttransmissie
2. LED topbelichting ($2.3 \mu\text{mol/J}$) i.p.v. SON-T ($1.8 \mu\text{mol/J}$) (helft van intensiteit): 12.5%
3. Minder belichtingsuren (max. 13 i.p.v. 16): 17.5% op basis van belichtingsplan





Lichtplan maken

- Doelstelling: niet meer licht geven dan plant nodig heeft
- Input gewasgroeimodel:
 - "Standaard" klimaatfile
 - Plantdatum en plantdichtheid
 - Plantgewicht bij start van de teelt
- Berekenen assimilatenbehoefte van gewas
- Op basis daarvan lichtbehoefte berekenen

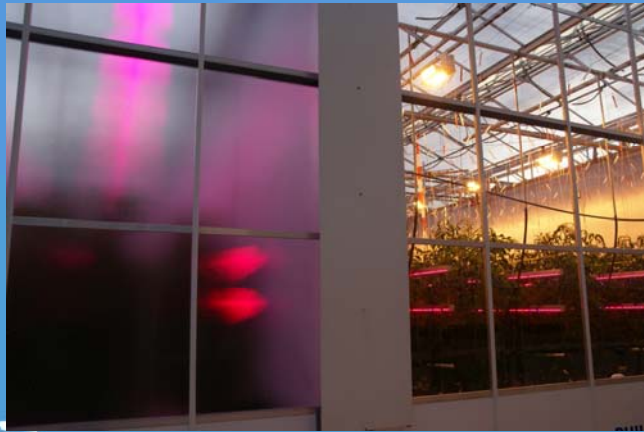


Teelt

- Komeett, geënt/getopt, zaaidatum 27 augustus 2013
- Plantdatum 23 oktober 2013, 2.5 stengels/m²
- Extra stengels week 49 (1/3) en 1 (1/6), 3.7 stengels/m²
- Belichten vanaf 1 november (top), eind november (tussen)
- Einde teelt: 21 mei 2014



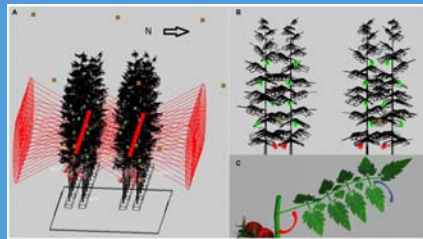
Behandelingen



Teeltconcept

In dit project twee doelen:

1. Vergelijken teeltconcepten (elektriciteit en productie)
2. Begrip van plantprocessen
3. (Integratie van deze twee)

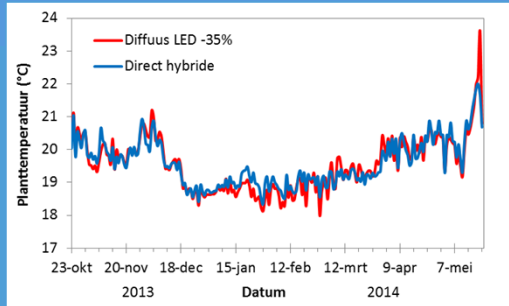


PAR straling (t/m 21 mei)

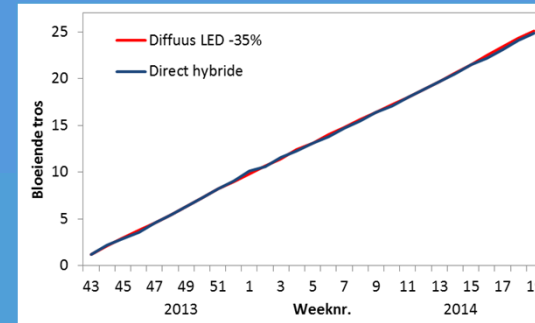
	LED diffuus	SON-T hybride	Verskil t.o.v. SON-T
PAR licht van de zon (mol/m ²)	1871	1790	5%
PAR licht van de lampen (mol/m ²)	1281	1547	-17%
Totale PAR som (mol/m ²)	3152	3336	-6%

Sturen gewasontwikkeling

Om gewasontwikkeling vergelijkbaar te houden: sturen op planttemperatuur



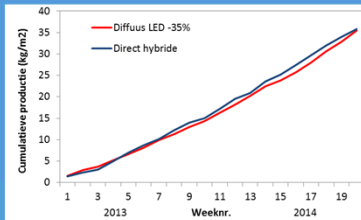
Resultaten gewasontwikkeling



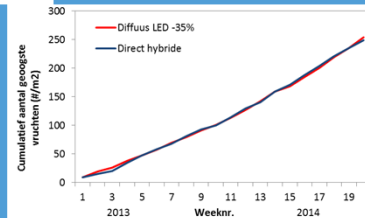
Ontwikkelingssnelheid gelijk in beide behandelingen



Productie



21 mei 2014:
LED: 35.5 kg/m²
SON-T: 35.8 kg/m²
(1% verschil)
Oorzaak: gemiddeld vruchtgewicht

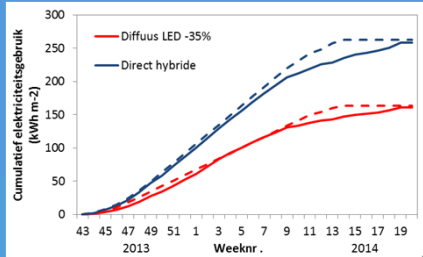


Doelstelling productie

- Doelstelling: 35% minder elektriciteit met (bijna) gelijke productie
- Doelstelling gehaald (1% lagere productie)



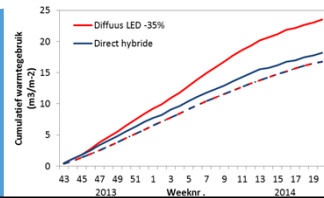
Energie en elektriciteit



21 mei 2014:

38% minder elektriciteit

29% meer warmte

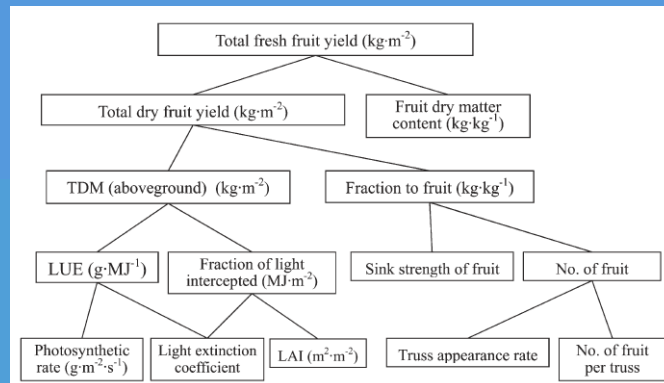


Doelstelling 1. Elektriciteit

- Doelstelling was: 35% besparing op elektriciteit.
- Gerealiseerd: 37%. Daarmee is doelstelling gehaald.
- Maar: om te compenseren voor lagere warmte-afgifte LED lampen is 29% meer (buis) warmte gebruikt
- Wat betekent dit voor totale energiegebruik?

- Omrekenen van elektriciteit naar warmte (8 kWh elektrische input - 1 m³ warmte): helft van de besparing aan elektriciteit alsnog is ingebracht als warmte.

Doelstelling 2. Begrip van plantprocessen

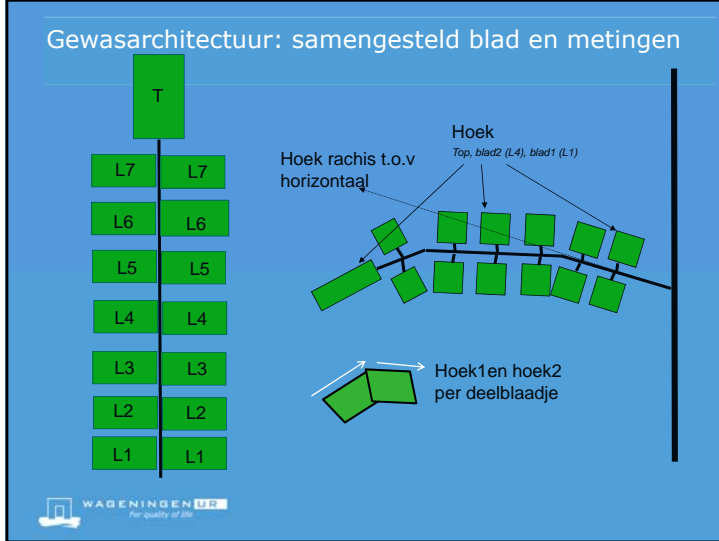


Onderzoeksvragen - I

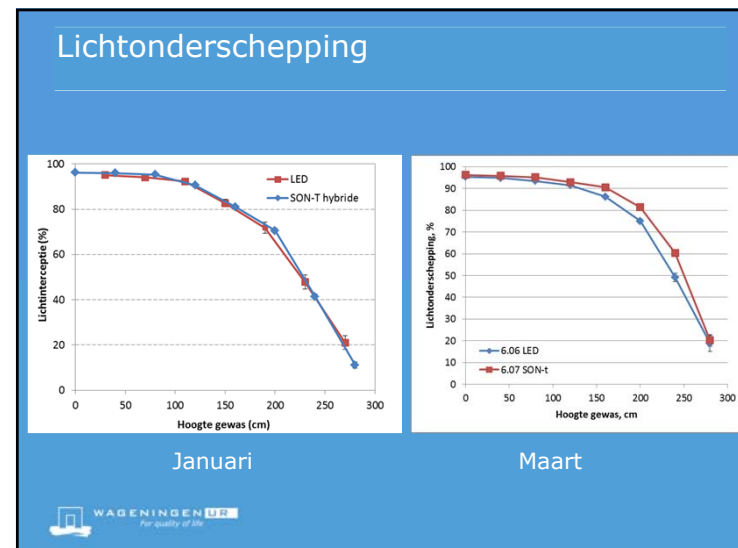
1. Wat zijn de verschillen in gewasontwikkeling en assimilatenverdeling onder beide belichtingssystemen?
2. Wat is de fysiologische achtergrond hiervan?

Metingen:

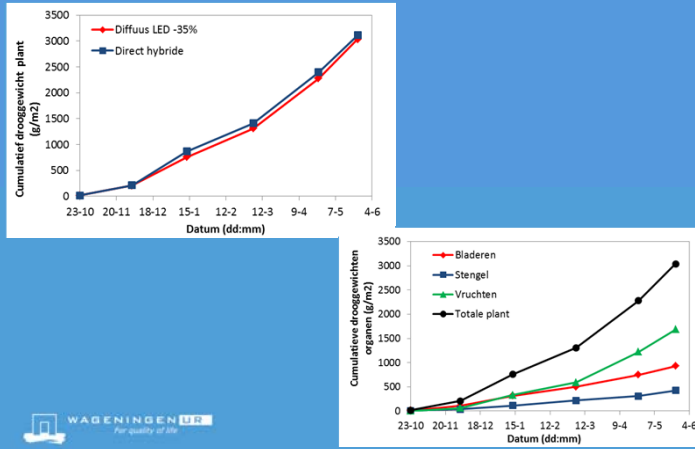
- Bladgrootte, ontwikkeling, gewasarchitectuur
- Lichtonderschepping door het gewas
- Destructieve oogsten



- ### Gewasarchitectuur: resultaten
- Voor alle hoeken: Bladeren onder LED meer opgericht, vlakker dan onder SON-T
 - Verder naar beneden in de plant: bladeren staan ronder
 - Geen verschil tussen LED en SON-T in:
 - Bladbreedte, bladlengte
 - Internodiumlengte
- WAGeningen UR
For quality of life



Assimilatenverdeling

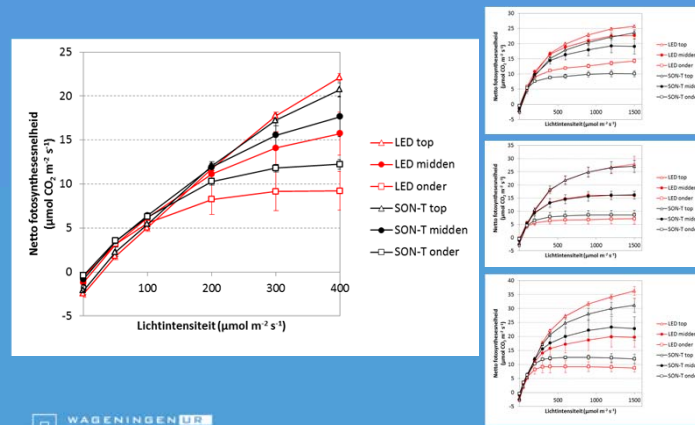


Onderzoeksvragen - II

3. Wat is het verloop van de maximale fotosynthese-capaciteit van boven naar beneden in het gewas onder beide belichtingssystemen?

- Maximale fotosynthese-capaciteit
- Fotosynthese karakteristieken van boven- en onderzijde van de bladeren meten

Fotosynthesemetingen (dec, feb, apr)



Onderzoeksvragen - III

4. Wat de kwaliteit van vruchten en trossen bij beide belichtingssystemen?

Metingen:

- Maandelijks: houdbaarheid, brix, zuur, refractie, %sap, % droge stof en vitamine C.
- Trossen visueel beoordelen op kleur, regelmatigheid van zetting en doorkleuren, etc.

Vruchtkwaliteit: nauwelijks verschillen

LED - Diffuus kasdek						
Datum oogst	Smaakcijfer versie 2.1	Refractie	Zuur	%Sap	Stevigheid	Vit C
8-jan	37	3.3	6.0	33	51	13.6
18-feb	33	3.3	6.1	29	29	25.1
18-mrt	31	3.1	5.5	28	32	24.2

SON-T hybride						
Datum oogst	Smaakcijfer versie 2.1	Refractie	Zuur	%Sap	Stevigheid	Vit C
8-jan	35	3.5	6.7	26	43	13.6
18-feb	30	3.3	5.8	23	37	22.5
18-mrt	30	3.2	5.9	24	38	24.1

Houdbaarheid

Houdbaarheid in dagen

Oogstdatum	LED -diffuus	SON-T hybride
8-jan	14.2	14.2
21-jan	12.6	13.7
4-mrt	30.5	31.8

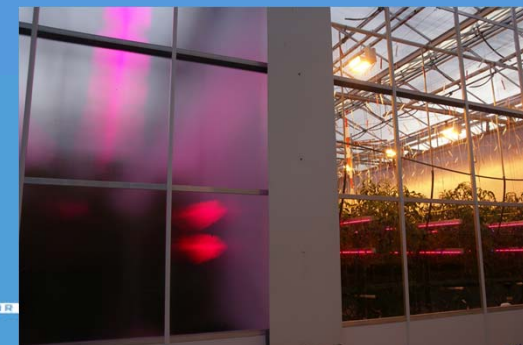
Er is nog iets onlogisch

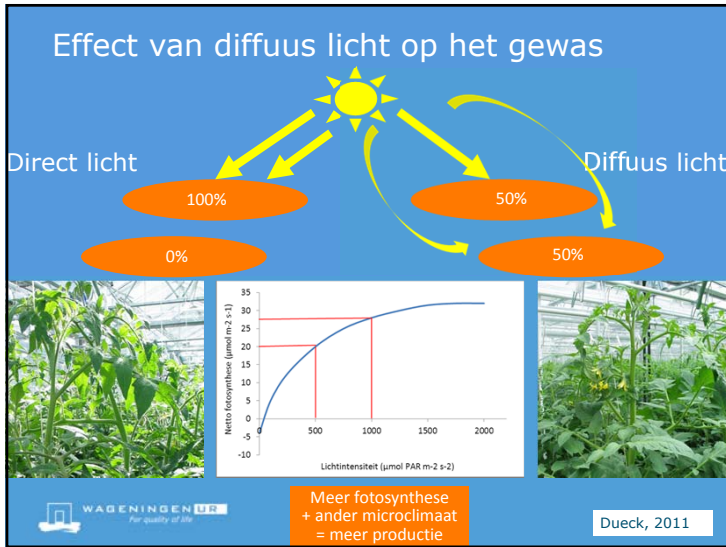
- Vuistregel: 1% licht = 1% productie
- In deze proef: 6% minder licht, 1% minder productie
- Oorzaak?



Elementen in de proef

- Belichtingssystemen
- Belichtingsduur
- Kasdek





Optelling van effecten

Factor	Effect
CO ₂ concentratie	0.3%
vochtdeficiet	0%
Belichting (type en aantal belichtingsuren)	-6.5%
Zonlicht (haze en transmissie kasdek)	6.5%

Effect van minder belichtingsuren wordt volledig gecompenseerd door positieve effecten diffuus kasdek

- ### Conclusies
- Telen met 35% minder elektriciteit is goed mogelijk
 - Om ontwikkeling van gewas op peil te houden is meer warmte nodig
 - Minder belichtingsuren: compensatie door diffuus kasdek
 - Geen wezenlijk andere planteigenschappen onder LED+diffuus kasdek vergeleken met SON-T hybride systeem.

Bedankt voor uw aandacht

Vragen?