

Verslag Doormeting

Gebruik van aanvullende LED-belichting in tweelagensysteem aardbei onder glas

Auteurs: P. Melis, K. Stoffels & M. Vervoort (Proefcentrum Hoogstraten - PCH)

1 Doel

Op Proefcentrum Hoogstraten werd in een glazen serre een extra laag goten ingebracht boven de bestaande laag van aardbeigoten. De serre heeft een goothoogte van 7m, waardoor een grote ruimte vrij is in de serre boven de teeltgoten. Om deze ruimte te benutten werden 3 goten opgehangen boven de 7 bestaande goten in een kap met een spantbreedte van 8m. De goten kunnen tot net boven het volgroeide gewas op de onderste verdieping zakken, zodat de planten behandeld of geoogst kunnen worden.

Met meer planten voor éénzelfde oppervlakte kan het tweelagensysteem meer produceren dan een standaard enkellagig systeem. De grootste zorg in het systeem is het lichtverlies bij de goten in de onderste laag. Minder licht resulteert in een lagere fotosynthese door de planten, in een mindere groei en in een mindere productie. Tijdens het najaar kan dit bijkomend de kleuring en afrijping bemoeilijken. Daarnaast stijgt het risico op wortelziektes in de onderste lagen. Door eenzelfde watergift maar met minder licht, zullen de planten minder groeien en dus minder verdampen. Hierdoor blijven de bakken natter, wat het risico op wortelziektes verhoogt.

Om het lichtverlies (gedeeltelijk) te compenseren bevestigde het proefcentrum LED-modules onderaan de bovengoten. Het gaat hierbij om de Philips GreenPower LED Production modules DR/B met een verbruik van 40W per module. Onder elke bovengoot werden twee rijen van deze modules opgehangen, zodat ze op een hoogte van 4m zorgen voor een vrij homogene hoeveelheid extra licht op de onderlaag van 25-30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$. In deze proef wordt bekeken of met aanvullende LED-belichting op de onderlaag van een tweelagenteelt aardbeien de productie per plant behouden kan blijven, zodat de productie per vierkante meter drastisch kan toenemen. Dit zonder extra te moeten stoken/koelen of met een mindere input aan energie per kg aardbeien.

2 Proefopzet

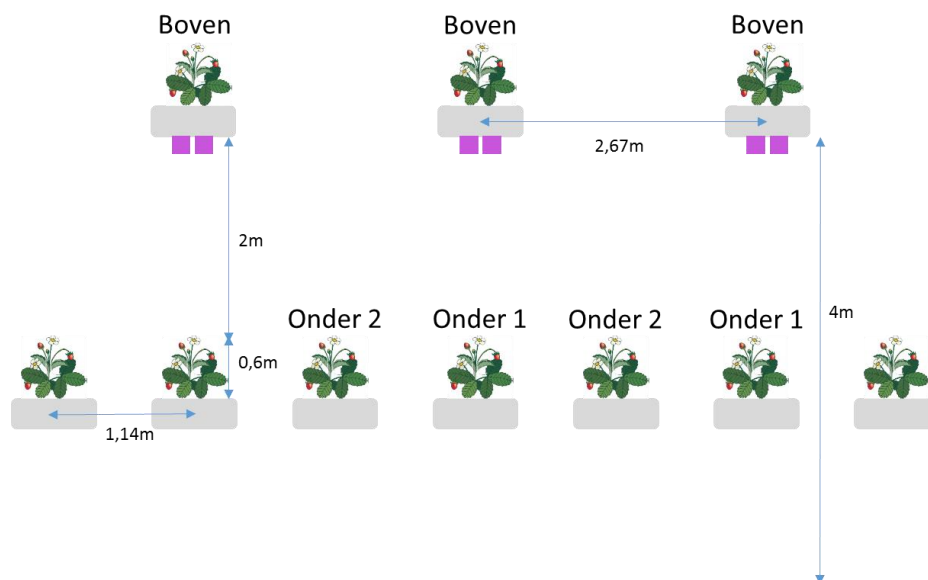
Zowel in het tweelagensysteem als in een enkellagig systeem werden trayplanten van het ras Magnum opgeplant op 5 januari 2017 aan 14 planten per lopende meter. De rijafstand in een enkellagig teeltsysteem bedraagt 1,14m, hierdoor kan er aan 12,3pl/m² worden geteeld. In het tweelagensysteem werden 3 extra goten boven 7 bestaande goten geïnstalleerd. In de bovengoten bedraagt de rijafstand 2,67m waarbij planten groeien aan 5,3pl/m². Dit zorgt voor een verhoging van de plantdichtheid tot 17,5pl/m² in het tweelagensysteem.

Om het tweelagensysteem te evalueren werden 4 verschillende proefobjecten geïdentificeerd. De planten die groeien aan de lagere dichtheden op de bovenste goten (boven) zullen anders groeien dan planten in een enkellagig systeem (enkele laag). Ook de planten onderaan zullen zich anders ontwikkelen recht onder de goten (Onder 1) dan tussen twee hoge goten (Onder 2).

De LED-modules worden aangestuurd via de PRIVA-computer op PCH. De lampen gaan aan bij zonsopkomst en gaan uit bij zonsondergang. Het LED-licht geldt dus als zuivere aanvulling op het lichtverlies gecreëerd door de bovengoten doorheen de dag. De lampen gingen voor het eerst aan op 6 januari, op 8 mei bij zonsondergang werden de lampen uitgeschakeld. In totaal werd gedurende 385 uren bijbelicht met de LED productiemodules.

Tabel 2-1 Gegevens proefopzet

Cultivar	Magnum	Aantal planten per herhaling	70
Teelt	Voorjaarsteelt glas	Aantal herhalingen	4
Plantdatum	5/01/2017	Planttype	Trayplanten
Plantdichtheid	14 Planten/lm of	12,3 en 17,5	Planten/m ²



Figuur 2-1 Opstelling van het twee lagen systeem op PCH met 3 goten boven 7 ondergoten in een 8m-kap met benaming van 3 proefobjecten om het systeem te evalueren.

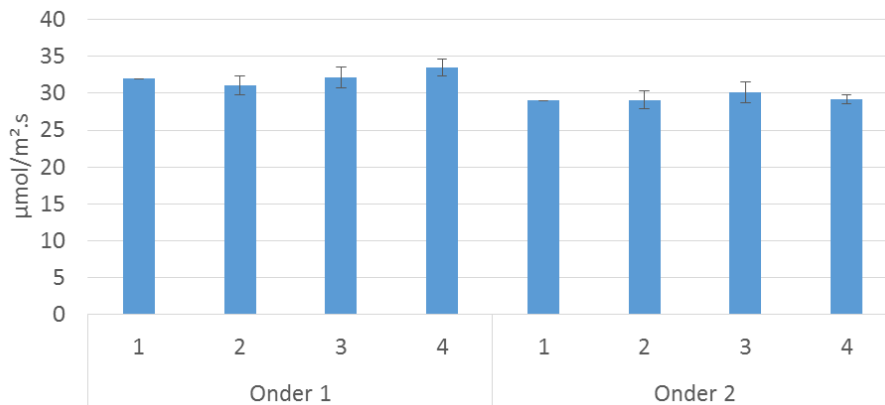
3 Resultaat



Figuur 3-1 Het twee lagen systeem op Proefcentrum Hoogstraten tijdens de bloeiperiode

3.1 Lichtverdeling

Een week voor de start van de teelt met PCH de lichtintensiteit tijdens de nacht op de verwachte gewashoogte (60cm boven teeltgoot) langsheen alle ondergoten in het twee lagen systeem. Op de goten recht onder de bovengoten met de LED-modules werden lichtintensiteiten gemeten van 31 tot 33 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$. De goten 'Onder 2' ontvingen intensiteiten van 29 tot 30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$. De aanvullende belichting varieert dus weinig overheen de onderlaag. De goten 'Onder 2' ontvangen net wat minder extra LED-licht dan 'Onder 1'.

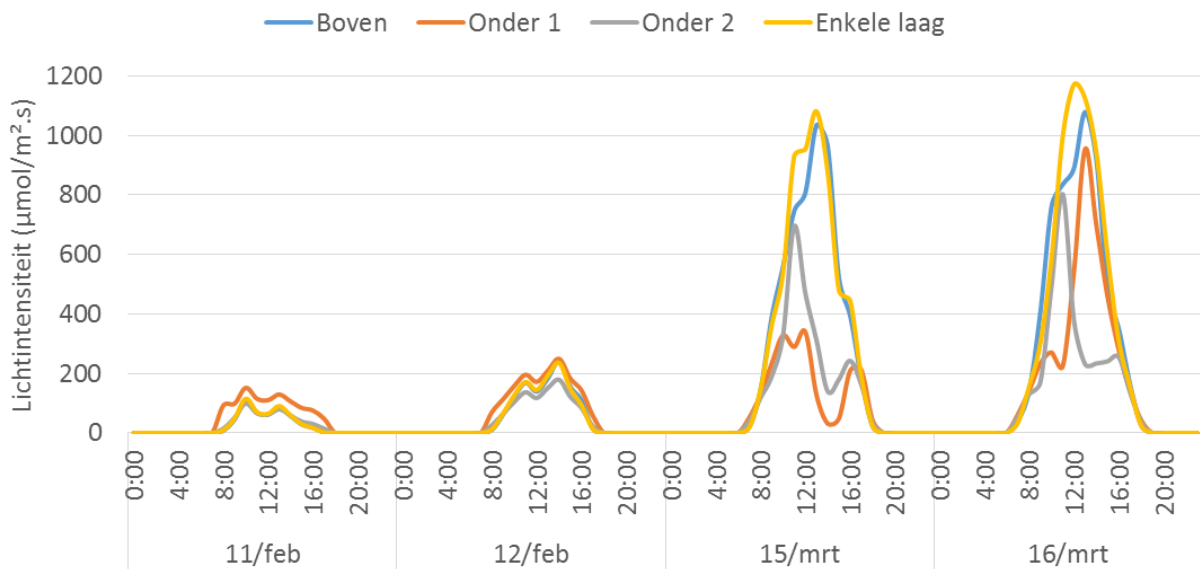


Figuur 3-2 De variatie binnen de twee soorten ondergoten is beperkt, 'Onder 2' ontvangt net wat minder licht dan 'Onder 1'.

3.2 Lichtinval tijdens de teelt

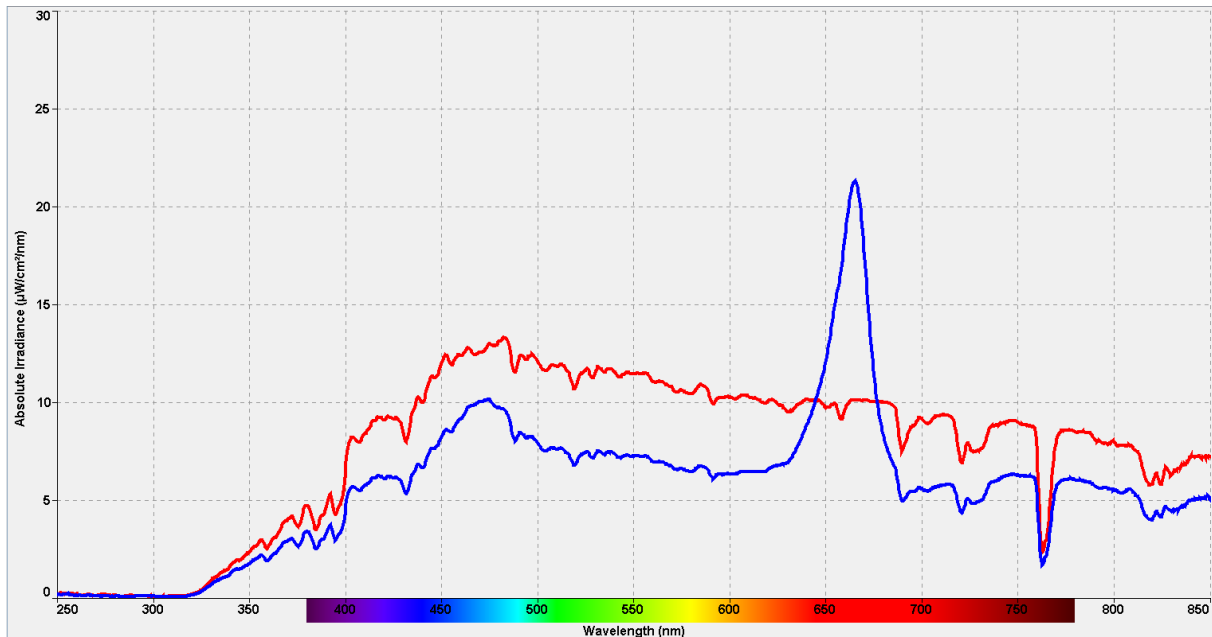
Vanaf zonsopkomst werden de LED modules aangeschakeld als aanvullende belichting. De modules zijn niet dimbaar, waardoor continu een constante hoeveelheid licht aan ongeveer 30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ extra op de ondergoten valt. Op 11 en 12 februari werd gedurende 48 uur de lichtintensiteit opgemeten met een Licor LI250A-meter. Deze dagen in februari waren donker met maximale intensiteiten aan PAR-licht van 100 en 240 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$. In dergelijke dagen zorgt de schaduwvorming

door de bovengoten voor een minimaal lichtverlies, dat ruim gecompenseerd wordt door de LED modules. De goten onderin ontvangen hierdoor wat meer licht dan de bovengoten, hoewel dat dit bijna verwaarloosbaar is. De volgende maand werd gedurende de zonnige dagen 15 en 16 maart de meting herhaald. De bovengoten en de enkel laag ontvangen hierbij intensiteiten van meer dan $1000\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$, de ondergoten liggen continu in de schaduw en de aanvullende LED-belichting kan het tekort niet volledig compenseren. Op 16 maart worden maxima van 800 tot $900\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ gemeten.



Figuur 3-3 De lichtinval op de ondergoten en de enkele goten tijdens 2 donkere dagen in februari en 2 zonnige dagen in maart.

De aanvullende LED-belichting zorgt voor extra blauw en dieprood licht. Dit wordt duidelijk met een spectrometer zoals de meting op 21 maart toont. Het invallende licht op een enkele goot laat het typische spectrum van het zonlicht (rode lijn) zien. De goten 'Onder 1' lijden door de bovengoten over het hele spectrum duidelijk lichtverlies, de blauwe piek op 460nm maakt het tekort wat kleiner en de grote dieprode piek op 660nm zorgt voor het overgrote deel van de lichtcompensatie.



Figuur 3-4 Op 21 maart werd het lichtspectrum van het invallende licht op de goten 'Onder 1' (blauw) en op de goten in het enkellagige systeem (rood) gemeten. Het lichtverlies op de ondergoten is duidelijk, de aanvulling vindt plaats in het blauwe en vooral het rode licht.

3.3 Productie en sortering

De Magnum trayplanten leken in alle objecten vlot te kunnen weggroeien. Met op elke goot tot 6 takken per plant werden geen verschillen waargenomen. Op 13 maart stond het gewas in de hele proef gestrekt tot net boven de 40cm. De planten droegen tot 6 takken per plant, voldoende lang en stevig. Het ras Magnum is gekend om zijn sterke wortel, waardoor problemen met wortelziektes zich niet voordeden op de ondergoten.

In het verleden werden reeds proeven gedaan met aardbeien op PCH in een twee lagen systeem. De producties op de ondergoten valt per plant terug met 10-15% door het lichtverlies op de bovengoten als wortelziektes buiten beschouwing blijven. In deze proef zorgde de aanvullende LED-belichting voor een compenserend effect in de productieresultaten. De bovengoten geven een totale productie van 420g/plant. Door de grotere rijafstand ligt deze productie hoger dan de 360g/plant op de enkellagige goten. De ondergoten kunnen eenzelfde productie neerzetten dankzij de LED-modules. Toch lijkt de schaduwvorming van de bovengoten niet volledig opgeheven te zijn. In de sortering blijft een minder resultaat zichtbaar. Het aandeel van grote vruchten van 75% bij de enkellagige goten valt terug naar 68% bij de goten 'Onder 1'.

Het vergelijken van de producties per vierkante meter in de twee verschillende systemen laat een grote productiestijging zien. In de enkellagige teelt werd 4,42kg/m² geoogst, 3,17kg/m² werd gesorteerd als grote vruchten. Het twee lagen systeem gaf een totaalproductie van 6,59kg/m² of een productiestijging van 46%. 4,34kg/m² van het fruit viel in de grote sorteringsklassen. In het oogstverloop was geen duidelijke verlating zichtbaar op de ondergoten in vergelijking met de enkellagige goten. Wel kwamen de bovengoten wat vroeger aan de pluk.

Tabel 3-1 Productie en sortering (kg/pl)

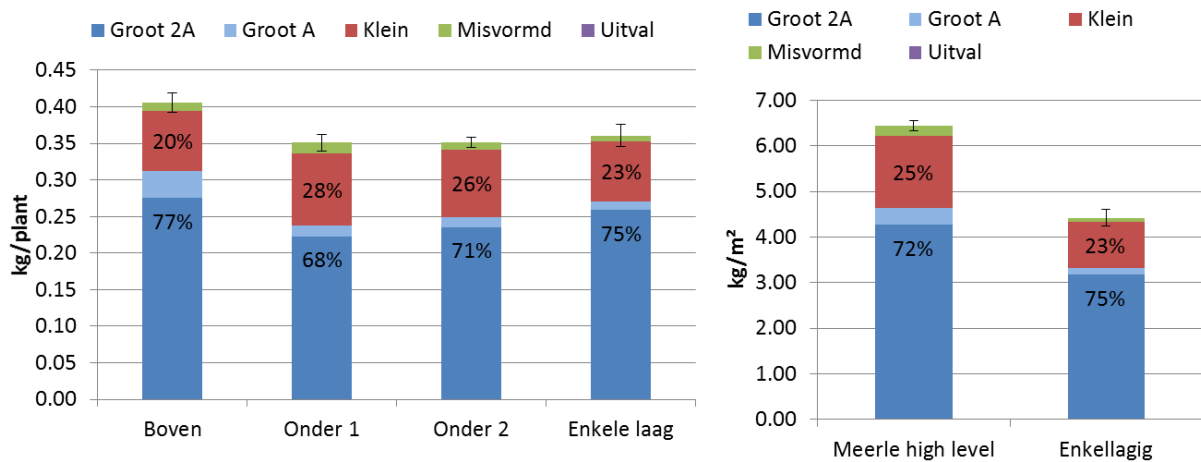
Object	kg/plant	Groot 2A	Groot A	Klein	Misvormd	Rot
Boven	0,42 a	0,28 a	0,04 a	0,09 b	0,01 ab	0,00 ns
Onder 1	0,36 b	0,23 b	0,02 b	0,10 a	0,02 a	0,00 ns
Onder 2	0,36 b	0,24 b	0,01 b	0,10 ab	0,01 ab	0,00 ns
Enkele laag	0,36 b	0,26 a	0,01 b	0,08 b	0,01 b	0,00 ns

Significantie $p < 0,05$ volgens Tukey en volgens Mann-Whitney test voor 'Groot 2A'

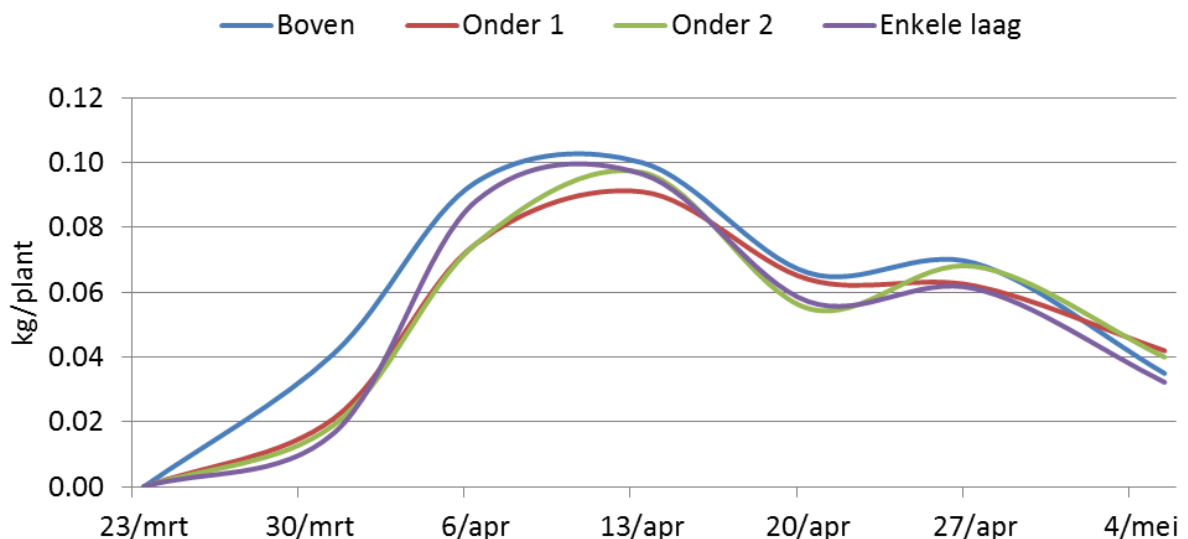
Tabel 3-2 Productie en sortering (kg/m²)

Object	kg/m ²	Groot 2A	Groot A	Klein	Misvormd	Rot
Twee lagen	6,59 a	4,34 a	0,37 a	1,67 a	0,21 a	0,00 ns
Enkele laag	4,42 b	3,17 b	0,15 b	1,01 b	0,09 b	0,00 ns

Significantie $p < 0,05$ volgens T-test en volgens Kruskal-Wallis test voor 'Groot 2A' en 'Groot A'



Figuur 3-5 Productie en sortering per object (kg/plant) en per systeem (kg/m²)



Figuur 3-6 Het oogstverloop van Magnum in kg/plant op de verschillende goten

3.4 Teeltrendement

In deze proef wordt het rendement van de teelt berekend zonder investeringskosten van het systeem in rekening te brengen. De installateur op PCH kon op basis van deze aanleg (schaalgrootte

te klein) geen prijs maken in aanschafkost om de extra goten en de LED-modules te plaatsen. Wel is het mogelijk om het verbruik van de modules in beeld te brengen te samen met de extra teeltkosten op het twee lagen systeem (meer plukken, meer gewashandelingen, meer bespuiten,...).

Tijdens de voorjaarsteelt werden 385 branduren geregistreerd van de LED-modules tussen 6 januari en 8 mei. Om de ondergoten te belichten werden 0,86 modules per vierkante meter opgehangen aan de drie bovengoten per kap (140m²). De modules hebben een verbruik van 40W. Aan een elektriciteitsprijs van 130€/MWu werd een kost gemaakt in de teelt van 0,86€/m² enkel met de belichting in het tweelagensysteem.

Op basis van de dagelijkse vergoedingsprijzen aardbei op Coöperatie Hoogstraten werd in het enkellagige systeem een omzet gedraaid van 20,22€/m² aan een middenprijs van 4,69€/kg. Het tweelagensysteem zette een omzet neer van 29,73€/m² aan een middenprijs van 4,60€/kg. De variabele teeltkosten in de twee systemen zijn het aantal planten, de nodige hoeveelheid substraat, de belichtingskost en de arbeidskost (plukken, gewashandelingen en spuiten). De stookkosten en ook de koelkosten blijven hetzelfde door dezelfde teeltoppervlakte en dezelfde hoeveelheid verwarmingsbuizen en sprinklers. Rekening houdend met deze kosten houdt de enkellagige teelt 11,66 €/m² over om de investeringskosten en uitrusting van de serre te dekken. De twee lagen teelt gaf een extra omzet van 4,71 €/m², hiermee dient de teler de investering van de LED-belichting, de extra teeltgoten (met hijssysteem) en de extra teeltbakken af te betalen.

Tabel 3-3 Ruwe rendementsberekening van een tweelagen- en enkellagig systeem aardbeien in het voorjaar van 2017

	Twee lagen systeem				Enkele laag			
	2A	A	B	Misv.	2A	A	B	Misv.
Omzet (€/m ²)	21,98	2,87	4,83	0,05	16,02	1,34	2,84	0,02
Tot. omzet	29,73 €/m ²				20,22 €/m ²			
Middenprijs	4,60 €/kg				4,69 €/kg			
Plantkost	6,13 €/m ²				4,29 €/m ²			
Substraat	0,88 €/m ²				0,62 €/m ²			
Arbeid	5,50 €/m ²				3,66 €/m ²			
Belichtingskost	0,86 €/m ²				-			
Overige omzet	16,37 €/m ²				11,66 €/m ²			

4 Conclusie

Met aanvullende LED-belichting in een twee lagen systeem kan eenzelfde productie per plant gegenereerd worden op de ondergoten als op een enkellagig systeem. Het lichtverlies wordt voldoende opgeheven met 30µmol/m².s om het productieverlies te vermijden, hoewel de sortering wel nog terug viel. Een hogere intensiteit is dus wel wenselijk, zeker bij zonnige dagen kan het lichtverlies niet weggewerkt worden. Het oogstverloop in het systeem wijzigt niet en presteerde in deze proef een meerproductie van 46%. Het teeltrendement is dan ook positief met een 4,71€/m² hogere omzet, hoewel de kosten van de LED-belichting in deze studie niet in rekening gebracht konden worden.