

# Vervangen van kassen. Quickscan van kosten en baten van diffuus glas, innovatieve kasdekken en klimaatverbetering

Jan Buurma, Pepijn Smit en Nico van der Velden



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH



Kas als Energiebron<sup>1</sup> wil actueel inzicht in de bedrijfseconomische aspecten van nieuwbouwkassen. Het gaat daarbij om meerkosten van investeringen (rente, afschrijving, onderhoud), minderkosten (energiebesparing) en meeropbrengsten (geldopbrengst van fysieke productie) van investeringen in energiebesparing, klimaatverbetering en innovatieve kassen ten opzichte van bestaande kassen die aan vervanging toe zijn. Zij wil daarnaast inzicht in de potentiële CO<sub>2</sub>-emissiereductie op sectorniveau als gevolg van de verwachte nieuwbouw van kassen in 2018-2020. De uitkomsten van het onderzoek worden gebruikt voor het ontwikkelen van beleid in het kader van de energietransitie.

## Afbakening

Vanwege het quickscan-karakter van de studie is geen rekening gehouden met:

- effecten van moderne/innovatieve kassen op productkwaliteit en afzetprijzen
- effecten van moderne/innovatieve kassen op optreden van ziekten en plagen
- effecten van hogere fysieke opbrengsten op arbeidskosten voor gewasverzorging en oogst
- effecten van lagere warmtebehoefte op verkoop elektriciteit uit wkk
- effecten van toepassing van nieuwe belichtingstechnieken op de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Het onderzoek kijkt niet verder dan 2020. Gevolgen van nieuw energiebeleid voor de periode na 2020 blijven dus buiten beschouwing. Eveneens buiten beschouwing blijft de vraag waarom de vervanging van bestaande kassen sterk achterblijft bij de gangbare afschrijvingstermijnen.

## Rekensheets voor drie gewassen

De quickscan is toegespitst op de drie gewassen, waar volgens bouwbegeleiders en kassenbouwers (Maters, 2017) in de nabije toekomst de meeste nieuwbouw zal plaatsvinden:

1. Tomaat - belicht
2. Paprika - onbelicht
3. Chrysant - belicht

Voor deze gewassen zijn rekensheets ontwikkeld waarin investeringsbedragen, energiebesparing en opbrengsteffecten zijn omgerekend naar effecten op het bedrijfsresultaat (zie bijlagen 1 tot en met 3).

---

<sup>1</sup> Kas als Energiebron is het innovatie- en actieprogramma van de glastuinbouwsector en het ministerie van Economische Zaken om de sectorale doelen voor CO<sub>2</sub>-uitstoot en energiebesparing binnen bereik te brengen.

In de rekensheets is met name gekeken naar de invloeden van:

- lichttransmissie (kasdek/soort glas)
- lichtbenutting (direct/difffuus licht)
- lichtverlies (energieschermen)
- klimaatverbetering (aanzuigen van buitenlucht & mengen van luchtlagen).

Bij het verzamelen van gegevens is gezocht naar de juiste combinaties van gewassen & technieken, investeringsbedragen & jaarkosten, lichttransmissies & lichtverliezen, fysieke opbrengsten & prijzen en verwarmingskosten & CO<sub>2</sub>-emissies. Hiervoor is gebruik gemaakt van expertise en rapporten van technische en economische onderzoekers, bouwbegeleiders en kassenbouwers (zie bijlage 7). De rekensheets tonen het saldo van de verwachte opbrengsteffecten en kosteneffecten van de beschouwde nieuwbouwvarianten. In de bedrijfseconomie wordt dit een partiële vergelijking genoemd. De onderdelen van de bedrijfsuitrusting die gelijk blijven, blijven hierbij buiten beschouwing. Bij het saldo worden ook de samenstellende delen gepresenteerd, om zodoende de oorzaken van de verschillen inzichtelijk te maken.

### Vergelijking van drie situaties

Per gewas zijn drie situaties vergeleken met een referentiekas uit 2005 (kas die aan vervanging toe is). Binnen de drie situaties is onderscheid gemaakt naar kasdek/soort glas (lichttransmissie), gebruikte schermen (lichtverlies) en gebruikte ventilatoren (cursief geschreven; verbetering kasklimaat) (zie tabel 1). De referentie en de drie situaties per gewas zijn vastgesteld in overleg met Kas als Energiebron.

**Tabel 1** Specificatie van kasdek, schermen en ventilatoren in de beschouwde gewassen en situaties

Situatie	Tomaat - belicht	Paprika - onbelicht	Chrysant - belicht
Referentie	helder glas (2005) lichttuitstoot scherm	helder glas (2005) energiescherm + vast schermfolie	helder glas (2005) verduistering scherm
	<i>horizontale ventilatoren</i>	<i>horizontale ventilatoren</i>	<i>horizontale ventilatoren</i>
Situatie 1	helder glas (2018) lichttuitstoot scherm	helder glas (2018) energiescherm + energiescherm	helder glas (2018) verduistering scherm + energiescherm
	<i>schermventilatoren<sup>1)</sup></i>	<i>schermventilatoren<sup>1)</sup></i>	<i>gevelventilatoren + slurven</i>
Situatie 2	difffuus glas + AR-coating lichttuitstoot scherm	difffuus glas + AR-coating energiescherm + energiescherm	difffuus glas + AR-coating verduistering scherm + energiescherm
	<i>schermventilatoren<sup>1)</sup></i>	<i>schermventilatoren<sup>1)</sup></i>	<i>gevelventilatoren + slurven</i>
Situatie 3	difffuus glas + AR-coating lichttuitstoot scherm + energiescherm	2SaveEnergy Dek F-clean folie aan roeden + energiescherm	Winterlicht Dek verduistering scherm + winterlicht scherm
	<i>schermventilatoren<sup>1)</sup></i>	<i>schermventilatoren<sup>1)</sup></i>	<i>gevelventilatoren + slurven</i>

1) ventilatoren die lucht aanzuigen boven het scherm en die mengen met kaslucht (Airmix-systeem)

De ventilatoren omvatten apparatuur voor verbetering van het kasklimaat door luchtcirculatie, mengen van luchtlagen en/of aanzuiging van buitenlucht.

Door 'lichttransmissie/lichtverlies' en 'verbetering kasklimaat' apart te bekijken, wordt het mogelijk om de effecten van de bijbehorende investeringen apart te bestuderen en daaruit inzichten te verwerven en conclusies te trekken voor toekomstig beleid in het kader van energietransitie in de glastuinbouw.

De voorzieningen zijn eveneens gespecificeerd in de *grijze blokken* van de bijlagen 1 tot en met 3.

## Investeringsbedragen en jaarkosten

De investeringsbedragen en de daaruit voortvloeiende jaarkosten (afschrijving, rente en onderhoud) zijn gespecificeerd in de *gele blokken* van de rekensheets. De investeringsbedragen zijn aangeleverd door AAB Nederland, een adviesbureau in de glastuinbouw. AAB Nederland heeft daarvoor gebruik gemaakt van recente offertes van kassenbouwers en installateurs voor bouwprojecten in Nederland.

De jaarkosten zijn via de normen voor afschrijving, rente en onderhoud (KWIN, 2016) berekend uit de investeringsbedragen van de onderscheiden onderdelen. Voor de kasconstructie en het kasdek is uitgegaan van een levensduur van 16 jaar, voor scherminstallaties en ventilatoren is uitgegaan van 8 jaar en voor schermdoeken is uitgegaan van 4 jaar. Voor de rente is uitgegaan van 4% over de helft (in verband met afschrijving) van het geïnvesteerde vermogen. Voor onderhoud is gerekend met 0,5% van de investering voor kasconstructie en kasdek, met 5% voor scherminstallaties en schermdoeken en met 1% voor ventilatoren. Het elektriciteitsgebruik van de ventilatoren is vanwege de beperkte omvang en de geringe onderlinge verschillen buiten beschouwing gelaten.

## Lichttransmissie en opbrengsteffecten

In de *blauwe blokken* van de rekensheets zijn de opbrengsteffecten van de verwachte lichthoeveelheden op gewasniveau en van de klimaatverbetering in situatie 1 tot en met 3 vermeld. Redenerend vanuit de lichttransmissie (kasdek) en het lichtverlies (schermgebruik overdag en schaduw scherm pakketten, luchtslurven en ventilatoren) zijn de lichthoeveelheden geschat die uiteindelijk op het gewas komen. Daarbij is onderscheid gemaakt naar de zomerperiode (april - september) en de winterperiode (oktober - maart). De lichthoeveelheden zijn vervolgens via licht/opbrengst-relaties (1% licht = 1% productie) en licht/benutting-relaties (4-8% opbrengstverbetering van diffuus licht; Dueck et al., 2011) vertaald naar fysieke opbrengsten in zomerperiode (april - september) en winterperiode (oktober - maart). Door vermenigvuldiging met de productprijzen voor zomer en winter zijn de effecten op de bruto-geldopbrengsten berekend. De productprijzen zijn afgeleid uit statistische bronnen (maandgegevens van afgelopen 3-6 jaar) van Wageningen Economic Research.

Voor de lichttransmissie van het kasdek is uitgegaan van de metingen van Wageningen Plant Research uit het rapport *Haalbaarheidsstudie Glas-Film Kasconcept* (Kempkes et al., 2014). Deze gegevens zijn later aangevuld met metingen aan de Winterlicht Kas (informatie Bom Group, 2017). Voor de lichttransmissie van energieschermen is uitgegaan van openbare productinformatie van schermfabrikant Ludvig Svensson (zie websiteadres bij referenties). De transmissiegegevens zijn samengevat in tabel 2.

**Tabel 2** Lichttransmissie (%) van kasdek en energieschermen in beschouwde situaties

Situatie	Tomaat - belicht		Paprika - onbelicht		Chrysant - belicht	
Referentie 2005	helder glas	0,80 a)	helder glas vast schermfolie	0,80 a) 0,82	helder glas	0,80 a)
Situatie 1 2018	helder glas	0,82	helder glas energiescherm	0,82 0,87 c)	helder glas	0,82
Situatie 2 2018	diffuus glas + AR	0,90	diffuus glas + AR energiescherm	0,90 0,80 c)	diffuus glas + AR	0,90
Situatie 3 2018	diffuus glas + AR energiescherm	0,90 0,80 b)	2SaveEnergyKas incl. F-clean folie	0,82	winterlicht dek winterlicht scherm	0,91 0,82 b)

a) lager dan helder glas in 2018 vanwege kleinere glasmaat, meer roeden en bredere goten; b) transmissie van diffuus licht; bij gebruik van diffuus glas en bij bewolkt weer; c) transmissie van direct licht; bij gebruik van helder glas én zonnig weer; volgens KNMI 34% zonnig en 66% bewolkt; in het model is bij helder glas met 34% direct licht en 66% diffuus licht gerekend; bij diffuus glas met 100% diffuus licht

Kassen uit 2005 hadden een kleinere glasmaat, meer roeden en bredere goten dan kassen in 2018. Om die reden is de lichttransmissie van helder glas uit 2005 2% lager gesteld dan helder

glas in 2018. Diffuus glas met AR-coating heeft een positief effect (90% ten opzichte van 82%) op de lichtdoorlaat van het kasdek. Bij het 2SaveEnergy-kasdek gaat de lichtwinst van het diffuse glas met AR-coating verloren door het lichtverlies van de F-clean film aan de roeden. De lichttransmissie van het Winterlicht kasdek is met 91% een fractie hoger dan van het gangbare diffuus glas met AR-coating.

De lichtdoorlaat van energieschermen is bij helder glas groter (87%) dan bij diffuus glas (80%). Dat heeft te maken met een grotere weerkaatsing van diffuus licht door het schermdoek. Het lichtverlies van de energieschermen is afhankelijk van het aantal uren dat de schermen overdag gesloten zijn. Kleinere bronnen van lichtverlies zijn lichtonderschepping door scherm pakketten (2,5%), luchtslurven (1%) en ventilatoren (0,1-0,5%).

### Gevoeligheidsanalyse verbetering kasklimaat

In aanvulling op de effecten van lichttransmissie (kasdek en schermen) zijn berekeningen gemaakt van de effecten van klimaatverbetering door aanzuiging van buitenlucht en/of mengen van luchtlagen in de kas. Voor deze berekeningen zijn de jaarkosten van schermventilatoren (tomaat en paprika) en van gevelventilatoren + luchtslurven (chrysant) aan de rekensheets toegevoegd. De vermelde bedragen zijn afgeleid uit recente offertes van installateurs en samengevat in tabel 3.

**Tabel 3** Ventilatorsystemen en investeringsbedragen (€/m<sup>2</sup>) in beschouwde situaties

Situatie	Tomaat - belicht		Paprika - onbelicht		Chrysant - belicht	
	Ventilatoren	€/m <sup>2</sup>	Ventilatoren	€/m <sup>2</sup>	Ventilatoren	€/m <sup>2</sup>
Referentie	horizontaal	1,50	horizontaal	1,50	horizontaal	1,50
Situatie 1	schermventilator <sup>1)</sup>	4,00	horizontaal + scherm (50/50) <sup>2)</sup>	3,75	gevelventilator + slurven	6,00
Situatie 2	schermventilator <sup>1)</sup>	4,00	horizontaal + scherm (50/50) <sup>2)</sup>	3,75	gevelventilator + slurven	6,00
Situatie 3	schermventilator <sup>1)</sup>	4,00	horizontaal + scherm (50/50) <sup>2)</sup>	3,75	gevelventilator + slurven	6,00

1) 1 schermventilator op 500 m<sup>2</sup>; 2) 1 schermventilator op 1.000 m<sup>2</sup>, afgewisseld met horizontale ventilatoren

Daarnaast zijn gegevens verzameld over de energiebesparing die bij klimaatverbetering via aanzuigen buitenlicht en/of mengen van luchtlagen wordt verwacht. Deze gegevens komen uit een recente studie van Wageningen Economic Research naar het effect van intensivering, extensivering en energiebesparing op de CO<sub>2</sub>-emissie van de Nederlandse glastuinbouw (Van der Velden en Smit; 2017).

Over de meeropbrengst van klimaatverbetering via aanzuiging buitenlucht en/of mengen luchtlagen is betrekkelijk weinig bekend. Vanwege deze onbekendheid is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met twee varianten, namelijk 0% opbrengstverbetering en 2% opbrengstverbetering.

De fysieke opbrengsten in de referentie zijn afgeleid uit data van Wageningen Economic Research, waaronder de *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw* (Van der Velden en Smit, 2016). De productprijzen voor de zomerperiode en de winterperiode zijn afgeleid uit handelsgegevens.

### Energiegebruik en energiebesparing

In de *groene blokken* van de rekensheets zijn de 'knoppen' aangegeven waaraan de tuinbouwondernemer in de onderscheiden situaties kan draaien om zijn warmtegebruik te beperken.

---

Redenerend vanuit het warmtegebruik in de referentie zijn samen met onderzoekers van Wageningen Plant Research en Wageningen Economic Research inschattingen gemaakt van de warmtebesparingen:

- nieuwe kassen 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>
- tweede energiescherm 3-4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>
- selectief verwarmen/ventileren 2-4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (beperkt; kasdek en schermen)
- selectief verwarmen/ventileren 3-4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (verdergaand; verbetering kasklimaat)

Voor het warmtegebruik in de referentie is gebruik gemaakt van de *Energiemonitor* (Van der Velden en Smit, 2016). Voor de inschattingen van de warmtebesparingen is gebruik gemaakt van de inzichten van onderzoekers van Wageningen Plant Research en van inzichten uit het rapport *Effect van intensivering, extensivering en energiebesparing op de CO<sub>2</sub>-emissie van de Nederlandse glastuinbouw* (Van der Velden en Smit; in voorbereiding).

Voor de gasprijs is uitgegaan van € 0,20/m<sup>3</sup>. Dit is de commodityprijs, exclusief dienstenkosten en inclusief energiebelasting (EB) + opslag duurzame energie (ODE). De verwachte toekomstige stijging van EB en ODE is in de gehanteerde gasprijs meegenomen.

### Uitkomsten quickscan

In de *rode blokken* van de rekensheets zijn de effecten van de investeringen in kasdek & schermen en verbetering kasklimaat samengevat. Vanwege de onzekerheid over de opbrengsteffecten van diffuus licht en van verbetering kasklimaat zijn enkele varianten doorgerekend. Voor diffuus licht is gerekend met meeropbrengsten van 4% en 8% en voor verbetering kasklimaat met meeropbrengsten van 0% en 2%. De uitkomsten van de varianten zijn samengebracht in bijlage 4.

De investeringen in diffuus glas + AR-coating (Situatie 2) hebben een positief effect op het saldo. Bij tomaten stijgt het saldo € 10,58/m<sup>2</sup>, bij paprika € 4,70/m<sup>2</sup> en bij chrysanten € 7,85/m<sup>2</sup>. De stijging komt grotendeels van de toename van de fysieke opbrengsten en de bijbehorende geldopbrengsten. Investerings in extra energiebesparing (Situatie 3) hebben in de meeste gevallen een nadelig effect op het saldo. Dit komt door de lichtverliezen als gevolg van lagere lichttransmissies en lichtverlies door schermgebruik overdag. Een uitzondering vormt de Winterlicht kas (Situatie 3) bij chrysanten. Als gevolg van de hogere lichttransmissie stijgen de fysieke opbrengsten en de geldopbrengsten. De extra jaarkosten worden daardoor goedge maakt. De investeringen in aanzuiging buitenlucht en mengen van luchtlagen verdienen zichzelf terug door hun bijdrage aan energiebesparing (bij 0% opbrengstverbetering). Bij een positief opbrengsteffect (bij 2% opbrengstverbetering) verbetert het saldo met een bedrag van € 1,00 (paprika) à € 1,50 (tomaat en chrysant) per m<sup>2</sup>/jaar.

De investeringen in kasdek & schermen en in aanzuigen buitenlucht & mengen luchtlagen resulteren in CO<sub>2</sub>-emissiereductie. De verwachte emissiereducties zijn gespecificeerd in bijlage 5. Via kasdek & schermen wordt 7 à 11 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> bespaard in Situatie 1 en Situatie 2. De besparing neemt toe tot 9 à 16 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> in Situatie 3. Via aanzuiging buitenlucht & mengen luchtlagen kan daarbovenop in alle drie de situaties nog 5 à 6 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/jaar extra worden bespaard.

De investeringen in extra energiebesparing (Situatie 3) zijn onder de huidige omstandigheden niet rendabel (saldo-nadeel ten opzichte van Situatie 2). Tegen die achtergrond is op verzoek van opdrachtgever berekend welke bedragen nodig zijn om het saldo-nadeel ten opzichte van Situatie 2 te overbruggen. Dat is gedaan met de contante waarde van de saldo-nadelen voor een periode van 16 jaar, de verwachte levensduur van de kas. Het resultaat is weergegeven in bijlage 6. De saldo-nadelen van Situatie 3 ten opzichte van Situatie 2 variëren van € 2,20/m<sup>2</sup>/jaar voor een extra scherm bij tomaat via € 1,50/m<sup>2</sup>/jaar voor een 2SaveEnergy-kas bij paprika tot € 0,02/m<sup>2</sup>/jaar voor een Winterlichtkas bij chrysant. De bijbehorende contante waarden bedragen € 26,00/m<sup>2</sup>, € 17,00/m<sup>2</sup> en € 0,20/m<sup>2</sup> voor een periode van 16 jaar. Door subsidiëring van deze

bedragen kunnen (ten opzichte van Situatie 2) CO<sub>2</sub>-reducties van 115 kg, 86 kg en 29 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> worden bereikt, eveneens over een periode van 16 jaar.

Hogere commodityprijzen<sup>2</sup> voor aardgas zullen het saldo-nadeel van Situatie 3 t.o.v. Situatie 2 verkleinen. Berekeningen met de rekensheets leerden dat de commodity prijs van aardgas tot €0,70/m<sup>3</sup> moet stijgen om de saldo-nadelen van een extra scherm (Situatie 3 bij tomaat-belicht) of van de 2SaveEnergy kas (Situatie 3 bij paprika-onbelicht) op te heffen. Het beperkte saldo-nadeel van de Winterlichtkas (Situatie 3 bij chrysant-belicht) verdwijnt als de commodityprijs van aardgas stijgt met enkele eurocenten/m<sup>3</sup>.

### CO<sub>2</sub>-emissiereductie op sectorniveau

Voor de periode 2018-2020 verwacht de AVAG een areaal nieuwbouw van ongeveer 900 ha. Redenerend vanuit areaalverhoudingen in de CBS Landbouwtelling en marktperspectieven komt Wageningen Economic Research op de volgende nieuwbouwarealen:

- tomaten 335 ha
- paprika 173 ha
- chrysant 50 ha
- overig 342 ha

Door vermenigvuldiging van deze arealen met de verwachte CO<sub>2</sub>-emissiereducties (kg/m<sup>2</sup>) ontstaan de volgende CO<sub>2</sub>-emissiereducties (kton/jaar) op sectorniveau. Voor de overige gewassen (342 ha) is uitgegaan van een CO<sub>2</sub>-emissiereductie (kg/m<sup>2</sup>) van de helft van chrysanten. De redenering hiervoor is de lagere warmtebehoefte van de meeste andere gewassen, zoals overige glasgroenten, overige snijbloemen, potplanten en perkplanten. Redenerend vanuit de CO<sub>2</sub>-effecten in Bijlage 5 zijn de CO<sub>2</sub>-emissiereducties op sectorniveau berekend voor:

- a) investeren in kasdek + schermen: Situatie 1/Situatie 2
- b) door-investeren in kasdek + schermen: Situatie 3
- c) investeren in klimaatverbetering: aanzuigen buitenlucht / mengen luchtlagen

De uitkomsten van deze berekeningen zijn samengevat in Tabel 4.

**Tabel 4** *Verwachte CO<sub>2</sub>-emissiereducties op sectorniveau bij drie scenario's: investeren in Situatie 1/2, door-investeren naar Situatie 3 en investeren in aanzuiging buitenlucht en mengen luchtlagen*

Gewas	Nieuw ha	Kasdek + schermen (Ref >> S1/S2)		Kasdek + schermen (S1/S2 >> S3)		Klimaatverbetering (zonder >> met)	
		kg/m <sup>2</sup> /jaar	kton/jaar	kg/m <sup>2</sup> /jaar	kton/jaar	kg/m <sup>2</sup> /jaar	kton/jaar
Tomaat	335	9.0	30	7.2	24	5.4	18
Paprika	173	10.8	19	5.4	9	5.4	9
Chrysant	50	7.2	4	1.8	1	7.2	4
Overig	342	3.6	12	0.9	3	3.6	12
Totaal	900		65		37		43

Met het realiseren van kassen volgens Situatie 1/2 wordt een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 65 kton/jaar bereikt. Inzetten op klimaatverbetering (aan zuigen buitenlucht en mengen luchtlagen) levert een extra CO<sub>2</sub>-emissiereductie op van 43 kton/jaar. Inzetten op extra energiebesparing (Situatie 3) levert een CO<sub>2</sub>-emissiereductie op van 37 kton/jaar. Het verschil tussen laatstgenoemde scenario's is, dat de klimaatverbetering zichzelf terugverdient terwijl extra energieschermen bij tomaat en 2SaveEnergy kassen bij paprika gepaard gaan met blijvende saldo-nadelen.

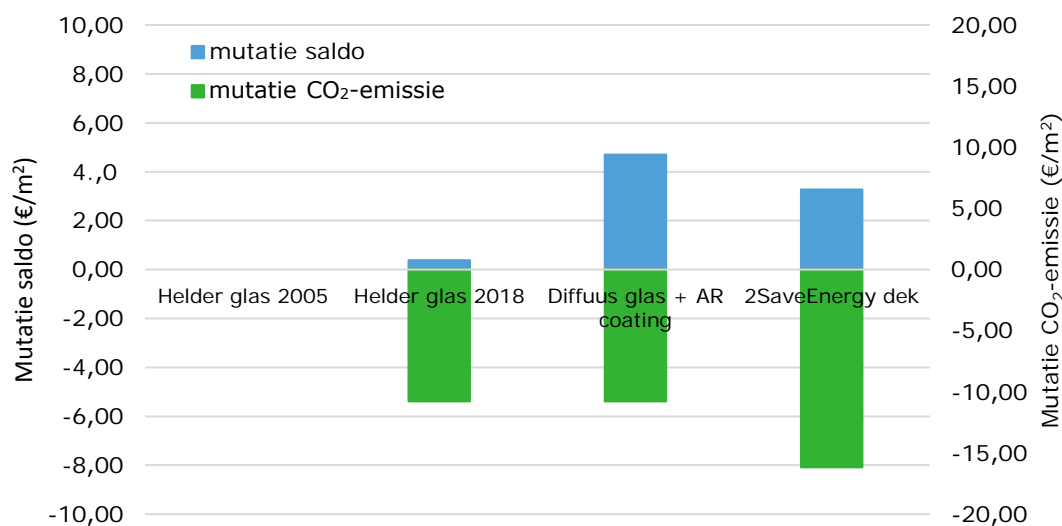
<sup>2</sup> exclusief dienstenkosten en inclusief energiebelasting (EB) + opslag duurzame energie (ODE)

---

## Reflectie

### Selecteren meest rendabele opties

De doorgerekende situaties laten zien dat vervangen van bestaande kassen (circa 15 jaar oud) in bijna alle gevallen bedrijfseconomisch voordeel oplevert. Een uitzondering vormt Situatie 1 (helder glas met extra energiescherm) bij chrysanten. Dat wil niet zeggen dat alle vernieuwingen in kasdekken van de afgelopen jaren even rendabel zijn. Deze quickscan laat zien welke opties het meest rendabel zijn en waarom. Tuinbouwondernemers kunnen hiermee op zoek naar de meest rendabele optie(s) voor hun bedrijfsvoering. Figuur 1 toont de uitkomsten voor paprika zonder belichting.



**Figuur 1** Mutatie saldo (€/m<sup>2</sup>) en CO<sub>2</sub>-uitstoot (kg/m<sup>2</sup>) op jaarbasis ten opzichte van bestaande kas met helder glas uit 2005, uitkomsten van modelberekening voor paprika zonder belichting

Bij paprika zonder belichting levert diffuus glas met AR-coating de grootste saldo-toename en het 2SaveEnergy dek de grootste afname van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Voor tomaten en chrysanten met belichting kwam een overeenkomstig beeld als bij paprika zonder belichting naar voren.

### Lichtwinst en klimaatverbetering snel rendabel

Een hogere lichttransmissie is cruciaal voor verbetering van de fysieke opbrengst en daarmee het bedrijfsresultaat. Diffuus glas + AR-coating kan daarom als een rendabele investering worden aangemerkt. De verbeteringen die zijn doorgevoerd in de Winterlichtkas (grotere lichtdoorlaat, kleiner lichtverlies) bieden eveneens uitzicht op rendement. Dat geldt ook voor klimaatverbetering via aanzuiging van buitenlucht en/of mengen van luchtlagen (inzichten van Het Nieuwe Telen). Deze investeringen verdienen zichzelf (geheel of nagenoeg geheel) terug via de warmtebesparingen die hiermee mogelijk is.

### Lichtwinst belangrijker dan energiebesparing

Een belangrijke les van deze quickscan is, dat lichttransmissie (kasdek) en lichtverlies (schermgebruik overdag) harder doortellen in het bedrijfseconomisch resultaat dan beperking van het warmtegebruik. De verklaring hiervoor is, dat de lichtwinst doorwerkt in de gehele fysieke productie en de gehele geldopbrengst. Beperking van het warmtegebruik werkt alleen door in de netto-energiekosten (inkoop minus verkoop), circa 15% van de totale bedrijfskosten. Zodoende is het bedrijfseconomisch onaantrekkelijk om de lichtwinst die kan worden behaald met diffuus glas + AR-coating en met elementen van de Winterlichtkas op te offeren voor energiebesparende maatregelen die lichtverlies met zich meebrengen, zoals een extra



---

energiescherm of een 2SaveEnergy kasdek. Deze conclusie over het belang van lichttransmissie in vergelijking met energiebesparende maatregelen werd eerder getrokken door Verhaegh (1980). Door de verlaging van het energiegebruik ( $\text{m}^3/\text{m}^2$ ) en verhoging van de productie ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) ofwel het energiegebruik per eenheid product ( $\text{m}^3/\text{kg}$ ) die sindsdien is gerealiseerd, is het opofferen van lichtwinst voor energiebesparing alleen maar onaantrekkelijker geworden.

### Onderbouwing opbrengsteffect klimaatverbetering nodig

De quickscan heeft verder geleerd, dat de opbrengsteffecten van klimaatverbetering (aanzuigen van buitenlucht en mengen van luchtlagen) meer kwantitatieve onderbouwing verdienen. De benodigde investeringen zijn beperkt, de kansen voor energiebesparing zijn veelbelovend en de effecten werken door in de gehele fysieke productie en de gehele geldopbrengst. Uit de studie van Buurma et al (2015) rond de sociale dynamiek in Het Nieuwe Telen blijkt, dat tuinbouwondernemers veel belangstelling hebben voor de plantenfysiologische effecten van klimaatverbetering. Het gaat daarbij om de toepassing van de basisprincipes van Het Nieuwe Telen (Geelen et al, 2016). In de belichte teelten is daarmee, zowel in onderzoek als praktijk, nog relatief weinig inzicht opgebouwd. Voor Kas als Energiebron ligt hier de uitdaging om klimaatverbetering c.q. Het Nieuwe Telen bij belichting te agenderen.

### Hybride-versies van innovatieve kasconcepten ontwikkelen

Een derde les is dat de ontwikkeling van innovatieve kasconcepten (2SaveEnergy-kas en Winterlichtkas) veelbelovende technieken en materialen voor extra warmtebesparing en lichttransmissie hebben opgeleverd. Daartegenover staat echter dat de 2SaveEnergy-kas de lichttransmissie overdag te laag is en dat de Winterlichtkas weinig warmtebesparing oplevert. De uitdaging is om de sterkten van beide concepten te combineren in een 'hybride-versie'. In die 'hybride-versie' moet overdag de lichttransmissie centraal staan en 's nachts het binnenhouden van warmte.

### Referenties

- Buurma, J.S., P.J. Beers en P.X. Smit (2015). *Sociale dynamiek in Het Nieuwe Telen. Aangrijpings- punten voor opschaling naar 2000 ha in 2020*. Wageningen, LEI Wageningen UR, Rapport 2015-051
- Dueck, T.A., J. Janse, F. Kempkes, T. Li, A. Elings en S. Hemming (2012). *Diffuus licht bij tomaat*. Wageningen. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1158
- Geelen, P.A.M., J.O. Voogt en P.A. van Weel (2015). *De basisprincipes van Het Nieuwe Telen*. Bleiswijk, LTO Glaskracht Nederland
- Groenten & Fruit (2006). *Vast foliescherm maakt alles gemakkelijker*. Achtergrond. 3 november 2006.
- Hemming, S., E. Baeza, V. Mohammadkhani en B. van Breugel (2016). *Measurement method of radiation exchange, air permeability and humidity transport and a calculation method for energy saving Energy saving screen materials*. Bleiswijk, Wageningen UR Glastuinbouw, Report GTB-1431
- Kempkes, F., G.J. Swinkels, S. Hemming, A. Sapounas, F. van Noort en J. Janse (2014). *Haalbaarheidsstudie Glas-Film Kasconcept*. Wageningen. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1307
- Maters, H. (2017) 'Markt nieuwe kassen groeit fors'. In: *Nieuwe Oogst*, 25 februari 2017
- Velden, N.J.A. van der en P. X. Smit (2016). *Energiemonitor van de Nederlandse Glastuinbouw 2015*. Den Haag, Wageningen Economic Research, Rapport 2016-099



---

Velden, N. van der en P. Smit (2017). *Effect intensivering, extensivering en energiebesparing op de CO<sub>2</sub>-emissie van de Nederlandse Glastuinbouw*. Den Haag, Wageningen Economic Research, Rapport 2017-060

Verhaegh, A.P. (1980). *Wanneer zijn energiebesparende voorzieningen die tevens de instraling verminderen in de glastuinbouw rendabel*. Den Haag, LEI, Publicatie 4.89.

Vermeulen, P.C.M. (2016). *Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2016-2017*. Wageningen, Wageningen Plant Research. Rapport GTB-5121

[www.ludvigsvensson.com/nl-climatescreens/producten/klimaatschermen](http://www.ludvigsvensson.com/nl-climatescreens/producten/klimaatschermen)

## Bijlage 1: rekensheet TOMAAT – BELICHT

<b>TOMAAT</b>	Referentie 2005	Situatie 1 2018	Situatie 2 2018	Situatie 3 2018
Specificatie	standaard Venlo met belichting	standaard Venlo met belichting	moderne Venlo met belichting	moderne Venlo met belichting
Dekconstructie	standaard (2005)	standaard (2018)	standaard (2018)	standaard (2018)
Glas	helder glas	helder glas	diffuus + AR-coating	diffuus + AR-coating
Scherminstallatie 1	lichtuitstoot	lichtuitstoot	lichtuitstoot	lichtuitstoot
Lichtuitstootdoek	schermdoek	schermdoek	schermdoek	schermdoek
Schermfolie (paprika)				
Scherminstallatie 2				energie/klimaat
Energie/klimaatdoek				schermdoek
Horizontale ventilatoren				
Verticale ventilatoren	klimaatverbetering: specificatie in paragraaf gevoeligheidsanalyse			
Gevelventilatie + slurven				

<b>Investeringsbedragen</b>				
Dekconstructie (€/m <sup>2</sup> )	47.00	47.00	47.00	47.00
Glas (€/m <sup>2</sup> )	0.00	0.00	4.50	4.50
Scherminstallatie 1 (€/m <sup>2</sup> )	3.50	3.50	3.50	3.50
Lichtuitstootdoek (€/m <sup>2</sup> )	3.50	3.50	3.50	3.50
Vast folie (paprika) (€/m <sup>2</sup> )				
Scherminstallatie 2 (€/m <sup>2</sup> )				3.50
Energie/klimaatdoek (€/m <sup>2</sup> )				1.50
Horizontale ventilatoren (€/m <sup>2</sup> )				
Verticale ventilatoren (€/m <sup>2</sup> )				
Gevelventilatie + slurven (€/m <sup>2</sup> )				
Totaal (€/m <sup>2</sup> )	54.00	54.00	58.50	63.50
Jaarkosten (€/m <sup>2</sup> )	5.38	5.38	5.72	6.84

<b>Opbrengstbepalende factoren</b>				
Lichtdoorlaat kasdek	helder glas (80%*)	helder glas (82%) scherm + ventilator	diffuus + AR (90%) schermpakket	diffuus + AR (90%) schermpakket (2x)
Lichtverlies onderweg	schermpakket			
Licht gewasniveau (apr-sep)	0.780	0.800	0.878	0.856
Licht gewasniveau (okt-mrt)	0.780	0.800	0.878	0.845
Fotosynthese-effect (okt-mrt)		1.00	1.00	1.00
Fotosynthese-effect (apr-sep)		1.00	1.00	1.00
Opbr.effect diffuus glas (factor)		1.00	1.04	1.04
Klimaatverbetering				
Opbr.effect klimaatverb (factor)		1.00	1.00	1.00
Fys.opbrengst [apr-sep] kg/m <sup>2</sup>	52	53.0	59.4	58.2
Fys.opbrengst [okt-mrt] kg/m <sup>2</sup>	13	13.3	14.8	14.4
Fys.opbrengst [totaal] (kg/m <sup>2</sup> )	65	66	74	73
Productprijs zomer/winter (€/kg)	0.90/1.80	0.90/1.80	0.90/1.80	0.90/1.80
Bruto-geldopbrengst (€/m <sup>2</sup> )	70	72	80	78
	* i.v.m. glasmaat, aantal roeden en gootbreedte			
<b>Energiebesparende maatregelen</b>				
Isolatiewaarde kasdek/gevel		dichtere kas	dichtere kas	dichtere kas extra scherm
Aanvullende isolatie				
Intensiever schermen		beperkt	beperkt	beperkt
Selectief ventileren		beperkt	beperkt	beperkt
Selectief verwarmen		beperkt	beperkt	beperkt
Verwarming (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jaar)	39	34	34	30
Belichting/aandrijving (kWh/jaar)	xxx	xxx	xxx	xxx
Kosten verwarming (€/m <sup>2</sup> /jaar)	7.80	6.80	6.80	6.00
<b>CO<sub>2</sub>-emissie (kg/m<sup>2</sup>/jaar)</b>	<b>70</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>54</b>

<b>Effect op bedrijfsresultaat</b>				
Saldo partiële vergelijking (€/m <sup>2</sup> /jr)	57.03	59.39	67.60	65.43
<b>Kengetallen t.o.v. referentie</b>				
	<b>referentie</b>			
Effect investeringen (€/m <sup>2</sup> )	54.00	0.00	4.50	9.50
Effect geldopbrengst (€/m <sup>2</sup> /jaar)	70.20	1.37	9.93	8.06
Effect jaarkosten (€/m <sup>2</sup> /jaar)	5.38	0.00	0.35	1.46
Effect verwarmingskosten (€/m <sup>2</sup> /jr)	7.80	-1.00	-1.00	-1.80
Saldo t.o.v. referentie (€/m <sup>2</sup> /jaar)	57.03	2.37	10.58	8.40
Effect CO <sub>2</sub> -emissie (kg/m <sup>2</sup> /jaar)	70	-9	-9	-16

## Bijlage 2: rekensheet PAPRIKA – ONBELICHT

<b>PAPRIKA</b>	Referentie 2005	Situatie 1 2018	Situatie 2 2018	Situatie 3 2018
Specificatie	standaard Venlo zonder belichting	standaard Venlo zonder belichting	moderne Venlo zonder belichting	2SaveEnergy Kas zonder belichting
Dekconstructie	standaard	standaard	standaard	2SaveEnergy
Glas	helder glas	helder glas	diffuus + AR- coating	dek ETFE-film op roeden
Scherminstallatie 1 Energie/klimaatdoek	energie/klimaat schermdoek	energie/klimaat schermdoek	energie/klimaat schermdoek	energie/klimaat schermdoek
Schermfolie (paprika)	plastic folie			
Scherminstallatie 2 Energie/klimaatdoek		energie/klimaat schermdoek	energie/klimaat schermdoek	energie/klimaat schermdoek
Horizontale ventilatoren				
Verticale ventilatoren	klimaatverbetering: specificatie in paragraaf gevoeligheidsanalyse			
Gevelventilatie + slurven				
<b>Investeringsbedragen</b>				
Dekconstructie (€/m <sup>2</sup> )	44.00	44.00	44.00	58.50
Glas (€/m <sup>2</sup> )	0.00	0.00	4.50	7.00
Scherminstallatie 1 (€/m <sup>2</sup> )	3.50	3.50	3.50	3.50
Energie/klimaatdoek (€/m <sup>2</sup> )	2.50	2.50	2.50	2.50
Vast folie (paprika) (€/m <sup>2</sup> )	0.20			
Scherminstallatie 2 (€/m <sup>2</sup> )		3.50	3.50	
Energie/klimaatdoek (€/m <sup>2</sup> )		1.50	1.50	
Horizontale ventilatoren (€/m <sup>2</sup> )				
Verticale ventilatoren (€/m <sup>2</sup> )				
Gevelventilatie + slurven (€/m <sup>2</sup> )				
Totaal (€/m <sup>2</sup> )	50.20	55.00	59.50	71.50
Jaarkosten (€/m <sup>2</sup> )	5.03	5.95	6.29	6.50

<b>Opbrengstbepalende factoren</b>				
Lichtdoorlaat kasdek	helder glas (80%*) folie + 1x pakket	helder glas (82%) scherm + 2x pakket	diffuus + AR (90%) scherm + 2x pakket	diff + AR + film (82%) 1x pakket
Lichtverlies onderweg				
Licht gewasniveau (apr-sep)	0.780	0.780	0.856	0.800
Licht gewasniveau (okt-mrt)	0.736	0.745	0.813	0.800
Fotosynthese-effect (okt-mrt)		1.00	1.00	1.00
Fotosynthese-effect (apr-sep)		1.00	1.00	1.00
Opbr.effect diffuus glas (factor)		1.00	1.04	1.04
Klimaatverbetering				
Opbr.effect klimaatverb (factor)		1.00	1.00	1.00
Fys.opbrengst [apr-sep] (kg/m <sup>2</sup> )	24.8	24.8	27.7	26.3
Fys.opbrengst [okt-mrt] (kg/m <sup>2</sup> )	5.0	5.0	5.6	5.5
Fys.opbrengst [totaal] (kg/m <sup>2</sup> )	29.8	29.8	33.3	31.8
Productprijs zomer/winter (€/kg)	1.15/2.30	1.15/2.30	1.15/2.30	1.15/2.30
Bruto-geldopbrengst (€/m <sup>2</sup> )	40	40	45	43
	* i.v.m. glasmaat, aantal roeden en gootbreedte			
<b>Energiebesparende maatregelen</b>				
Isolatiewaarde kasdek/gevel		dichtere kas	dichtere kas	dichtere kas F-clean + spouw
Aanvullende isolatie				
Intensiever schermen		beperkt	beperkt	beperkt
Selectief ventileren		beperkt	beperkt	beperkt
Selectief verwarmen		beperkt	beperkt	beperkt
Verwarming (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jaar)	30	24	24	21
Belichting/aandrijving (kWh/jaar)	x	x	x	x
Kosten verwarming (€/m <sup>2</sup> /jaar)	6.00	4.80	4.80	4.20
<b>CO<sub>2</sub>-emissie (kg/m<sup>2</sup>/jaar)</b>	<b>53.94</b>	<b>43.15</b>	<b>43.15</b>	<b>37.76</b>

<b>Effect op bedrijfsresultaat</b>				
Saldo partiële vergelijking (€/m <sup>2</sup> /jr)	28.99	29.37	33.69	32.26
<b>Kengetallen t.o.v. referentie referentie</b>				
Effect investeringen (€/m <sup>2</sup> )	50.20	4.80	9.30	21.30
Effect geldopbrengst (€/m <sup>2</sup> /jaar)	40.02	0.09	4.76	2.94
Effect jaarkosten (€/m <sup>2</sup> /jaar)	5.03	0.91	1.26	1.46
Effect verwarmingskosten (€/m <sup>2</sup> /jr)	6.00	-1.20	-1.20	-1.80
Saldo t.o.v. referentie (€/m <sup>2</sup> /jaar)	28.99	0.38	4.70	3.27
Effect CO <sub>2</sub> -emissie (kg/m <sup>2</sup> /jaar)	54	-11	-11	-16

### Bijlage 3: Rekensheet CHRYSANT - BELICHT

<b>CHRYSANT</b>	<b>Referentie 2005</b>	<b>Situatie 1 2018</b>	<b>Situatie 2 2018</b>	<b>Situatie 3 2018</b>
Specificatie	standaard Venlo <b>met belichting</b>	standaard Venlo <b>met belichting</b>	moderne Venlo <b>met belichting</b>	Winterlicht Kas <b>met belichting</b>
Dekconstructie	standaard	standaard	standaard	Winterlicht dek
Glas	helder glas	helder glas	diffuus + AR-coating	diffuus + AR-coating
Scherminstallatie 1	verduistering	verduistering	verduistering	verduistering
Verduisteringsdoek	schermdoek	schermdoek	schermdoek	schermdoek
Schermfolie (paprika)				
Scherminstallatie 2		energie/klimaat	energie/klimaat	energie/klimaat
Energie/klimaatdoek		schermdoek	schermdoek	schermdoek
Horizontale ventilatoren				
Verticale ventilatoren	klimaatverbetering: specificatie in paragraaf gevoeligheidsanalyse			
Gevelventilatie + slurven				
<b>Investeringsbedragen</b>				
Dekconstructie (€/m <sup>2</sup> )	45.00	45.00	45.00	54.00
Glas (€/m <sup>2</sup> )	0.00	0.00	4.50	7.50
Scherminstallatie 1 (€/m <sup>2</sup> )	3.50	3.50	3.50	3.50
Verduisteringsdoek (€/m <sup>2</sup> )	5.00	5.00	5.00	5.00
Vast folie (paprika) (€/m <sup>2</sup> )				
Scherminstallatie 2 (€/m <sup>2</sup> )		3.50	3.50	3.50
Energie/klimaatdoek (€/m <sup>2</sup> )		1.50	1.50	1.60
Horizontale ventilatoren (€/m <sup>2</sup> )				
Verticale ventilatoren (€/m <sup>2</sup> )				
Gevelventilatie + slurven (€/m <sup>2</sup> )				
Totaal (€/m <sup>2</sup> )	53.50	58.50	63.00	75.10
Jaarkosten (€/m <sup>2</sup> )	5.69	6.80	7.15	8.11

<b>Opbrengstbepalende factoren</b>				
Lichtdoorlaat kasdek	helder glas (80%*)	helder glas (82%)	diffuus + AR (90%)	diffuus + AR (91%)
Lichtverlies onderweg	schermpakket	schermpakket (2x)	schermpakket (2x)	schermpakket (2x)
Licht gewasniveau (apr-sep)	0.780	0.780	0.856	0.861
Licht gewasniveau (okt-mrt)	0.780	0.762	0.834	0.846
Fotosynthese-effect (okt-mrt)		1.00	1.00	1.00
Fotosynthese-effect (apr-sep)		1.00	1.00	1.00
Opbr.effect diffuus glas (factor)		1.00	1.04	1.04
Klimaatverbetering				
Opbr.effect klimaatverb (factor)		1.00	1.00	1.00
Fys.opbrengst [apr-sep] (st/m <sup>2</sup> )	160	159.9	179.0	179.9
Fys.opbrengst [okt-mrt] (st/m <sup>2</sup> )	130	127.7	142.5	144.1
Fys.opbrengst [totaal] (st/m <sup>2</sup> )	290	288	321	324
Productprijs zomer/winter (€/st)	0.22/0.34	0.22/0.34	0.22/0.34	0.22/0.34
Bruto-geldopbrengst (€/m <sup>2</sup> )	80	79	89	89
	* i.v.m. glasmaat, aantal roeden en gootbreedte			
<b>Energiebesparende maatregelen</b>				
Isolatiewaarde kasdek/gevel		dichtere kas	dichtere kas	dichtere kas extra schermuren
Aanvullende isolatie				
Intensiever schermen		beperkt	beperkt	beperkt
Selectief ventileren		beperkt	beperkt	beperkt
Selectief verwarmen		beperkt	beperkt	beperkt
Verwarming (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jaar)	30	26	26	25
Belichting/aandrijving (kWh/jaar)	xx	xx	xx	xx
Kosten verwarming (€/m <sup>2</sup> /jaar)	6.00	5.20	5.20	5.00
<b>CO<sub>2</sub>-emissie (kg/m<sup>2</sup>/jaar)</b>	<b>54</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>45</b>
	* incl. grondstomen			

<b>Effect op bedrijfsresultaat</b>				
Saldo partiële vergelijking (€/m <sup>2</sup> /jr)	68.36	67.25	76.20	76.18
<b>Kengetallen t.o.v. referentie</b>				
	referentie			
Effect investeringen (€/m <sup>2</sup> )	53.50	5.00	9.50	21.60
Effect geldopbrengst (€/m <sup>2</sup> /jaar)	80.04	-0.79	8.51	9.24
Effect jaarkosten (€/m <sup>2</sup> /jaar)	5.69	1.11	1.46	2.42
Effect verwarmingskosten (€/m <sup>2</sup> /jr)	6.00	-0.80	-0.80	-1.00
Saldo t.o.v. referentie (€/m <sup>2</sup> /jaar)	68.36	-1.11	7.85	7.82
Effect CO <sub>2</sub> -emissie (kg/m <sup>2</sup> /jaar)	54	-7	-7	-9



## Bijlage 4: Overzicht saldo-effecten, ten opzichte van referentie

**Tabel B4.1** Saldo-effecten (€/m<sup>2</sup> t.o.v. referentie) bij verschillende aannames voor opbrengstverbetering door diffuus licht en door klimaatverbetering bij TOMAAT - BELICHT

Opbrengstverbetering door: Diffuus licht Beter klimaat		Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3
4%	Niet van toepassing	2.37	10.58	8.4
4%	0%	2.38	10.55	8.39
4%	2%	3.81	12.15	9.95
8%	Niet van toepassing	2.37	13.66	11.41
8%	0%	2.38	13.62	11.39
8%	2%	3.81	15.28	13.01

**Tabel B4.2** Saldo-effecten (€/m<sup>2</sup> t.o.v. referentie) bij verschillende aannames voor opbrengstverbetering door diffuus licht en door klimaatverbetering bij PAPRIKA - ONBELICHT

Opbrengstverbetering door: Diffuus licht Beter klimaat		Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3
4%	Niet van toepassing	0.38	4.70	3.27
4%	0%	0.53	4.83	3.41
4%	2%	1.33	5.72	4.27
8%	Niet van toepassing	0.38	6.42	4.93
8%	0%	0.53	6.55	5.06
8%	2%	1.33	7.47	5.95

**Tabel B4.3** Saldo-effecten (€/m<sup>2</sup> t.o.v. referentie) bij verschillende aannames voor opbrengstverbetering door diffuus licht en door klimaatverbetering bij CHRYSANT - BELICHT

Opbrengstverbetering door: Diffuus licht Beter klimaat		Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3
4%	Niet van toepassing	-1.11	7.85	7.82
4%	0%	-1.75	7.12	7.08
4%	2%	-0.18	8.88	8.86
8%	Niet van toepassing	-1.11	11.25	11.25
8%	0%	-1.75	10.50	10.49
8%	2%	-0.18	12.32	12.33

---

## Bijlage 5: Overzicht vermindering CO<sub>2</sub>-uitstoot

**Tabel B5.1** Vermindering van CO<sub>2</sub>-uitstoot (kg/ m<sup>2</sup>, t.o.v. referentie) in verschillende situaties bij TOMAAT - BELICHT

Investering in:	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3
Kasdek + schermen	9.0	9.0	16.2
Ventilatoren + slurven	5.4	5.4	5.4

**Tabel B5.2** Vermindering van CO<sub>2</sub>-uitstoot (kg/ m<sup>2</sup>, t.o.v. referentie) in verschillende situaties bij PAPRIKA - ONBELICHT

Investering in:	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3
Kasdek + schermen	10.8	10.8	16.2
Ventilatoren + slurven	5.4	5.4	5.4

**Tabel B5.3** Vermindering van CO<sub>2</sub>-uitstoot (kg/ m<sup>2</sup>, t.o.v. referentie) in verschillende situaties bij CHRYSANT - BELICHT

Investering in:	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3
Kasdek + schermen	7.2	7.2	9.0
Ventilatoren + slurven	7.2	7.2	7.2

## Bijlage 6: Contante waarde van saldo-nadeel (Situatie 3 t.o.v. Situatie 2)

**Tabel B6.1** Saldo-nadeel (€/m<sup>2</sup>), contante waarde 16 jaar (€/m<sup>2</sup>) en CO<sub>2</sub>-reductie 16 jaar (kg/m<sup>2</sup>) bij verschillende aannames voor opbrengstverbetering door diffuus licht en door klimaatverbetering bij TOMAAT - BELICHT

Opbrengstverbetering door:		Saldo-nadeel S3 t.o.v. S2 (€/m <sup>2</sup> /jr)	Contante waarde over 16 jaar (€/m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> -reductie over 16 jaar (kg/m <sup>2</sup> )
Diffuus licht	Beter klimaat			
4%	Niet van toepassing	2.17	25.34	115
4%	0%	2.17	25.33	115
4%	2%	2.20	25.66	115
8%	Niet van toepassing	2.25	26.17	115
8%	0%	2.24	26.06	115
8%	2%	2.27	26.51	115

**Tabel B6.2** Saldo-nadeel (€/m<sup>2</sup>), contante waarde 16 jaar (€/m<sup>2</sup>) en CO<sub>2</sub>-reductie 16 jaar (kg/m<sup>2</sup>) bij verschillende aannames voor opbrengstverbetering door diffuus licht en door klimaatverbetering bij PAPRIKA - ONBELICHT

Opbrengstverbetering door:		Saldo-nadeel S3 t.o.v. S2 (€/m <sup>2</sup> /jr)	Contante waarde over 16 jaar (€/m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> -reductie over 16 jaar (kg/m <sup>2</sup> )
Diffuus licht	Beter klimaat			
4%	Niet van toepassing	1.43	16.62	86
4%	0%	1.42	16.52	86
4%	2%	1.45	16.94	86
8%	Niet van toepassing	1.50	17.44	86
8%	0%	1.49	17.33	86
8%	2%	1.52	17.77	86

**Tabel B6.3** Saldo-nadeel (€/m<sup>2</sup>), contante waarde 16 jaar (€/m<sup>2</sup>) en CO<sub>2</sub>-reductie 16 jaar (kg/m<sup>2</sup>) bij verschillende aannames voor opbrengstverbetering door diffuus licht en door klimaatverbetering bij CHRYSANT - BELICHT

Opbrengstverbetering door:		Saldo-nadeel S3 t.o.v. S2 (€/m <sup>2</sup> /jr)	Contante waarde over 16 jaar (€/m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> -reductie over 16 jaar (kg/m <sup>2</sup> )
Diffuus licht	Beter klimaat			
4%	Niet van toepassing	0.03	0.31	29
4%	0%	0.03	0.39	29
4%	2%	0.02	0.22	29
8%	Niet van toepassing	0.00	-0.02	29
8%	0%	0.01	0.07	29
8%	2%	-0.01	-0.11	29

---

## Bijlage 7: Geraadpleegde deskundigen

René Caron	AAB Nederland
Arno van Deursen	Van der Valk Systems
Tom Dueck	Wageningen Plant Research
Ted Duijvestijn	Duijvestijn Tomaten
Arie de Gelder	Wageningen UR Glastuinbouw
Frank Kempkes	Wageningen Plant Research
Harm Maters	AVAG
Marcel Raaphorst	Wageningen UR Glastuinbouw
Hans van Tilborg	Technokas
Mike Vermeij	BOM Group

---

### Contact

Wageningen Economic Research J.S. Buurma  
Postbus 29703 Onderzoeker gewasbescherming  
2502 LS Den Haag T +31 (0)70 335 8303  
[www.wur.nl/economic-research](http://www.wur.nl/economic-research) E jan.buurma@wur.nl

---

2017-070