

Licht & LEDs in de Kas

Tom Dueck, Wageningen UR Glastuinbouw

Bijeenkomst Lucel, 24 juni 2008



Inhoud

- Licht, straling en energie
- LEDs
 - Misvattingen
 - Resultaten in de praktijk
- Onderzoek naar licht in de kas

Begrippen

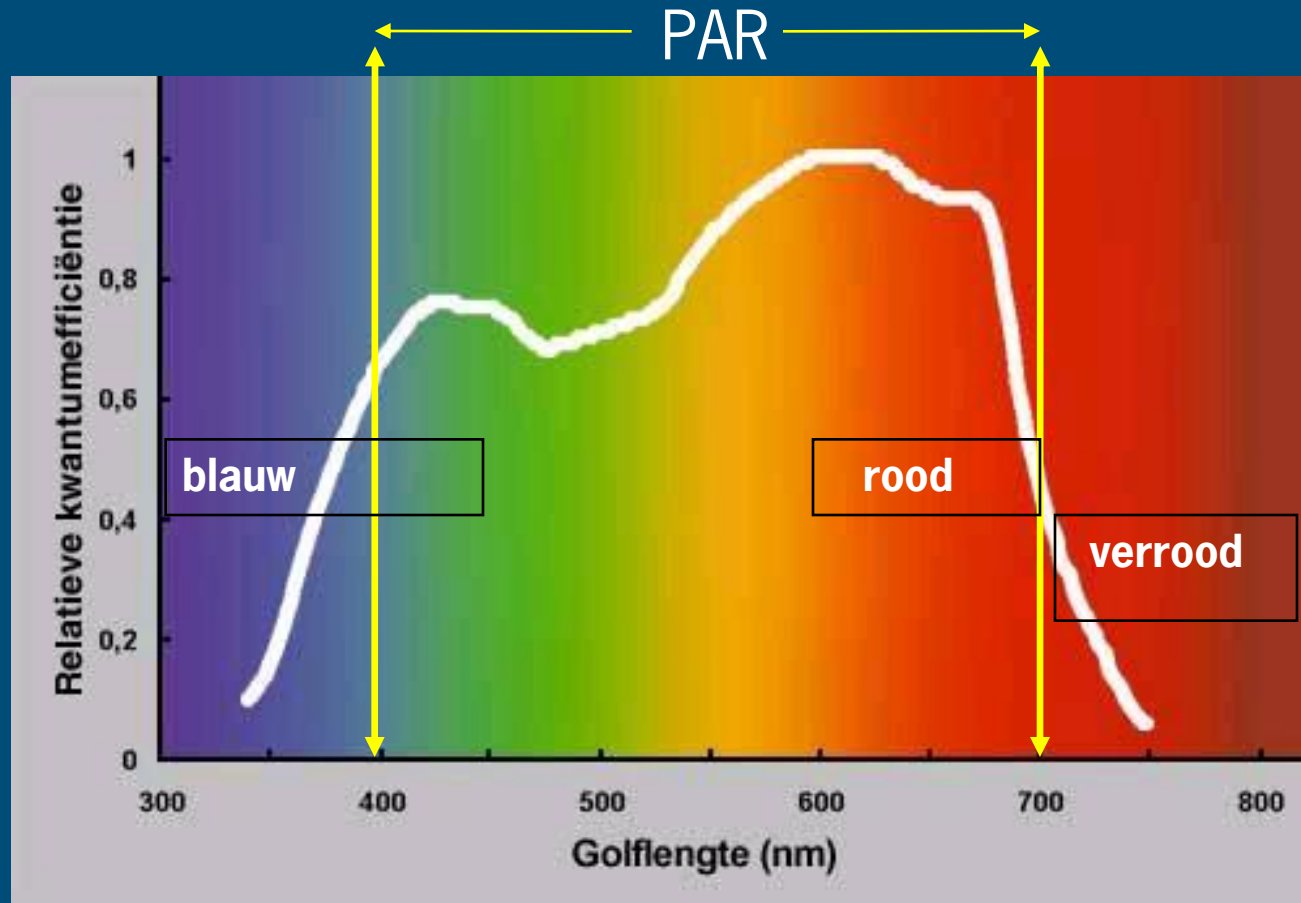
PAR: Photosynthetic Active Radiation

- energie inhoud PAR licht (W/m^2)

PPFD: Photosynthetic photon flux density

- # fotonen (energiepakketjes) in PAR licht ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)

Welke kleuren 'ziet' een plant?



Licht benutting door planten:

- Voor fotosynthese: **groeilicht**
 - Nodig: veel licht
 - 400 - 700 nm = PAR licht
- Fotomorfogenese: **stuurlicht**
 - Nodig: specifiek licht
 - UV, blauw, rood, verrood

Globale straling

- Eenheid W/m^2 (en J/cm^2)
 - Stralingsenergie 300 - 2800 nm
 - Blauw licht – bevat meer energie - solarimeter waardeert blauw hoger
- Stralingsenergie: ~ 45% PAR, 50% NIR (warmte), 5% UV

PAR licht

- Eenheid $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ – PAR meter
 - PAR meter meet fotonen - aantal energiepakketjes (μmol) per seconde op een bepaald oppervlak

Boodschap:

- Meet groeilicht in $\mu\text{mol PAR}$!
 - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
 - # bruikbare lichtdeeltjes (fotonen)
- Voordeel:
 - Je weet waar de plant aan toe is
 - Licht van verschillende bronnen berekenen en optellen

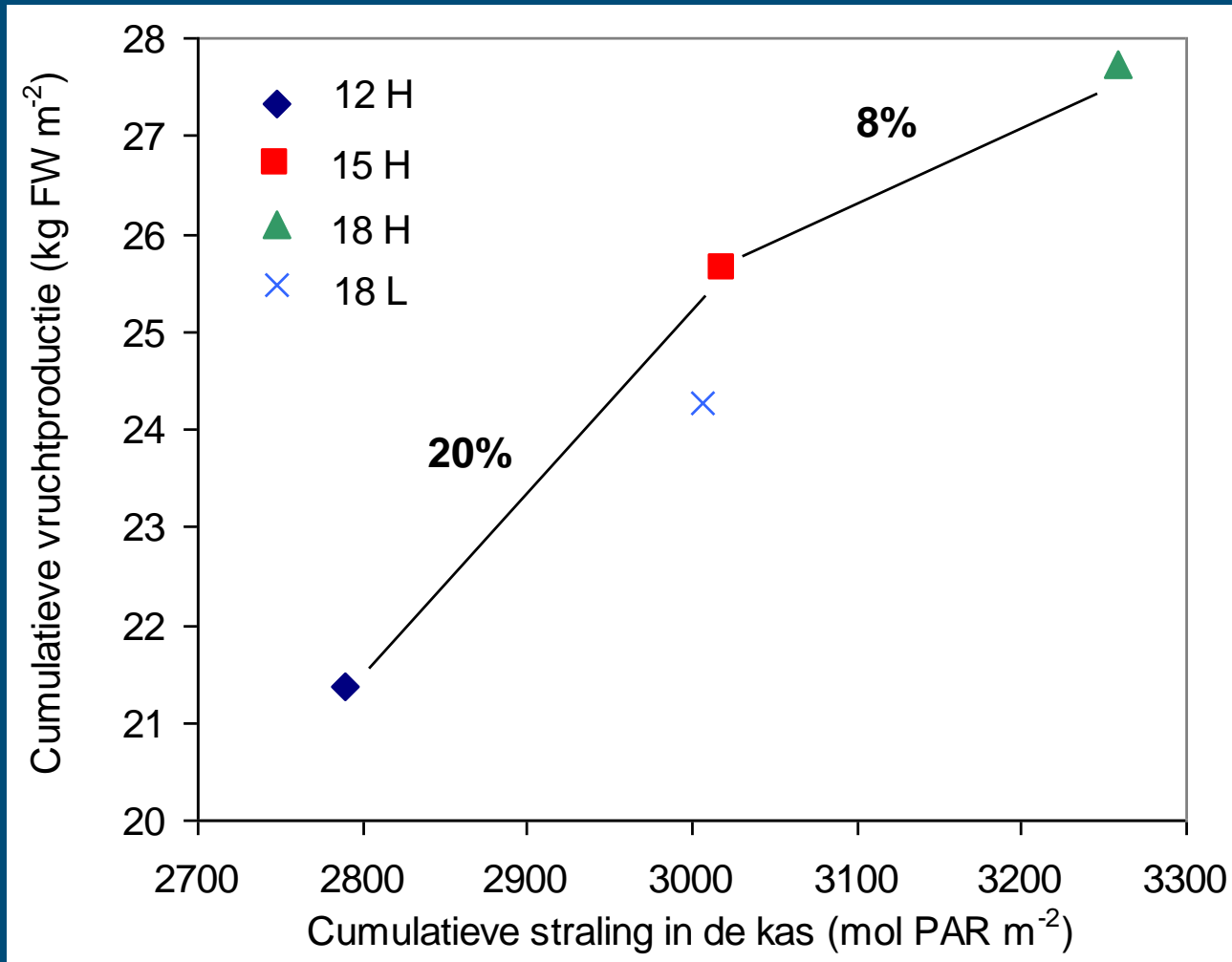
Belichting en energie

- Fotonen van verschillende kleur hebben andere energie inhoud
 - ~ 1 μmol fotonen (ongeacht kleur) activeert 1 μmol chlorofylmoleculen
- > 1% lichtregel

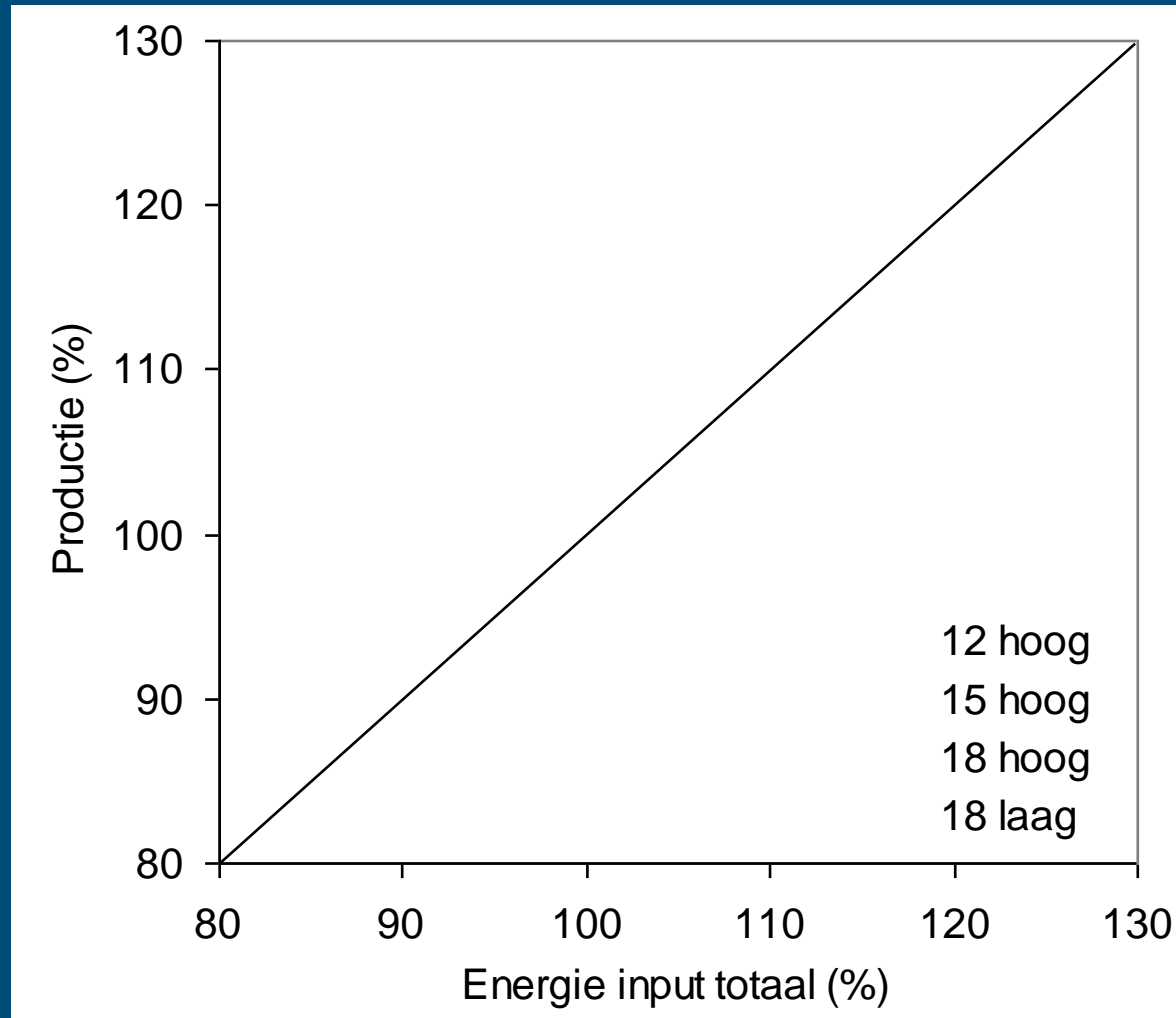
Belichting bij tomaat - SONT (tot week 14)

Nr	Lichtduur (uur)	Lichtintensiteit $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$	lux	Lichtsom $\text{mol}/\text{m}^2/\text{dag}$	Licht aan (uur)
1	12	162	12.500	7.0	4:00-16:00
2	15	162	12.500	8.8	1:00-16:00
3	18	162	12.500	10.5	22:00-16:00
4	18	135	10.400	8.8	22:00-16:00

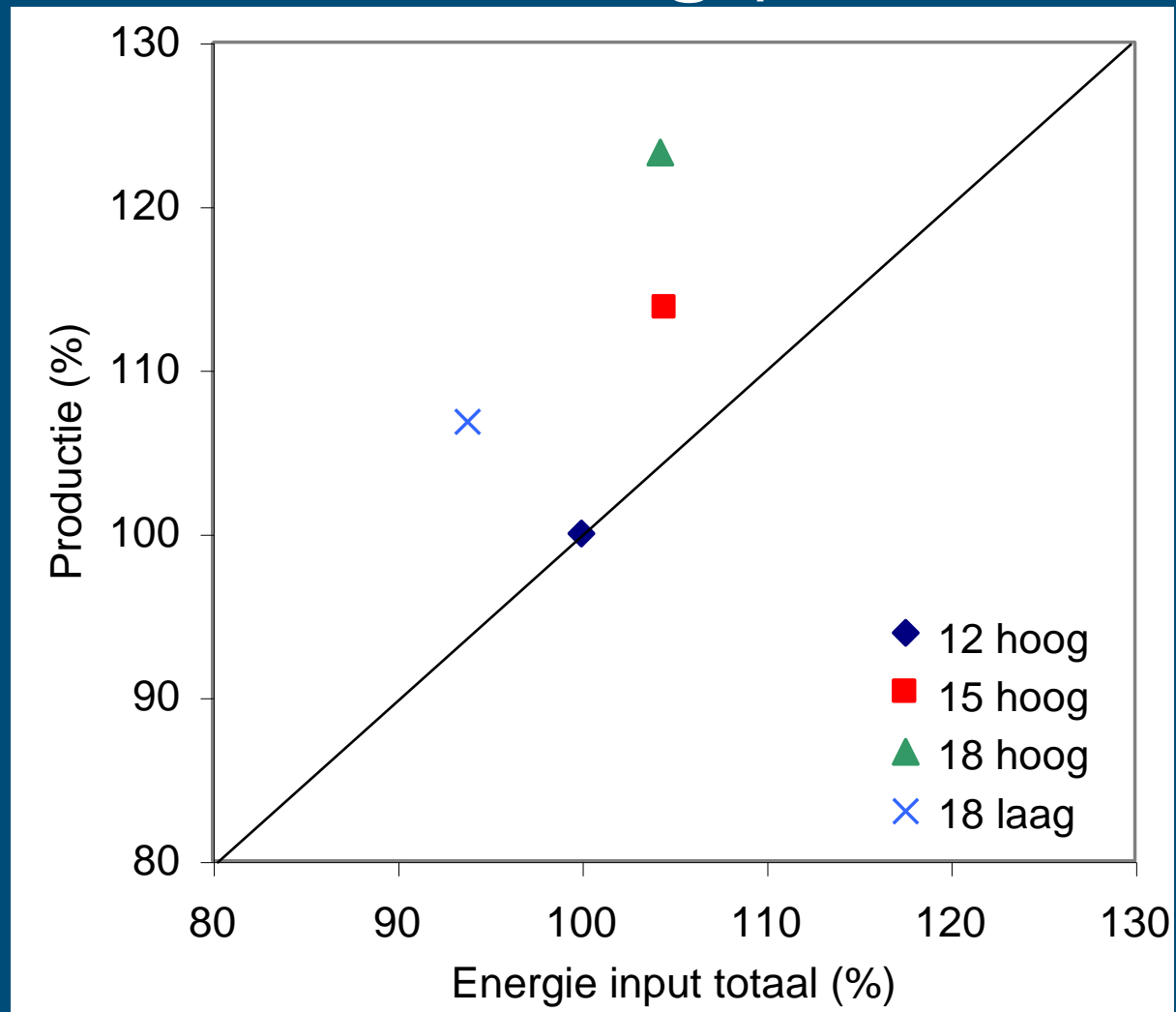
Productie gerelateerd aan totale lichtsom (t/m wk 20)



Energie efficiëntie: belichtingsperiode



Energie efficiëntie: belichtingsperiode



Conclusies energieberekeningen

- 18 uur belichten met hoge lichtintensiteit geeft de hoogste productie per MJ energie-input
- Licht is sturende factor, maar temperatuur is ook belangrijk -> samen bepalen ze de energie-input
- Consequenties van LED-belichting voor het kasklimaat ?

LED-belichting in de kas

- Misvattingen
- Praktijk resultaten

Misvattingen rond toepassingen van LEDs (1)

Misvatting 1. LEDs zijn efficiënter dan SON-T

- Efficiëntie op basis van fotonen/m²/s (niet energie)
- PAR rendement
 - SON-T ~ 1.9 μmol/m²/s
 - LEDs rood ~ 1.6 μmol/m²/s
 - LEDs blauw ~ 1 μmol/m²/s

Misvattingen rond toepassingen van LEDs (2)

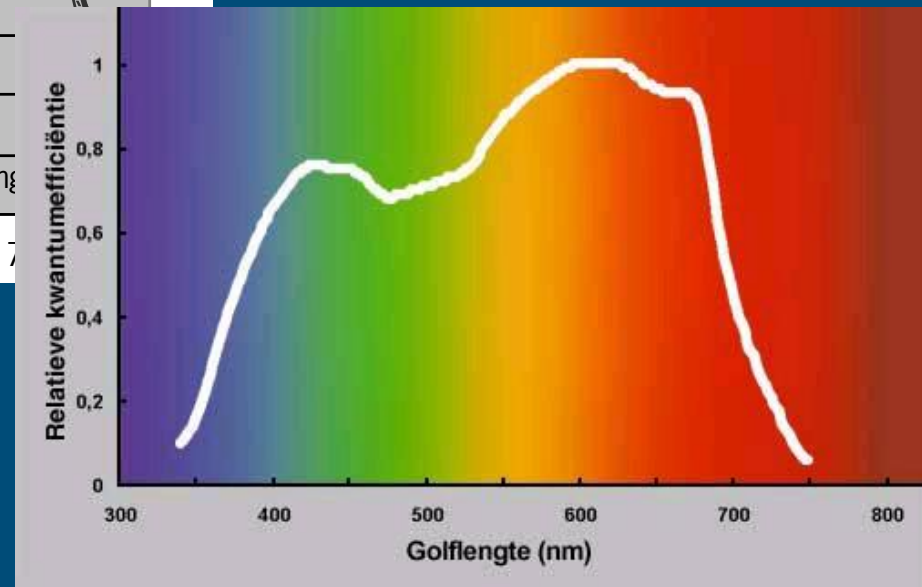
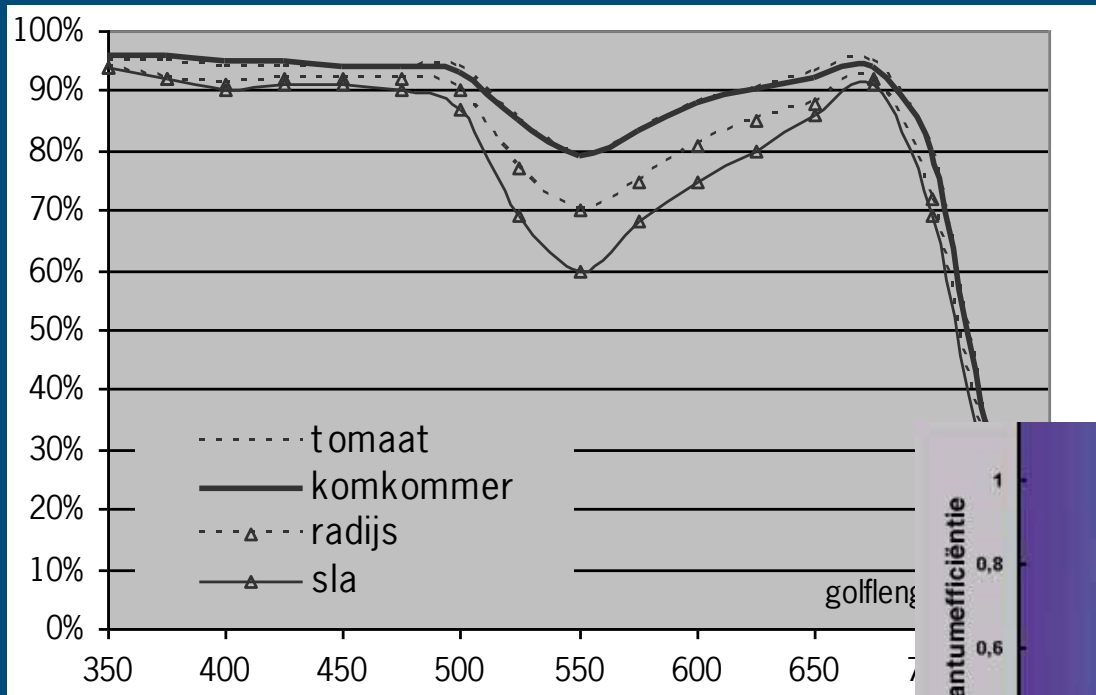
Misvatting 2. LEDs produceren minder warmte

- Energie verlies door aansturing (5-10%)
- Door warmteproductie daalt rendement
- Warmteproductie
 - LEDs ~ 70% volgens producenten
 - SON-T ~ 60% volgens Philips

Misvattingen rond toepassingen van LEDs (3)

Misvatting 3. Een deel van het (daglicht, SON-T) spectrum wordt door planten niet gebruikt. LEDs met een specifieke golflengte zijn efficiënter

Absorptie van fotonen per lichtkleur



Misvattingen rond toepassingen van LEDs (4)

Misvatting 4. Pulserende LEDs zijn efficiënter

- Zie ook Onder Glas april 2008

LED-belichting bij v/d Kaaij



Belichting op gewasniveau?



LEDs zonder en met (witte) flits



Afzonderlijk rood en blauw



Combi rood en blauw



Meetomstandigheden

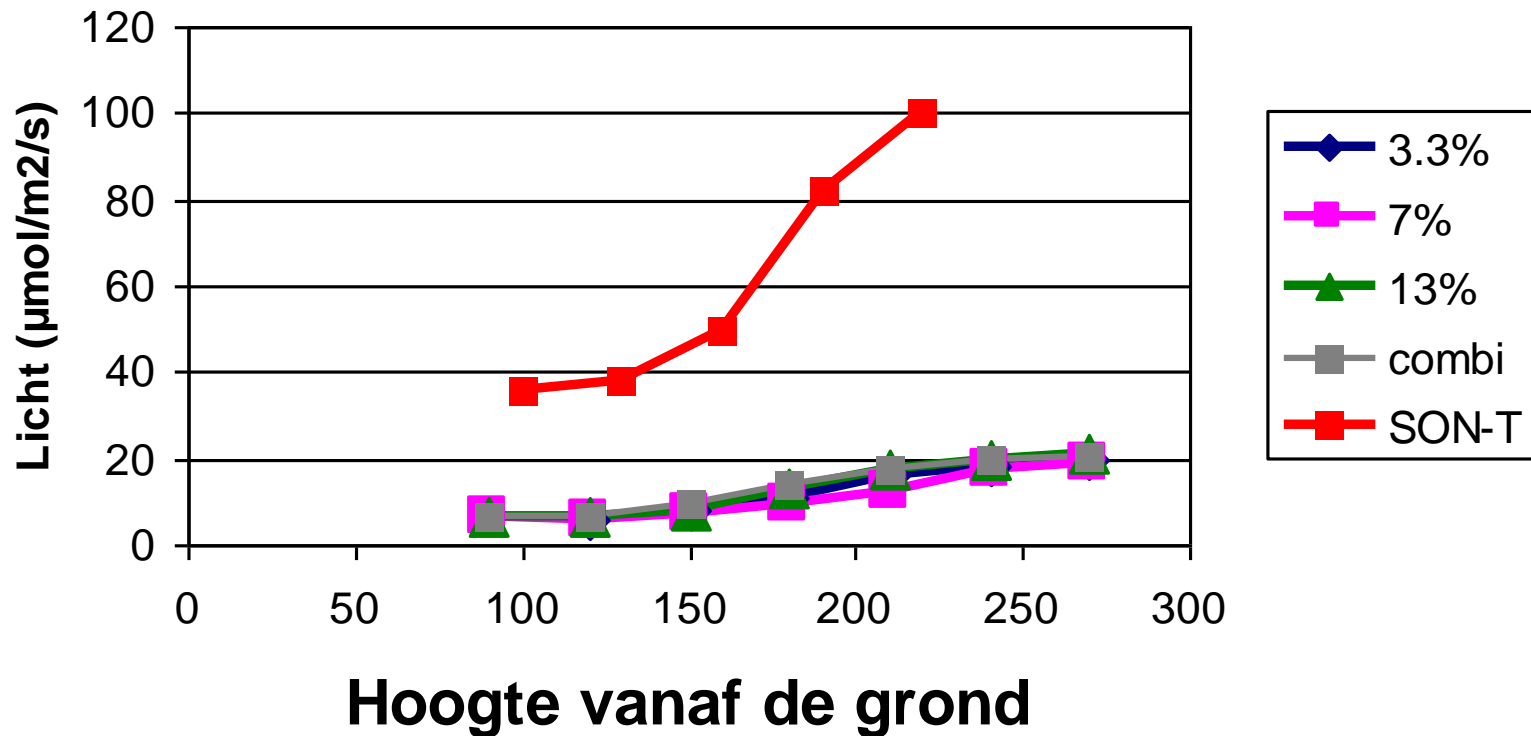
- Laat in belichtingseizoen begonnen
- Verschillende plantdatum
- Verschillen in licht-aan
- Metingen te kort na licht-aan
- Lichtintensiteit aangepast tijdens belichting

Meetomstandigheden (2)

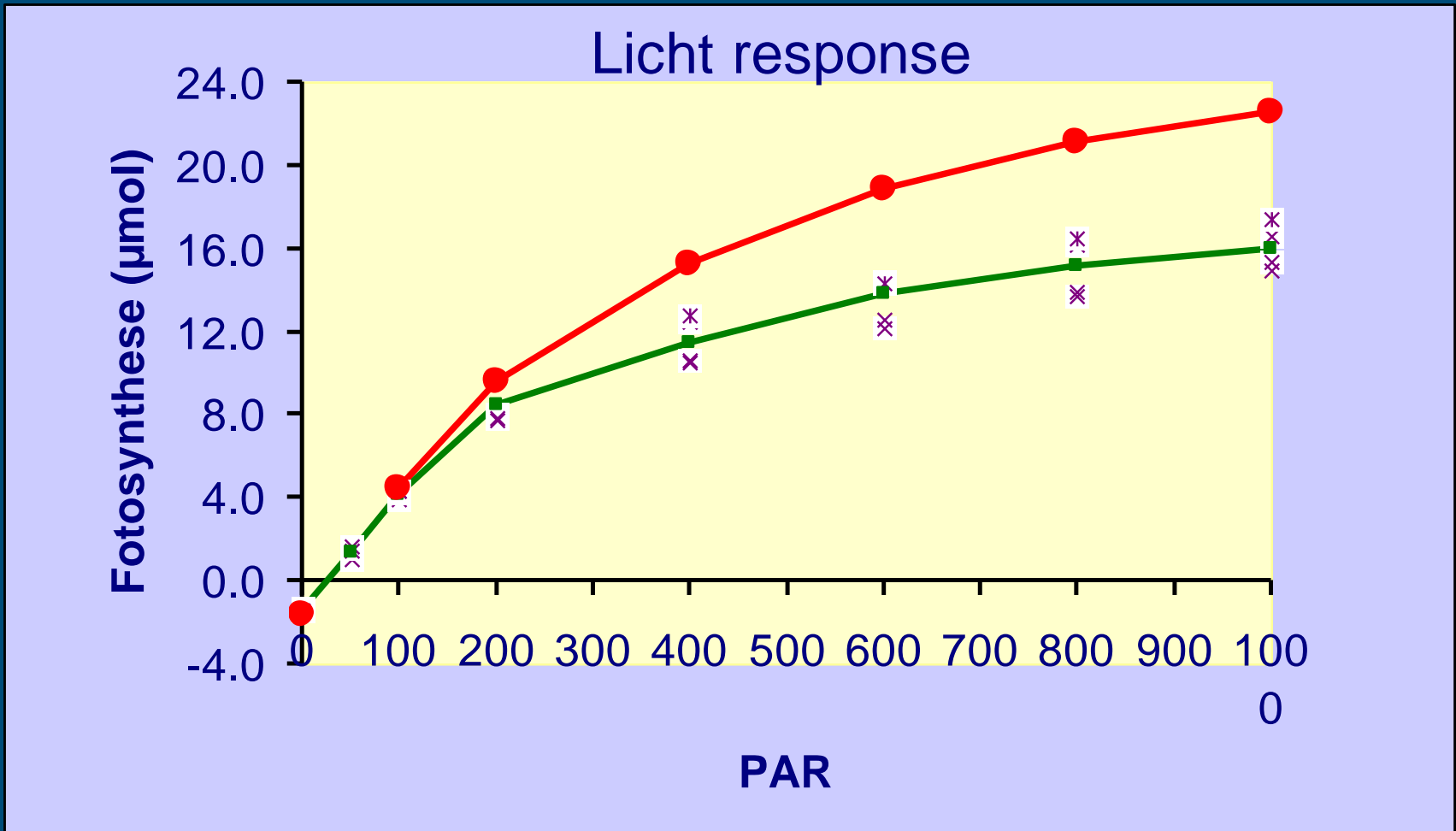
	LEDs	SON-T
Plant Datum	15 dec	8 jan
Licht-aan	19 jan	8 jan
Intensiteit	20 μmol	100 μmol

Lichtonderschepping in het gewas

Lichtintensiteit in het gewas

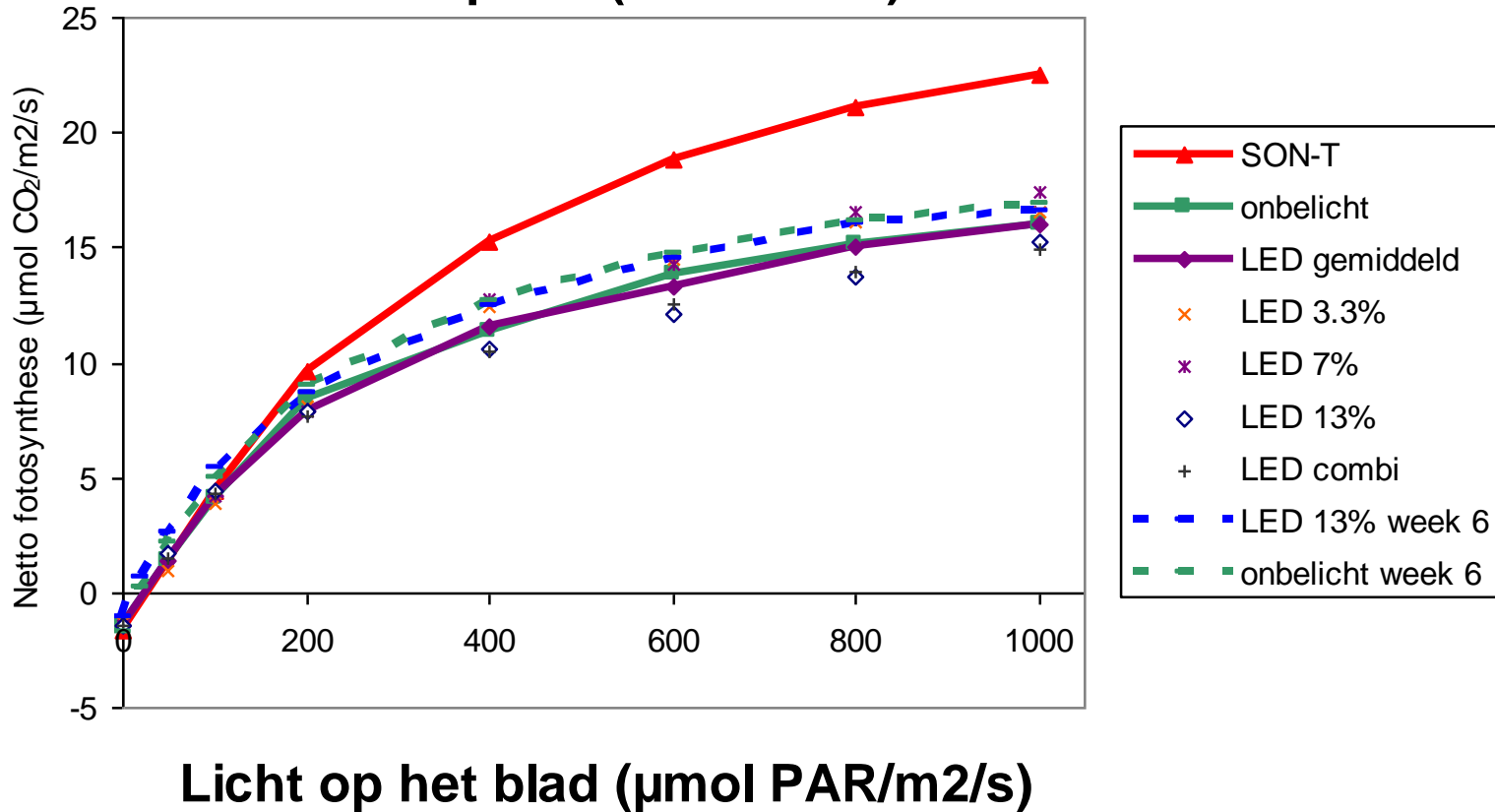


Fotosynthesecapaciteit



Capaciteit na 2 weken

Lichtrespons (week 4 + 6)



Oostresultaat t/m wk 15

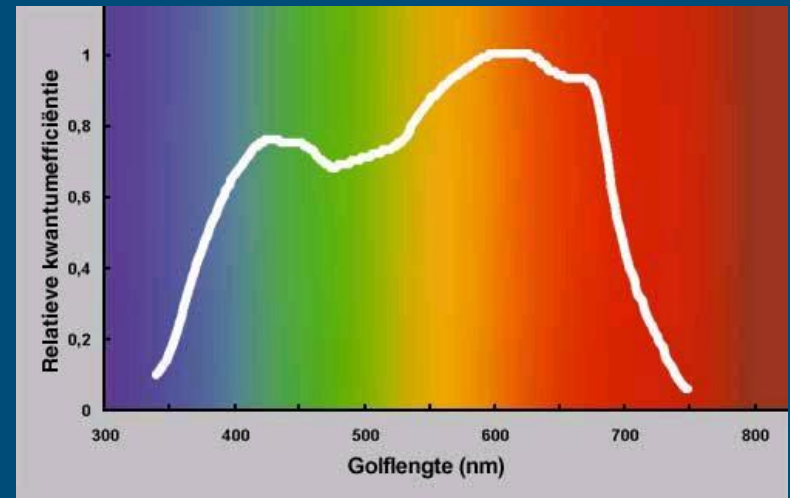
- LEDs – 1.48 t.o.v. onbelicht
- SON-T – 2.22 t.o.v. onbelicht

Oogsten

- Oogstresultaten tomaat
 - Moeilijk te vergelijken
 - Hoger dan verwacht dan volgens fotosynthese
 - Berekeningen nodig voor gezonde vergelijking

Licht & LEDs in de kas: onderzoek?

- Kleurspecifieke absorptie
- Belichting zonder NIR
- Energiebesparing bij opkweek/meerlagenteelt
- LEDs als tussenbelichting
- Voorzetting metingen in de praktijk
- Vragen/interesse voor LEDs bij diverse gewassen



Wageningen UR Glastuinbouw

Innovaties vóór en mét de glastuinbouw

© Wageningen UR



Omrekeningen PAR licht

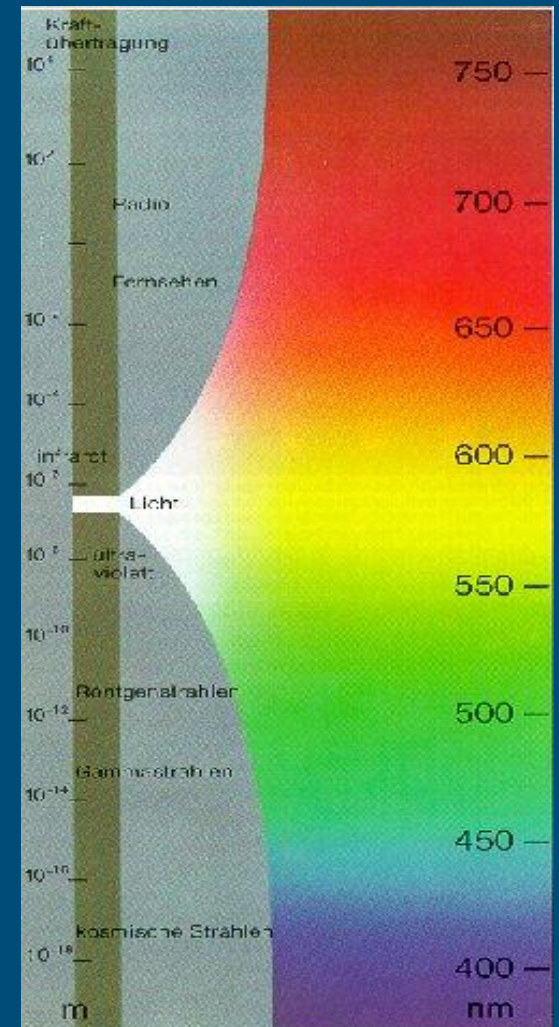
	Lux -> μmol	μmol -> Watt	Lux -> Watt
Dag - diffuus	54	4.57	247
Dag – helder	52	4.24	220
SON-T	82	4.95	406

Stuurlicht: respons op lichtkleur

- Lichtkleur stuurt belangrijke ontwikkelingsprocessen
 - Effect op de vorm van de plant
 - Waarnemen dag-nacht
 - Seizoenen (daglengte)

Stuurlicht

- Ook tussen 350-450 nm en >660 nm
- Voor de fotosynthese 'niet' van belang



Rood en verrood licht:

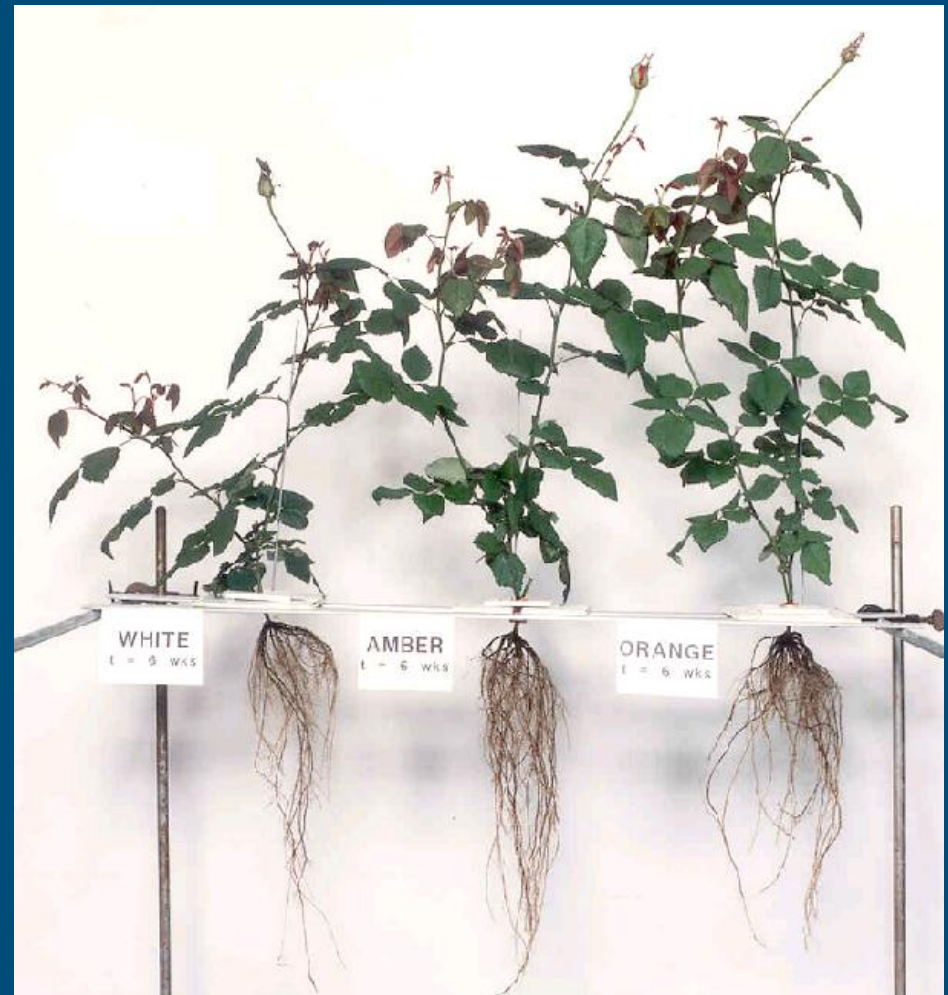
- Rood -> kortere, vertakte planten, dikkere bladeren
- Rood/verrood verhouding: laag: → lange planten
- Blauw licht nodig voor respons op R/VR

Blauw licht:

- Vorming bladgroen en bladgroenkorrels
- Opening van de huidmondjes
- Streckingsgroei: meer blauw, minder strekking
 - Positief voor potplanten
 - Bladoppervlak: minder blauw, groter bladoppervlak
 - Positief bij bladgroenten
- Normale ontwikkeling bij 6% blauw
 - Zonlicht ~ 27% blauw; SON-T ~ 6% blauw
 - Er is voldoende blauw in zonlicht – ook 's winters

Blauw licht

Lampkleur	% blauw
Wit	18
Amber	4
Oranje	2



Ultraviolet licht (300 – 400 nm)

- Strecking, afharden
- Bloemkleur
- Bladkleur
- Minder bladgroen

NB: insecten en schimmels gevoelig voor UV!

Intensievere kleuring door meer UV

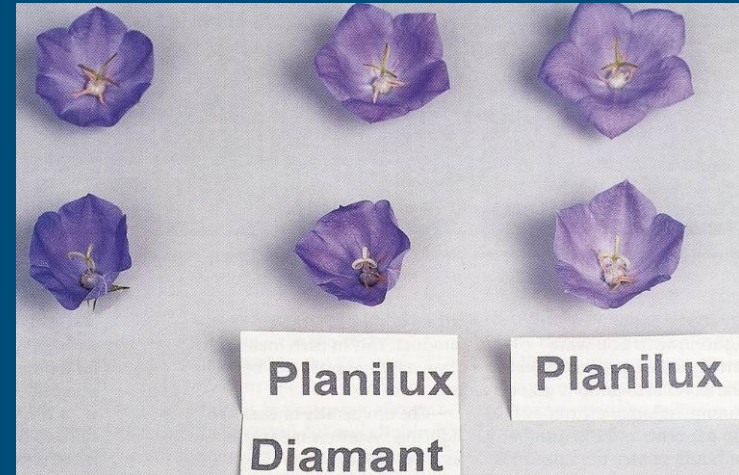
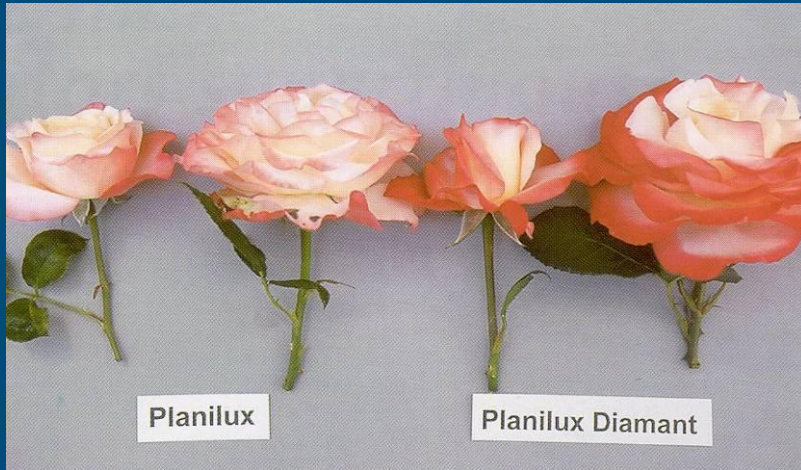


Foto: onderzoek Beßler, LVG Ahlem



Lichtspectrum en lichtmeting (4)

- Hoe ziet een plant (lamp)licht? → Als een verzameling energiepakketjes

