

Licht en planten (onder glas)

Tom Dueck, Wageningen UR Glastuinbouw

Masterclass workshop, 17 april 2008

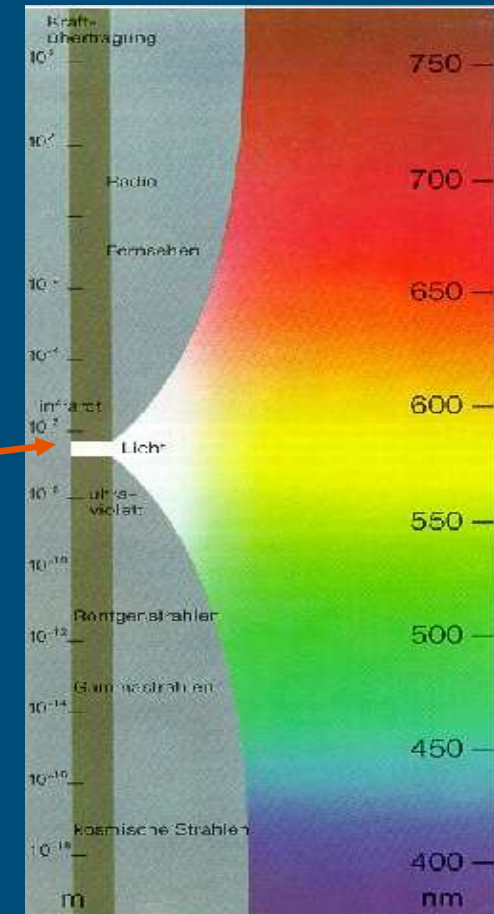


Inhoud

- Licht en straling
- Stuurlicht
- LEDs
- Diffuus Licht

Zonlichtspectrum

Straling	Golflengte	Opmerking
UV-C	<< 290 nm	Komt niet aan op aarde
UV-B	280 - 315 nm	<300 nm komt niet aan op aarde
UV-A	315-380 nm	
VIS	380-780 nm	Paars, blauw, groen, geel, oranje, rood
IR-A	780-1.400 nm	Nabij infrarood NIR
IR-B	1.400-3.000 nm	
IR-C	3.000-100.000 nm	Ver infrarood VIR



Begrippen

PAR: Photosynthetic Active Radiation

- energie inhoud licht tussen 400 en 700 nm (W/m^2)

PPFD: Photosynthetic photon flux density

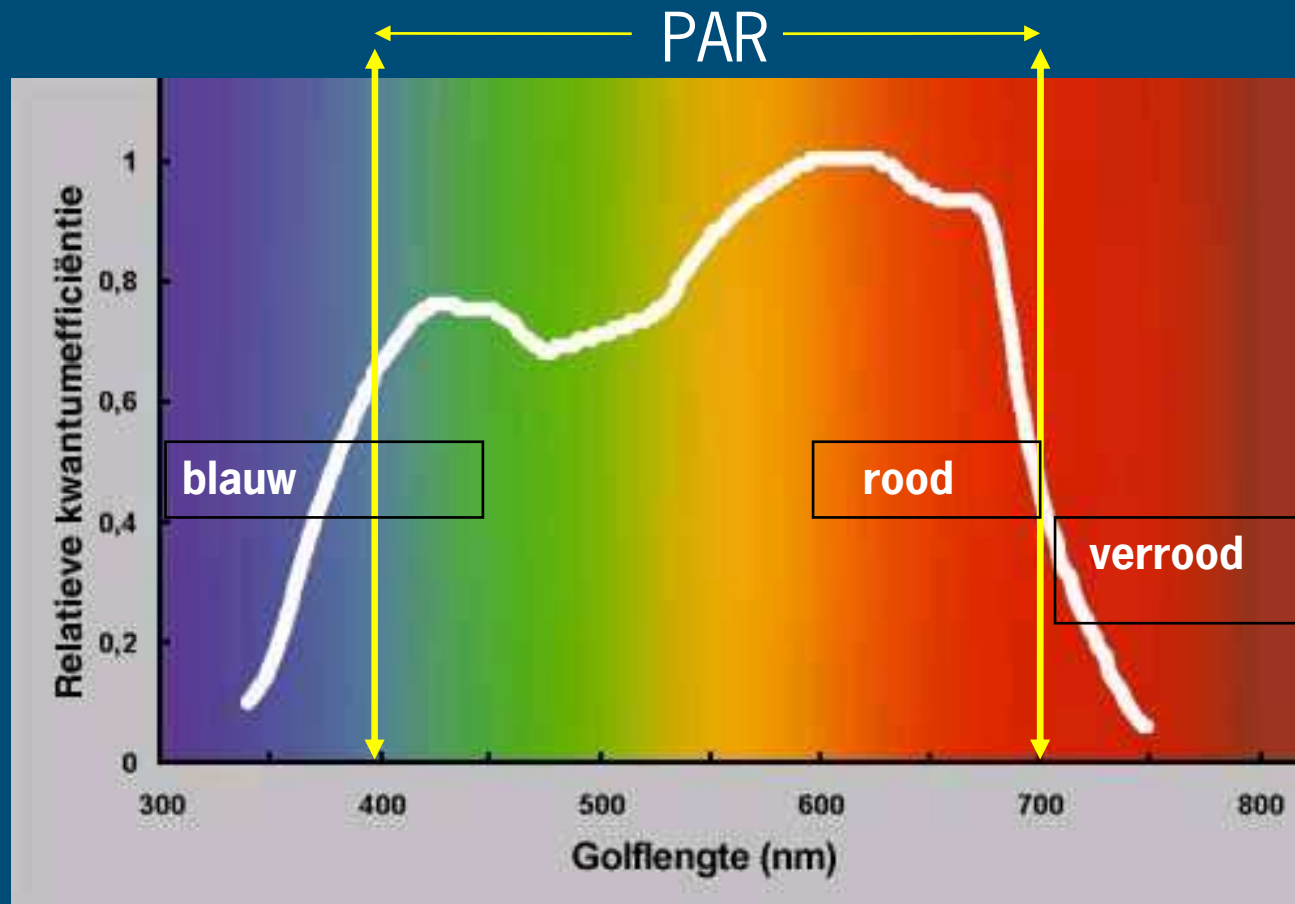
- aantal fotonen (energiepakketjes) tussen 400 en 700 nm ($\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$)
- Fotosynthese: $\sim 1 \mu\text{mol}$ fotonen activeert 1 mol chlorofylmoleculen ($\rightarrow$ 1% lichtregel)

Planten gebruiken licht voor twee dingen:

- Voor de fotosynthese: **groeilicht**
 - Nodig: veel licht
 - 400 - 700 nm = PAR licht
- Voor de fotomorfogenese: **stuurlicht**
 - Nodig: specifiek licht
 - 300 - 450 nm = uv, violet, blauw
 - 600 - 700 nm = rood
 - 700 - 800 nm = verrood

Welke kleuren 'ziet' een plant?

Gemiddelde plantgevoeligheid (McCree, 1972)



Globale straling

- Eenheid W/m^2 (en J/cm^2) - solarimeter
 - Meet totale stralingsenergie 300 - 2800 nm
 - Blauw licht bevat meer energie en wordt door de solarimeter hoger gewaardeerd dan door de plant
 - Stralingsenergie: ongeveer 45% bruikbaar licht, 50% warmte en 5% UVB

PAR licht

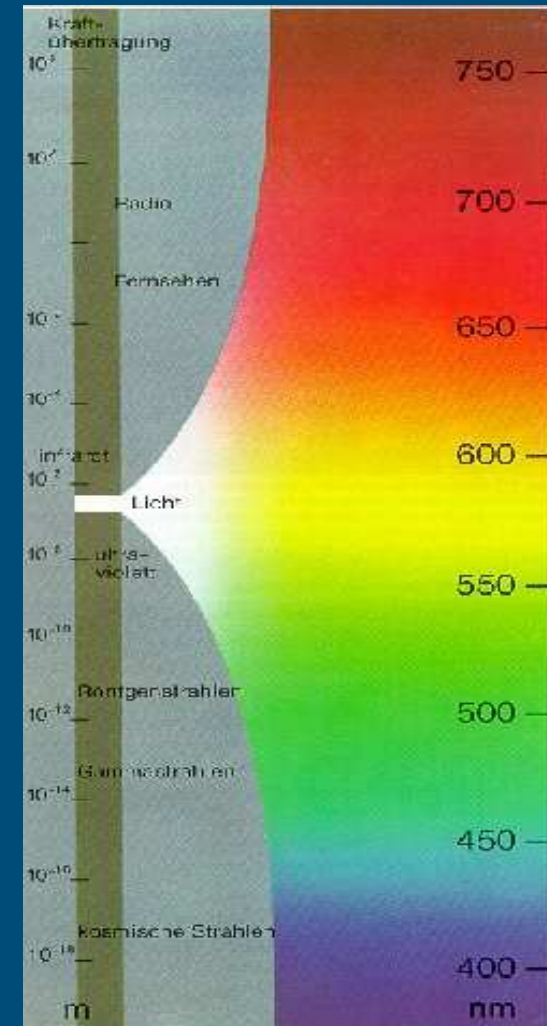
- Eenheid $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ – PAR meter
 - Meet fotonen, aantal (μmol) energiepakketjes dat per seconde een bepaald oppervlak treft

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
- Strekkingsgroei: 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, afharderen
- Bloemkleur
- Bladkleur
- Minder bladgroen

NB: insecten en schimmels gevoelig voor UV!

Intensievere kleuring door meer UV

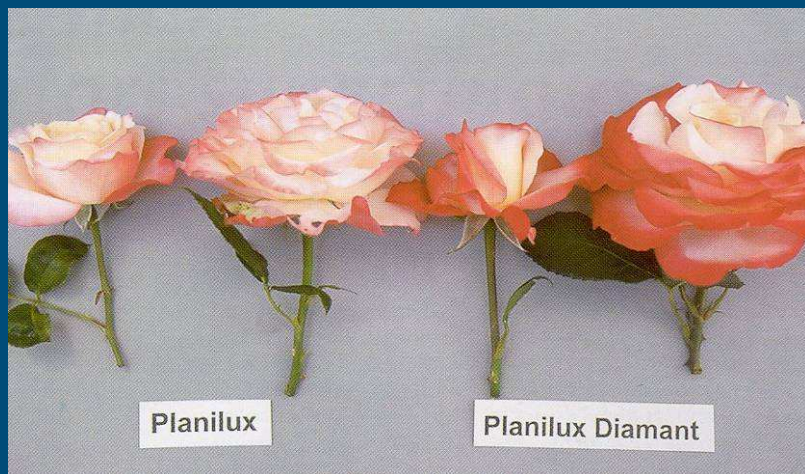


Foto: onderzoek Beßler, LVG Ahlem



LEDs en energie-inhoud

- Een **rood** foton heeft precies genoeg energie om bij te dragen aan de fotosynthese.
- **Blauwe** fotonen bevatten meer energie dan rode.
- De extra energie van een **blauw** foton moet worden weggesluisd.
- Toepassing mogelijk met LEDs

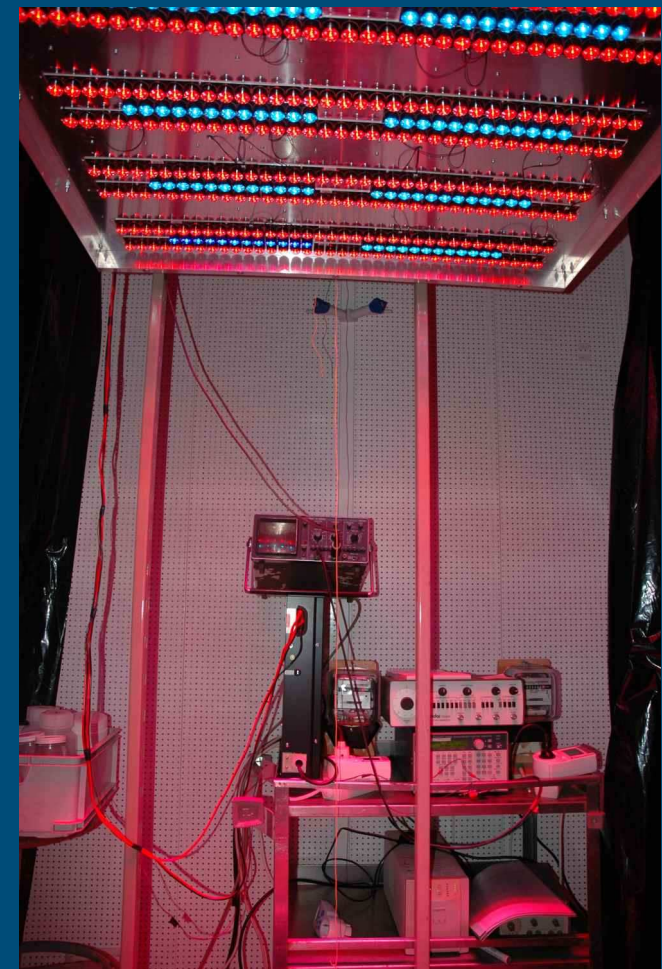
Voordelen van LEDs

- Processturing via verschillende emissie-spectra
- Belichting kan dichterbij de plant
- Minder lichthinder
- Intensiteitsregeling middels dimmers
- LEDs zijn klein en handelbaar (minder schaduw)
- Lange levensduur
- LEDs zijn veilig (geen glas, laag-spanning)

Fotosynthese oiv LEDs



Fotosynthese metingen bij sla



LED-verlichting bij v/d Kaaij



Assimilatiebelichting mogelijk op gewasniveau?



LEDs zonder en met (witte) flits



Afzonderlijk rood en blauw



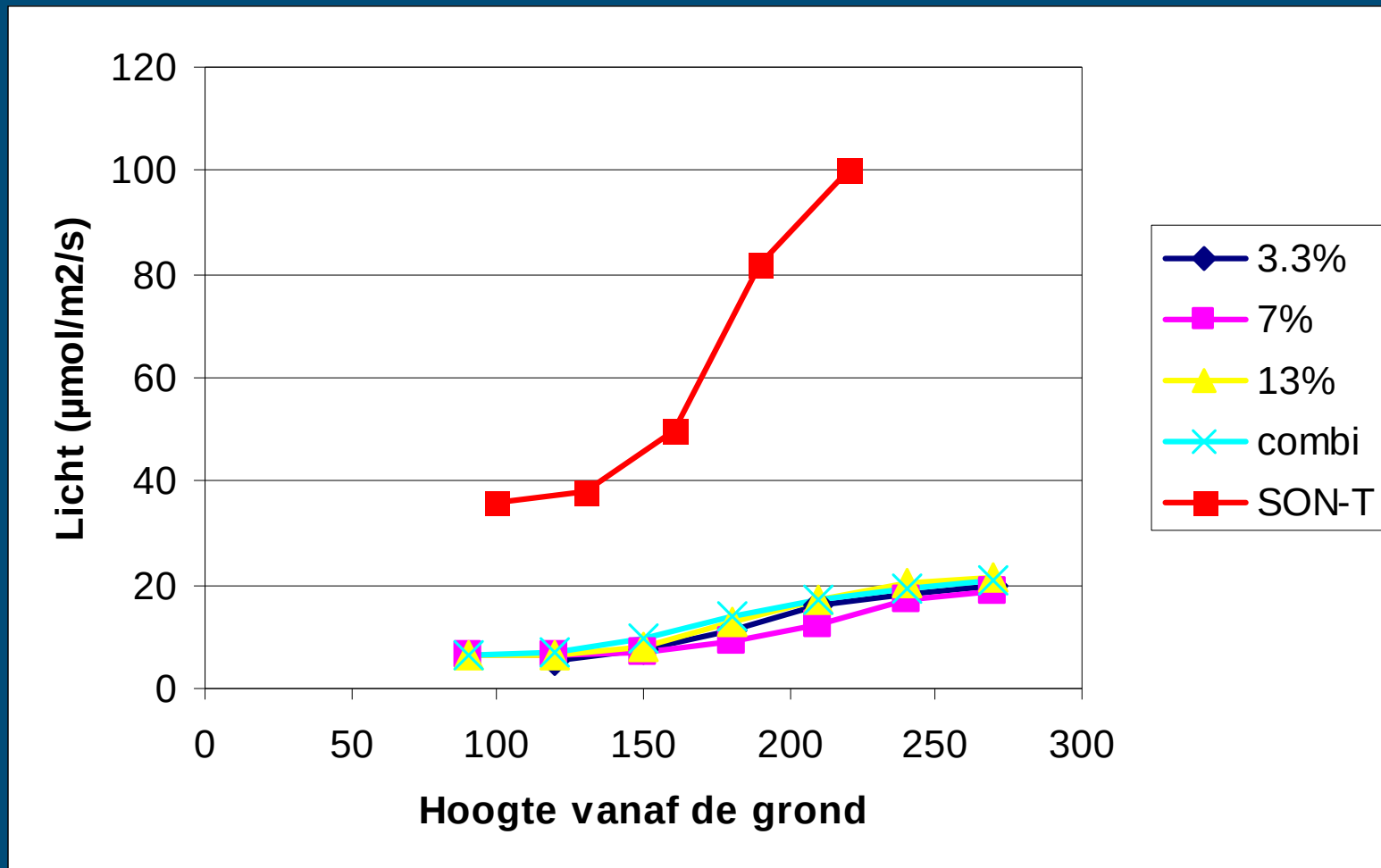
Combi rood en blauw



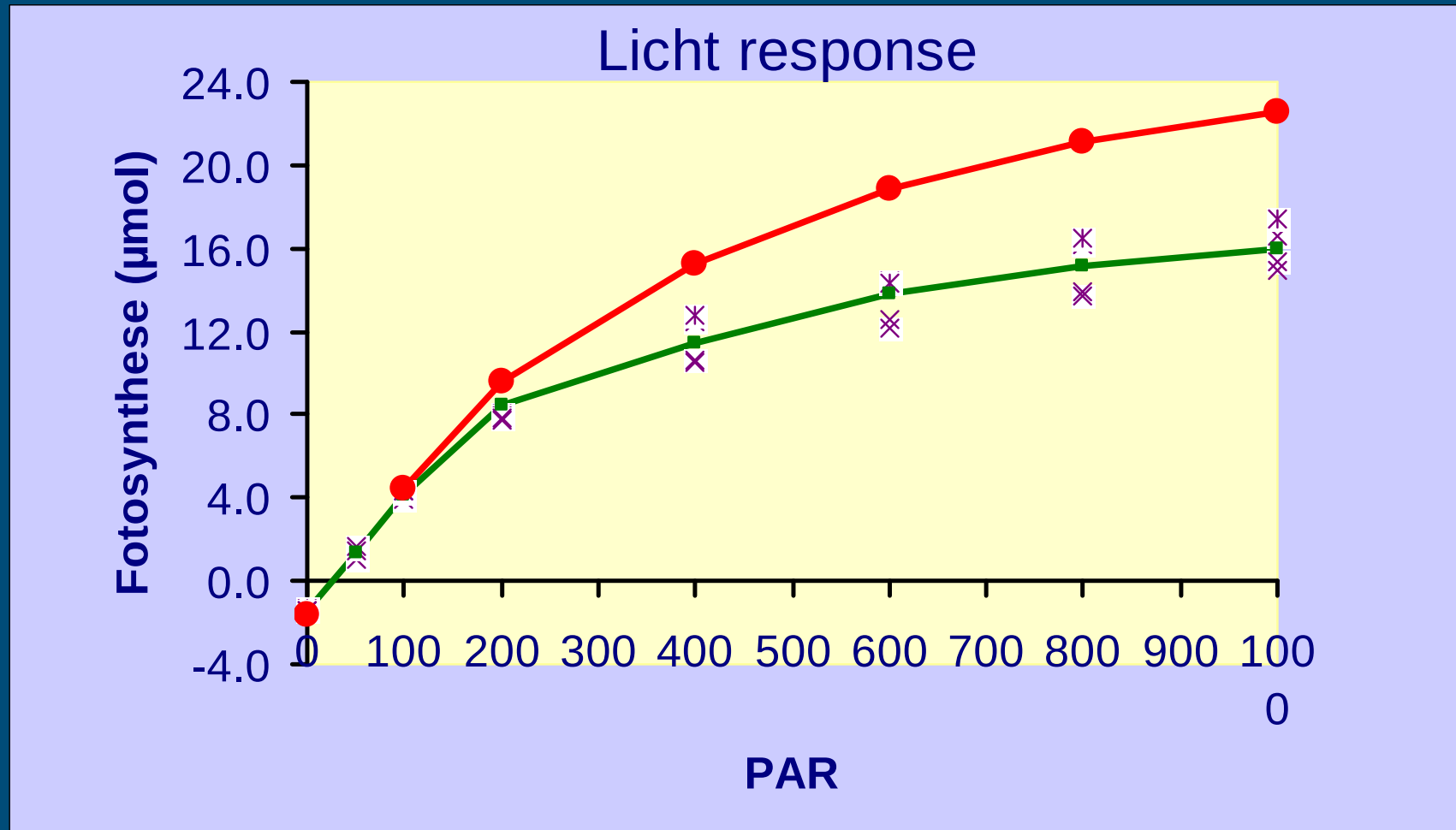
LEDs in de kas overdag



Lichtonderschepping in het gewas



Resultaten: fotosynthesecapaciteit



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 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$
 - LEDs rood ~ 1.6 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$
 - LEDs blauw ~ 1 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$

Misvattingen rond toepassingen van LEDs (2)

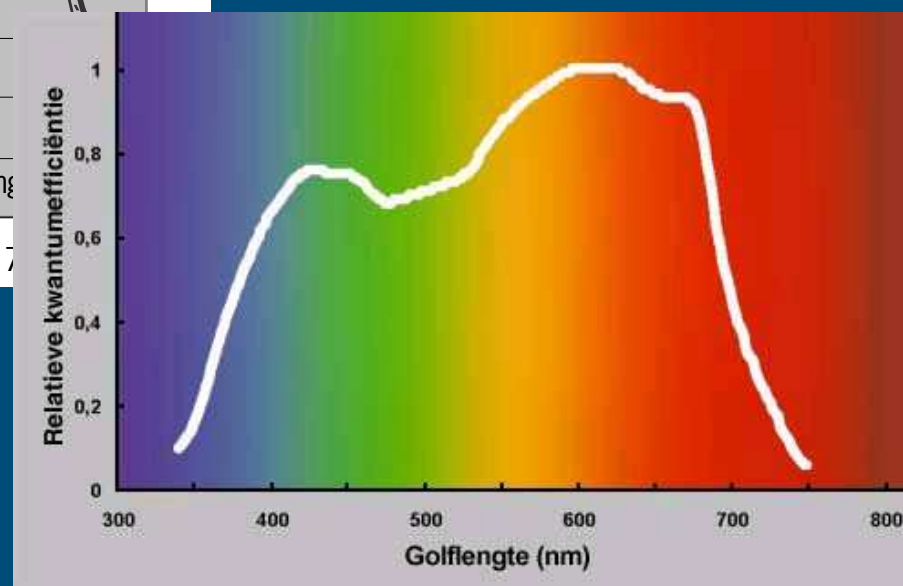
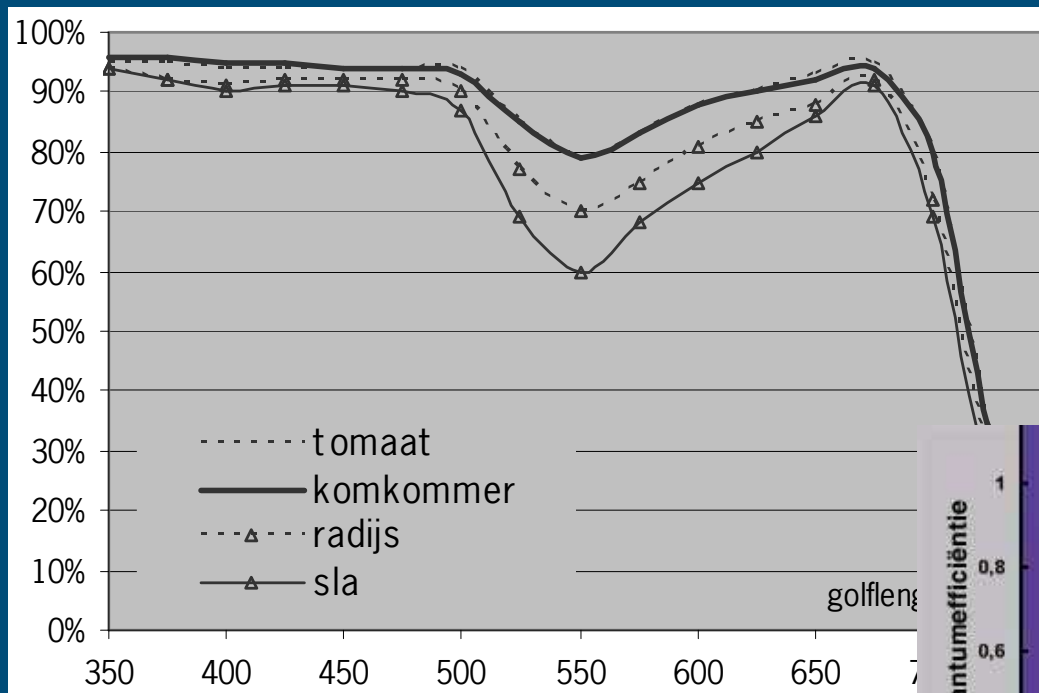
Misvatting 2. LEDs produceren minder warmte

- 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

Diffuus licht: benutten natuurlijk (groei)licht

Winter: 80% diffuus licht

Zomer: 60% diffuus licht

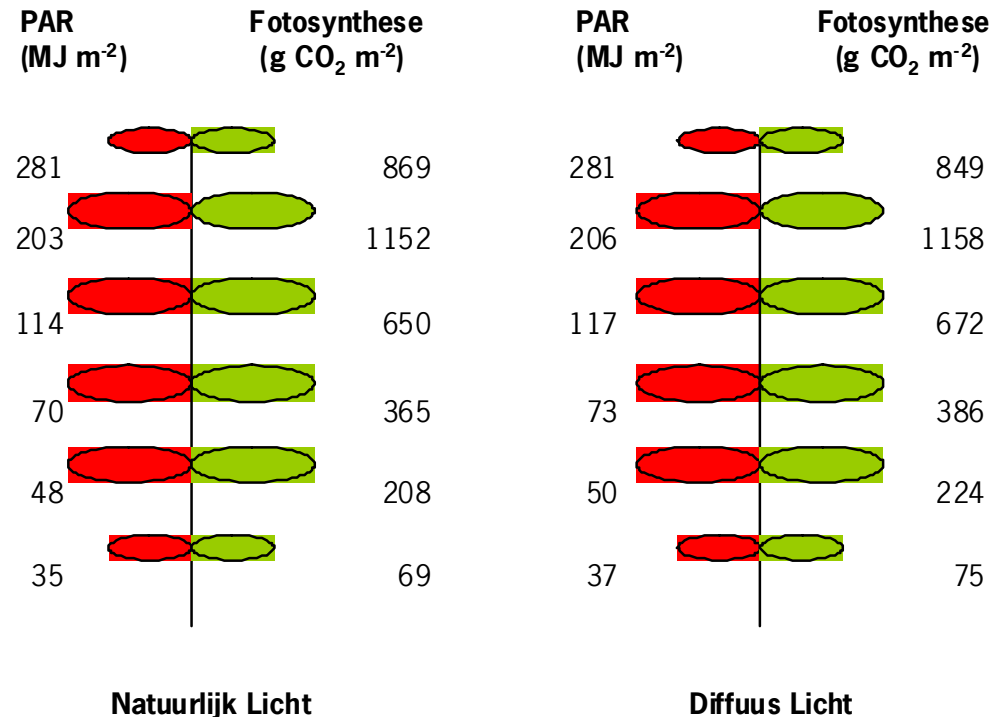
Voordelen:

Gelijkmatig licht (geen slagschaduw)

- Beter lichtdoordringing in het gewas
- Minder kans op lichtverzadiging
- Milder micro-klimaat

Theorie

Komkommer - Winterteelt



Winterteelt
Gewasfotosynthese: +1.5% bij diffuus licht.
Jaar productie +3.0% (+0.7 kg m⁻²).

Diffuus Licht – hoe ziet dat eruit?

Bepaalde kasdekmaterialen kunnen licht verstrooien, waardoor direct licht omgezet wordt in diffuus licht



50%



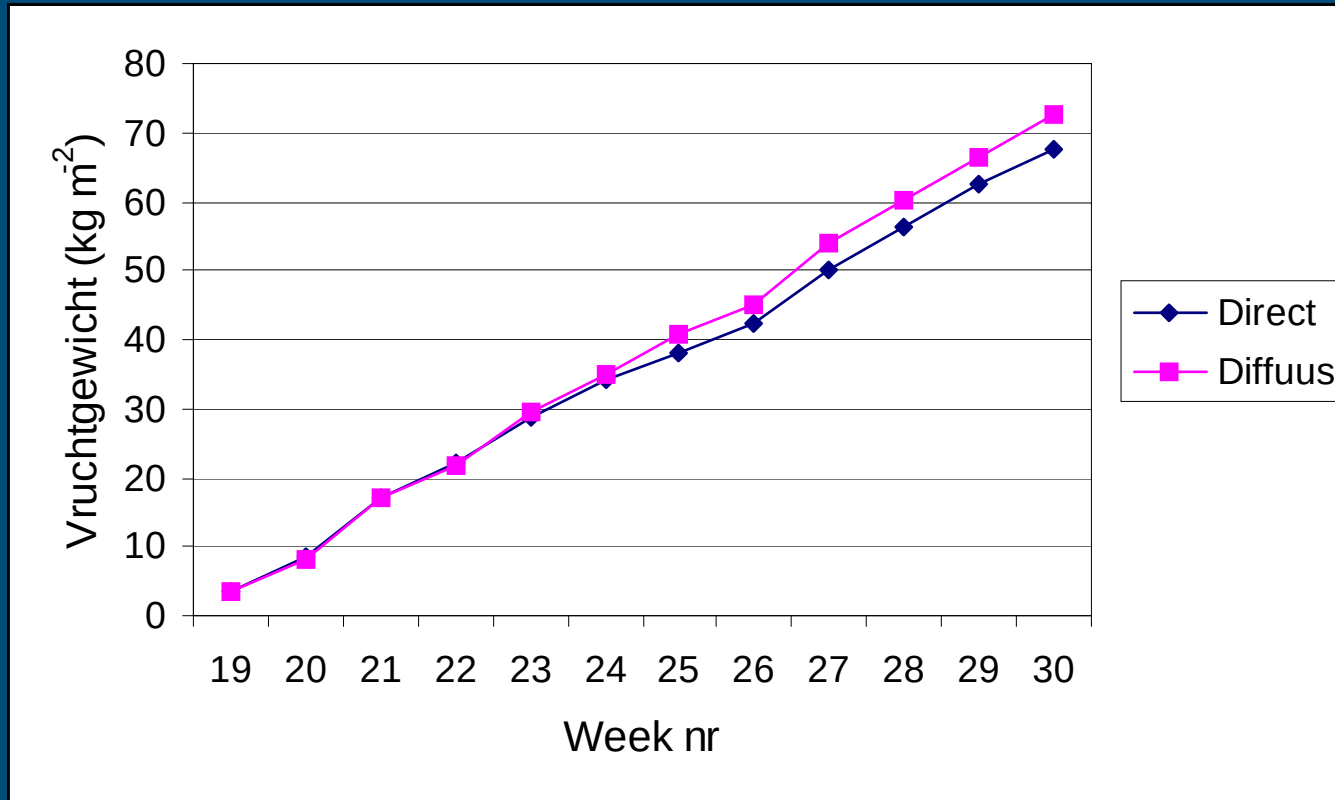
0%

Haze

Diffuus licht en komkommer



Diffuus licht – productie bij komkommer



Diffuus +6% (bij 4% minder licht)

Berekend bij gelijk lichtintensiteit +8%

Diffuus licht – wat weten we ervan?

Lichtonderschepping:

- Meer middenin het gewas
- Meer in ochtend/middag dan vroeg/laat op de dag

Fotosynthese:

- Meer bij normale (zomerse) lichtomstandigheden

Vermoedelijk:

- Betere micro-klimaat in het gewas

Licht in de tuinbouw in de toekomst?

- Voor wat betreft de kasdek
 - Hoge transmissie (winter), meer diffuus (zomer)
 - Warmtestraling scheiden van PAR-straling 'op bestelling'
- Voor wat betreft assimilatiebelichting
 - Optimalisatie PAR per kWh - meer $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fotonen
 - Warmtestraling scheiden van PAR-straling 'op bestelling'
- Toepassing van LED's als assimilatiebelichting

Bedankt voor uw aandacht

© Wageningen UR



WAGENINGEN UR

For quality of life