

Let's be transparent!

DIAMOND

HET MEEST TRANSPARANTE
ENERGIESCHERM
TER WERELD



Phormium

Supporting growers since 1977



INTRO



DIAMOND



DIAMOND, de nieuwe standaard in transparante energieschermen, is Phormium's antwoord op het onstilbare verlangen van gewassen naar licht.

DIAMOND combineert een ongezien hoge transparantie voor PAR-licht met de vochttransporterende en energiebesparende eigenschappen van traditionele transparante energieschermen.

Het **PAR-schermingsgetal** is één van de belangrijkste parameters van een transparant energiescherm. Dat is allerm minst vreemd, gezien PAR direct gelinkt kan worden aan de gewasopbrengst.

Voor lichtminnende gewassen zoals tomaat geldt de vuistregel: 1% meer licht is 1% meer opbrengst. Elke foton telt, daar draait het om. Schermfabrikanten halen daarom alles uit de kast om energieschermen steeds transparanter te maken.

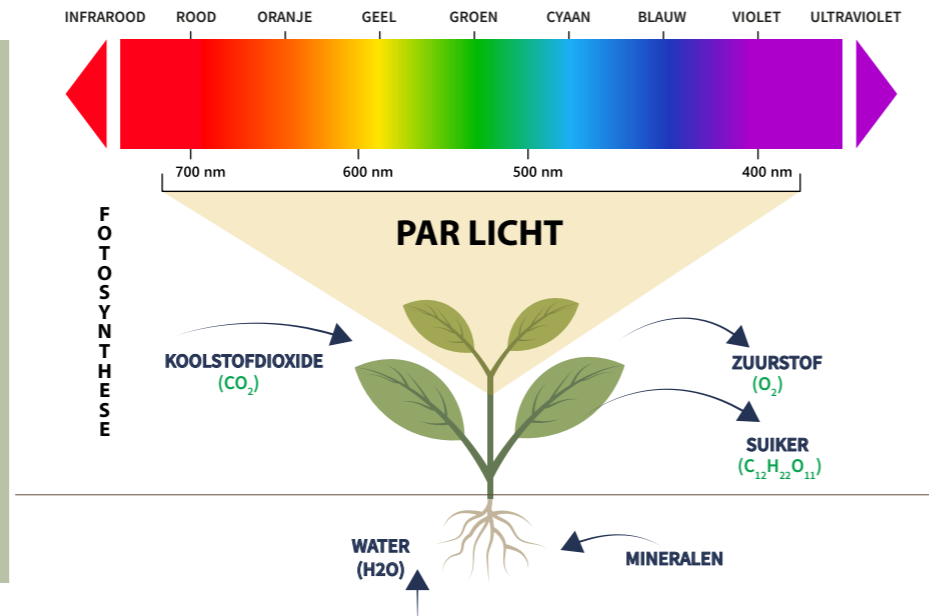
PAR-SCHERMING

PAR (Eng: photosynthetically active radiation) speelt een bijzonder belangrijke rol in de groei en ontwikkeling van gewassen. Startend bij 400 nanometer (blauw) en gaande tot 700 nanometer (rood) valt PAR-licht grotendeels samen met het licht dat voor de mens waarneembaar is met het blote oog.

Naast PAR bestaan ook nog het UV (Eng: ultra violet), FR (Eng: far red) en NIR (Eng: near infrared). Ook deze types licht spelen een rol in de kas. Dit valt echter buiten de scope van deze whitepaper.

PAR-licht is nodig voor de fotosynthese en drijft zo de groei van een gewas.

Zonder PAR-licht kan een gewas zich niet ontwikkelen. In periodes waarin licht slechts beperkt aanwezig is (bv. in de winter), beperkt de schaarste aan PAR-licht vaak de ontwikkeling van het gewas. Hoe meer men daarom het beperkt beschikbare PAR-licht kan benutten, hoe beter.



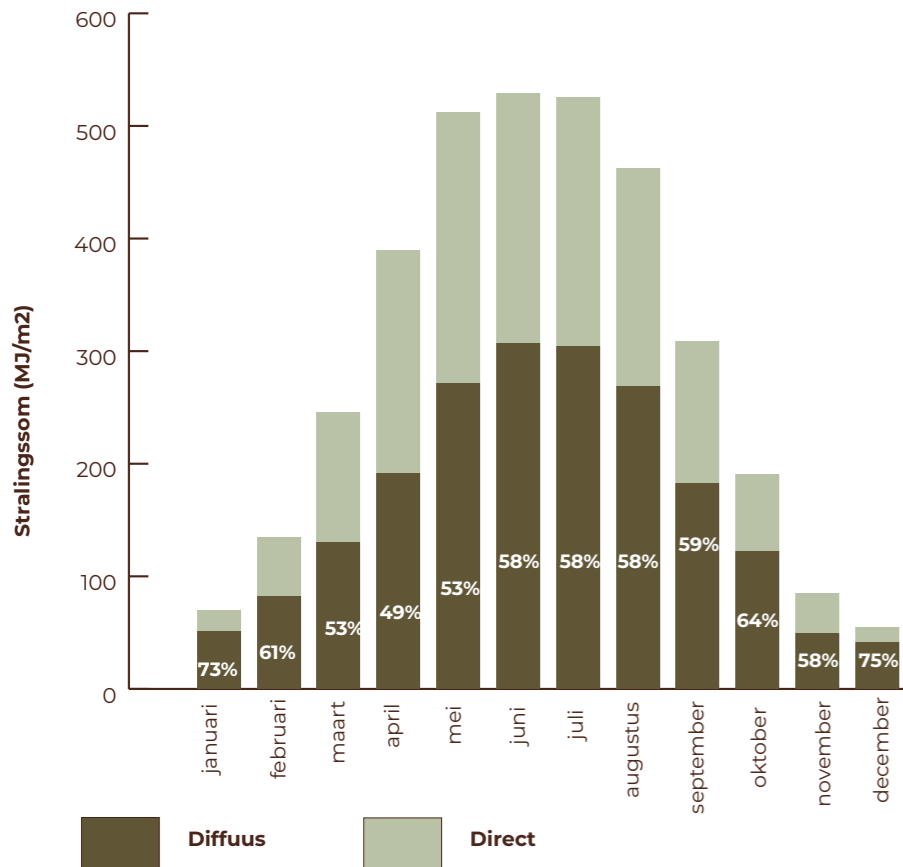
PAR komt voor in verschillende vormen. De hoek waaronder PAR invalt op een materiaal (bv. een scherm) bepaalt het karakter van het PAR-licht. Er wordt onderscheid gemaakt tussen **diffuus** en **direct PAR-licht**.

Men spreekt over diffuus PAR-licht wanneer het licht invalt op het scherm vanuit alle hoeken tegelijkertijd.

In directe lichtomstandigheden valt het licht in vanuit een welbepaalde hoek.

Diffuse lichtomstandigheden stemmen overeen met de omstandigheden onder een zwaar bewolkte hemel.

De directe lichtomstandigheden daarentegen zijn terug te vinden onder een heldere (onbewolkte) hemel.



Figuur 1: Aandeel direct en diffuus zonlicht in Nederland, bron: Kaskieswijzer WUR

In figuur 1 wordt weergegeven welk aandeel van de zonnestraling een diffuus dan wel een direct karakter heeft in Nederland. Hieruit valt af te leiden dat in de donkerste maanden van het jaar 60 tot 70% van het licht dat het aardoppervlak bereikt diffuus is.

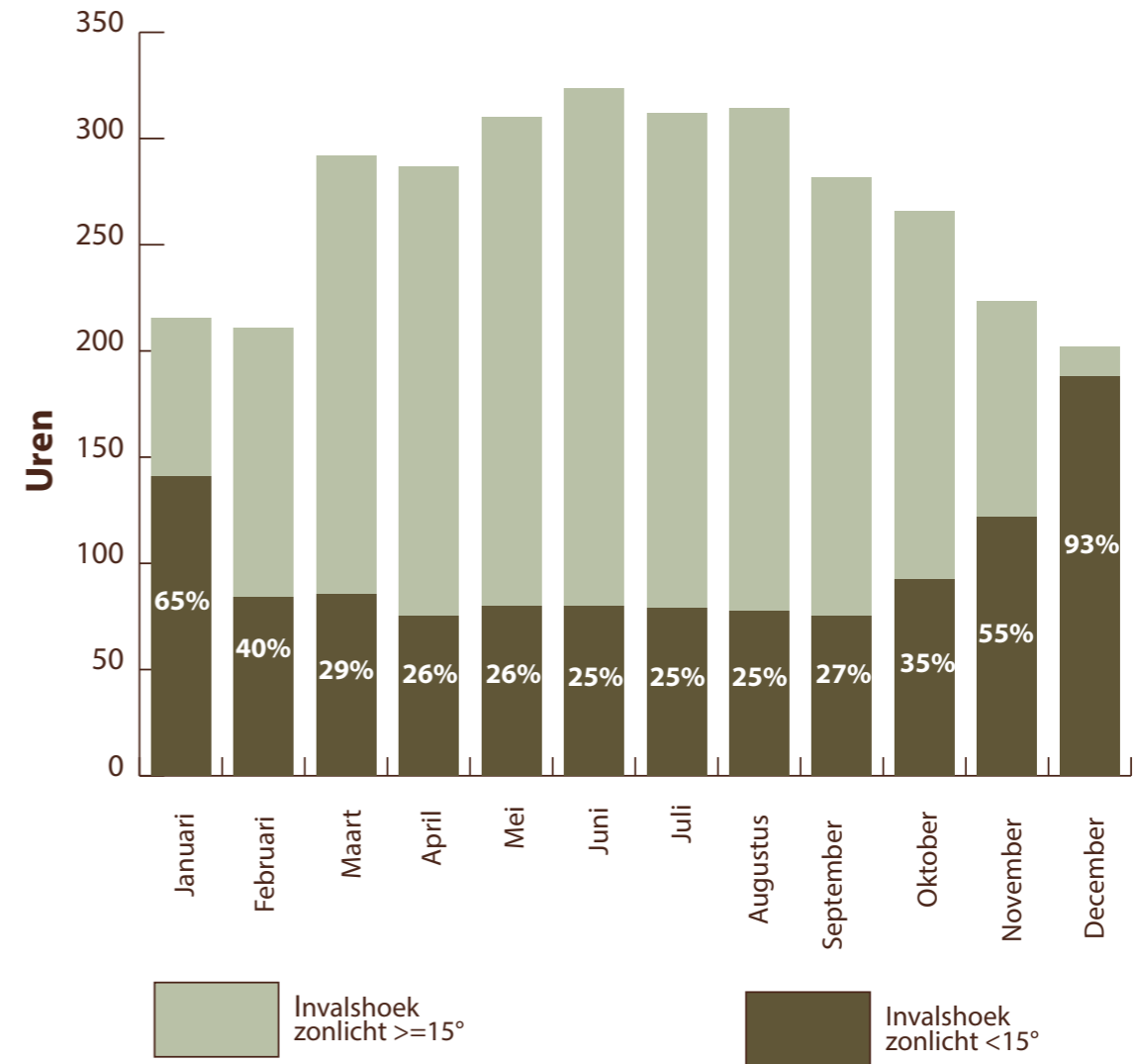
In **diffuse lichtomstandigheden** speelt de stand van de zon aan de hemel (deze bepaalt de invalshoek van het licht) geen rol. Ten gevolge van het wolkendek valt het licht immers toch in vanuit alle hoeken tegelijk.

In **directe lichtomstandigheden** speelt de stand van de zon net wel een heel grote rol. Zo kan de zon zowel dicht bij de horizon staan of net hoog aan de hemel.

De zon staat altijd dicht bij de horizon bij zonsopgang en bij zonsondergang. Echter, in gebieden die relatief vergelegen zijn van de evenaar staat de zon ook op winterdagen gedurende (een groot stuk van) de dag laag aan de horizon.

Als aanvulling op figuur 1 wordt in figuur 2 geïllustreerd hoeveel procent van de tijd in Nederland de invalshoek van het licht kleiner of groter is dan 15° t.o.v. de horizon in directe lichtomstandigheden (gemiddeld voor jaar 2017, 2018 en 2019). Figuur 2 geeft met andere woorden meer detail over de invalshoek van het licht voor het deel van de dag waarin de bewolingsgraad van de hemel directe lichtomstandigheden creëerde (figuur 1).

Figuur 2: Aandeel van de tijd waarin de invalshoek van de zon kleiner of groter is dan 15° t.o.v. de horizon onder directe lichtomstandigheden te Zevenhuizen, Nederland voor het jaar 2017, 2018 en 2019 (gemiddeld)



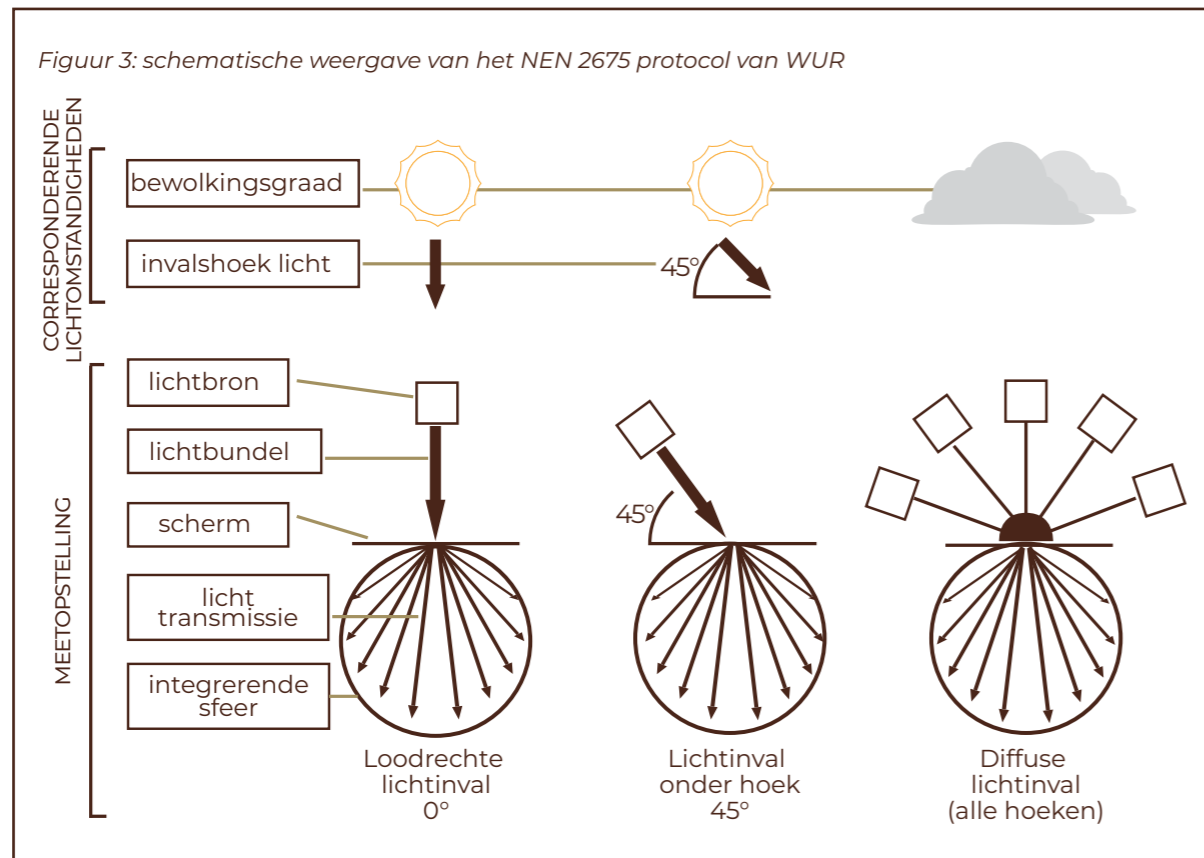
Uit figuur 2 is af te leiden dat de zon bij directe lichtomstandigheden voor een niet te onderschatten deel van de tijd lager staat dan 15° t.o.v. de horizon.

Dit is voornamelijk het geval in de maanden november, december en januari wat een gevolg is van het jaarlijkse analemma van de zon. Het is net in deze periode van het jaar dat transparante energieschermen intensief worden ingezet in kassen.

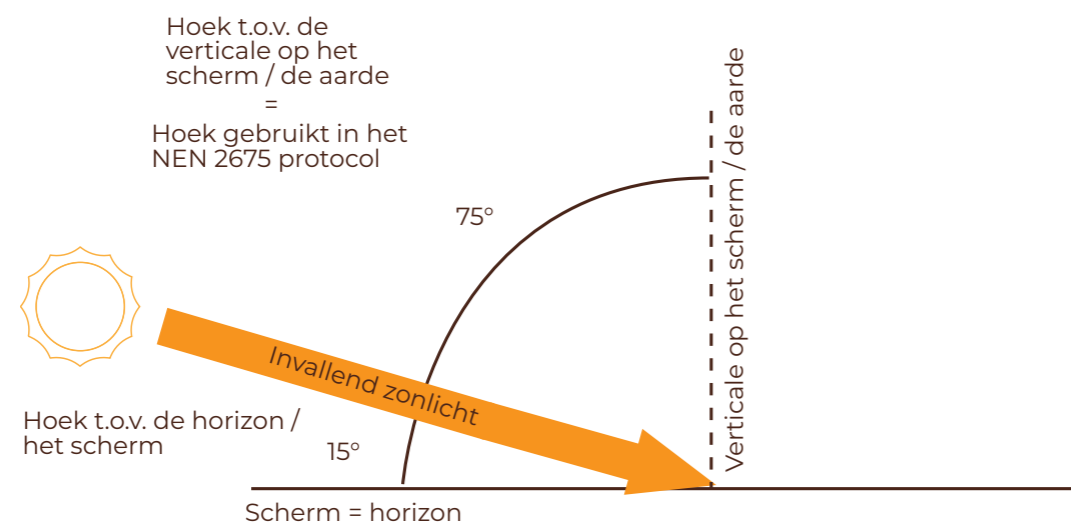
Uit bovenstaande paragrafen is af te leiden dat het belangrijk is het PAR-schermingsgetal van een scherm te kennen in zowel diffuse als directe lichtomstandigheden en dit laatste bovendien bij verschillende invalshoeken van het licht. Hiertoe ontwikkelde de Universiteit van Wageningen (WUR) het protocol NEN 2675. In figuur 3 wordt schematisch weergegeven hoe het PAR-schermingsgetal van een materiaal wordt bepaald door middel van een lichtbron en integrerende sfeer volgens het NEN 2675 protocol.

Het PAR-schermingsgetal kan worden bepaald voor directe lichtinval onder een bepaalde hoek (bv. 0° of 75°) en voor diffuse lichtinval. Het is hierbij belangrijk op te merken dat de invalshoek waarover men spreekt binnen het protocol NEN 2675 de hoek tussen de lichtbundel (afkomstig van de lichtbron) en de loodrechte op het scherm is. Deze hoek is het complement van de hoek tussen de lichtbundel en de horizontale.

De horizontale correspondeert met het scherm of de horizon. Zo komt een hoek van 75° in het NEN 2675 protocol overeen met een hoek van 15° t.o.v. de horizon. Dit wordt geïllustreerd in figuur 4.



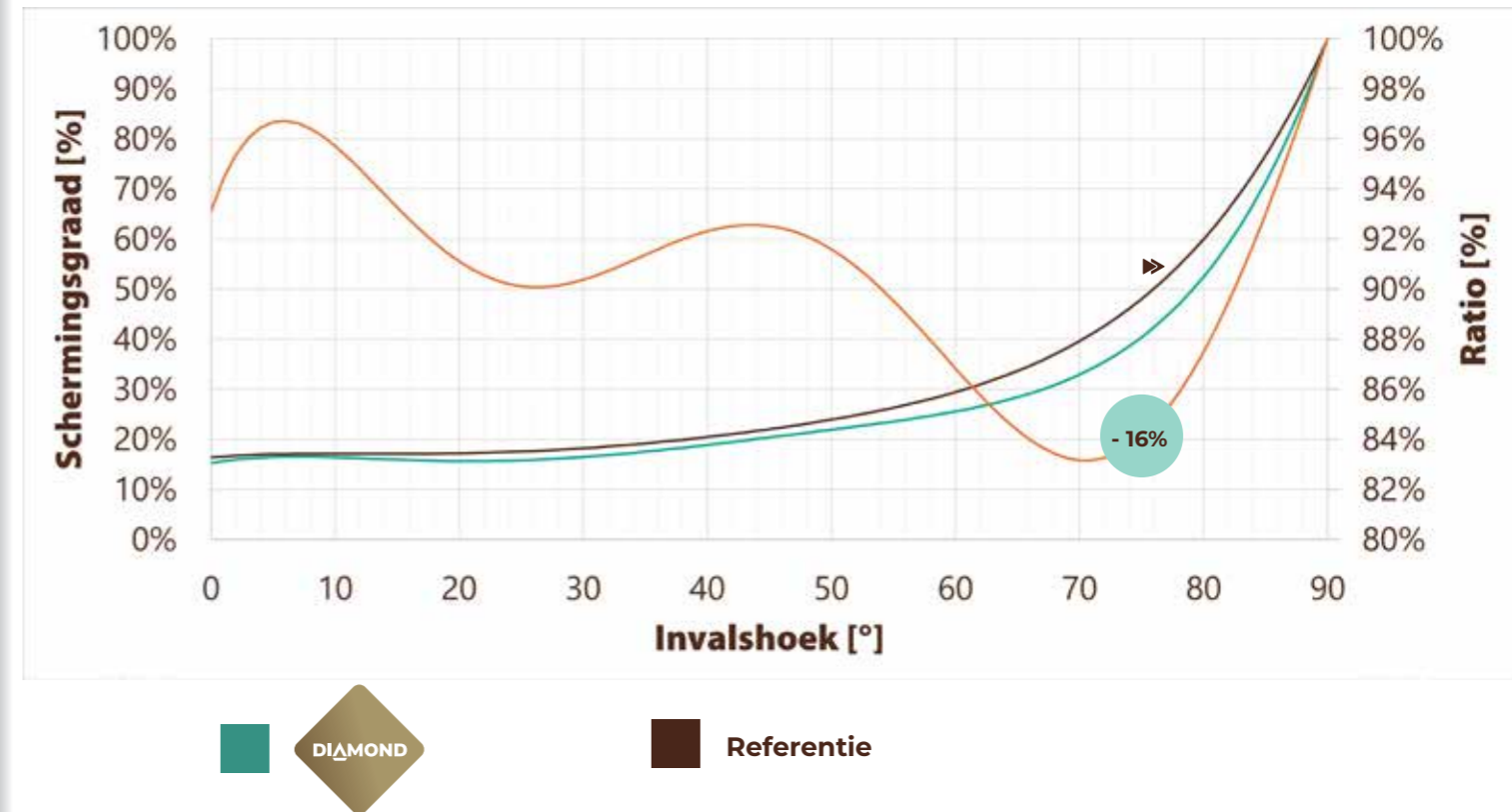
Figuur 4: illustratie van de lichtinvalshoek gebruikt binnen het NEN 2675 protocol



De schermingsgetallen van Phormium's **DIAMOND** zijn terug te vinden in tabel 1. In deze tabel zijn bovendien ook de schermingsgetallen terug te vinden van het vaakst gebruikte alternatieve transparante energiescherm.

Uit de tabel is af te leiden dat **DIAMOND** een lagere PAR-schermingsgraad heeft in elk van de eerder vermelde lichtcondities. Merk op dat in directe lichtomstandigheden, naarmate de zon lager staat (bv in de winter) en de invalshoek groter wordt, ook het verschil in het PAR-schermingsgetal tussen **DIAMOND** en het alternatief groter wordt. Tabel 1, die slechts een beperkt aantal invalshoeken weergeeft, wordt aangevuld met figuur 5.

Figuur 5: PAR-schermingsgraad van **DIAMOND** en het vaakst gebruikte alternatief voor elke hoek van lichtinval volgens NEN 2675. In het oranje, de verhouding van de groene tot de bruine curve.



De oranje curve geeft de verhouding weer tussen de PAR-schermingsgetallen van Diamond (groene curve) en het vaakst gebruikte alternatieve scherm (bruine curve) voor elke hoek van lichtinval. Zo ligt bij 75° (15° t.o.v. de horizon) de schermingsgraad van **DIAMOND** 16% procent lager dan de schermingsgraad van het alternatief.



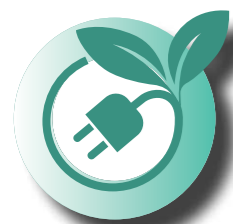


DIAMONDS weefpatroon bevat minder vochttransporterende garens dan een traditioneel energiescherm. In recente studies¹ is de functie van de garens in een scherm uitgebreid onder de loep genomen. Uit dit onderzoek is gebleken dat de vochttransporterende eigenschap van garens door toedoen van hun capillaire werking vaak wordt overschat. Ook schermen zonder garens kunnen een goede **vochttransporterende eigenschap** hebben. Vocht wordt namelijk op drie manieren doorheen een scherm getransporteerd. **De belangrijkste oorzaak** van vochttransport doorheen een scherm is luchtverplaatsing. Deze lucht neemt vocht (de relatieve vochtigheid van de lucht) met zich mee.

Ten tweede is er vochtdiffusie. Dit proces berust op het onevenwicht dat er bestaat tussen de hoeveelheid vocht in de ruimte onder het gesloten scherm, waar het warm en vochtig is, en de ruimte boven het gesloten scherm, waar het kouder en droger is. **Ten laatste** is er vochttransport door condensvorming op het doek, captatie en transport van deze condens door vochttransporterende garens (capillaire werking) doorheen het scherm en herverdamping van het vocht bovenaan het scherm.

Voor vochttransport door middel van luchtverplaatsing en vochtdiffusie zijn geen vochttransporterende garens vereist. Enkel voor het derde mechanisme (condensatie, captatie, transport en herverdamping) zijn garens nodig. De rol van dit derde proces is beperkt. Het aandeel van de eerste twee processen in het totale vochttransport is belangrijker. **Het doorsnee energiescherm bevat een te grote hoeveelheid vochttransporterende garens. Een belangrijke nadelige eigenschap van deze garens is dat ze leiden tot lichtverlies (schaduwwerking).**

De combinatie van DIAMONDS hydrofiele oppervlak en de geoptimaliseerde hoeveelheid garens (DryTec™) staat toe om het lichtverlies (PAR-schermsgraad) van het scherm gevoelig te verlagen zonder in te boeten op de vochttransporterende eigenschap van het doek. De vochttransporterende garens in DIAMOND staan samen met het hydrofiele oppervlak in voor de captatie en het transport van condenswater doorheen het scherm.



47% ENERGIE-BESPARING

DIAMONDS weefpatroon en de gebruikte materialen zorgen verder ook voor de gewenste energiebesparende eigenschappen. Deze kunnen verder worden opgesplitst in volgende onderliggende parameters zijnde vochttransport-, luchttransport- en warmestralingseigenschappen. Bij de Universiteit van Wageningen (WUR) is meetapparatuur voorhanden waarmee elk van deze drie parameters kan worden opgemeten. De meettoestellen die gebruikt worden voor het kwantificeren van elke eigenschap zijn respectievelijk: de TransHumid, de Permea en het TNO-toestel.

Meer info over deze toestellen is te vinden in het rapport Wet Screens van Wageningen Universiteit¹ (WUR). **DIAMONDS** score voor elk van deze parameters ligt in lijn met deze van het doorsnee transparante energiescherm. Deze parameters worden vervolgens samengebracht in een allesomvattend energiebesparingsgetal. **Net als bij traditionele energieschermen bedraagt de energiebesparing van DIAMOND 47%.**

In tegenstelling tot klassieke weefpatronen **is DIAMONDS weefpatroon niet gevoelig aan rafelen**. De lengte van het doek kan aangepast worden door louter met een warm mes het doek in te korten. Verder levert **DIAMONDS** lichtgewicht weefstructuur (50 g/m²) **dezelfde pakketgrootte op als dat van een klassiek energiescherm. De pakketgrootte van een scherm heeft een niet te onderschatten invloed op de hoeveelheid daglicht die het gewas bereikt.** Het is namelijk zo dat zelf wanneer een scherm niet in gebruik is er lichtverlies ontstaat ten gevolge van de schaduwwerking van het scherm pakket. De schaduw veroorzaakt door het scherm pakket van **DIAMOND** of eender welk ander traditioneel energiescherm wordt geschat op ca. 2%.



Als laatste aspect is er nog de **brandvertragendheid van het doek**. Er zijn verschillende normen voorhanden volgens welke de mate van brandvertragendheid van een scherm kan worden geklassificeerd. De meest toonaangevende norm is de Nederlandse norm NTA 8825. **DIAMOND behaalt de hoogste klasse in deze norm namelijk klasse 1 dr 0.**

¹ <https://edepot.wur.nl/558268>

PAR-SCHERMINGS-GETALLEN TOEGEPAST

PAR SCHERMING

NEN 2675

Tot nog toe werd de PAR-scherming van **DIAMOND** vergeleken met deze van een doorsnee energiescherm in statische omstandigheden. De PAR-schermsgraad werd vergeleken in zowel diffuse als directe lichtomstandigheden.

Een kas is echter geen statisch maar dynamisch gegeven. De lichtomstandigheden zijn niet enkel diffuus of direct zijn maar variëren doorheen de dag. Ook de positie van de zon aan de hemel (lichtinvalshoek), die een belangrijke invloed heeft op de PAR-transmissie van een scherm bij directe lichtinval, wijzigt naargelang de dag vordert.

De werkelijke PAR-schermsgraad van een doek is met andere woorden een combinatie van de PAR-schermsgraad in diffuse lichtomstandigheden en directe lichtomstandigheden bij welbepaalde lichtinvalshoeken. Een model staat toe om al deze zaken samen te brengen **teneinde de schermsgraad van twee doeken niet in statische maar in dynamische omstandigheden te kunnen vergelijken met elkaar.**

Dit levert belangrijke inzichten op en geeft meer diepgang aan de voorheen genoemde getallen omdat nu ook realistische lichtomstandigheden in rekening worden gebracht.

Phormium maakt hierbij gebruik van een model op basis van de PAR-transmissiemetingen volgens het NEN 2675 protocol. Voor de lichtomstandigheden werd beroep gedaan op een dataset van het weer in Zevenhuizen te Nederland in het jaar 2019.

Scherm- en kasconfiguratie

Volgende situatie werd doorgerekend. Hierbij werden onderstaande parameters gehanteerd.

	Referentie	Innovatief
Teelt	Tomaat	Tomaat
Belichting	Geen	Geen
Teeltcyclus	Januari tot december	Januari tot december
Aantal schermen	1	1
Type scherm	Energiescherm	Energiescherm
Naam scherm	ML 1147	DIAMOND
Locatie	Zevenhuizen, Nederland	Zevenhuizen, Nederland
Type kas	Venlo (glas)	Venlo (glas)
Transmissie kasdek	70%	70%

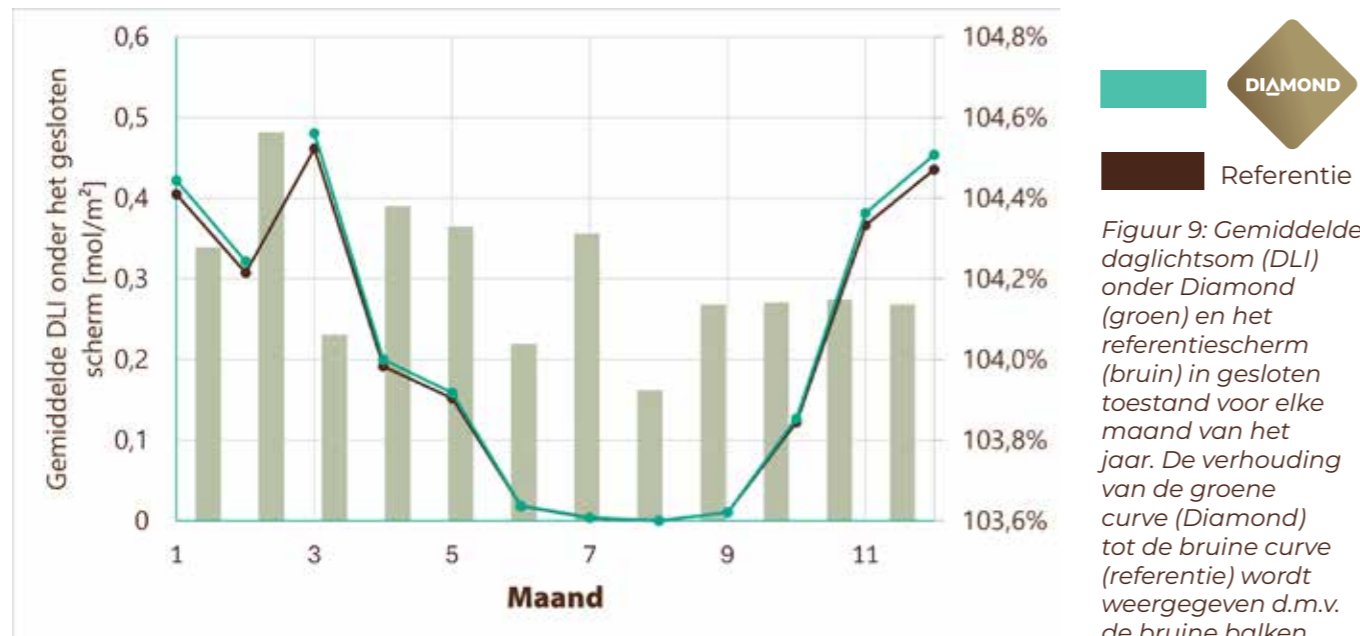
Voor het openen en sluiten van het scherm werd volgende schermstrategie op basis van de buitentemperatuur en instraling gehanteerd: ➡

Buitemtemperatuur (°C)	Instraling (W:M ²)
-10	300
-5	200
0	100
10	50
15	0

Figuur 8: aantal schermuren per maand ten gevolge van de gekozen schermstrategie.



Om de PAR-scherming van beide schermen te evalueren wordt de lichtsom onder het gesloten scherm met elkaar vergeleken. De verhouding van de lichtsommen onder **DIAMOND** en het referentiescherm resulteert in onderstaande grafiek.



Figuur 9: Gemiddelde daglichtsom (DLI) onder Diamond (groen) en het referentiescherm (bruin) in gesloten toestand voor elke maand van het jaar. De verhouding van de groene curve (Diamond) tot de bruine curve (referentie) wordt weergegeven d.m.v. de bruine balken.

Conclusie

De lichtsom onder een gesloten scherm ligt bij het gebruik van **DIAMOND** maand op maand ca. **4% hoger**. Deze hogere lichtsom is het gevolg van **DIAMOND's** lagere PAR-schermingsgraad in diffuse lichtomstandigheden enerzijds en directe lichtomstandigheden anderzijds. De simulatie brengt het effect van beide samen in één getal.

TESTIMONIAL

Bij **Proefcentrum Hoogstraten** werd eind 2025 **DIAMOND** geïnstalleerd in een van de compartimenten van de nieuwbouwkas.

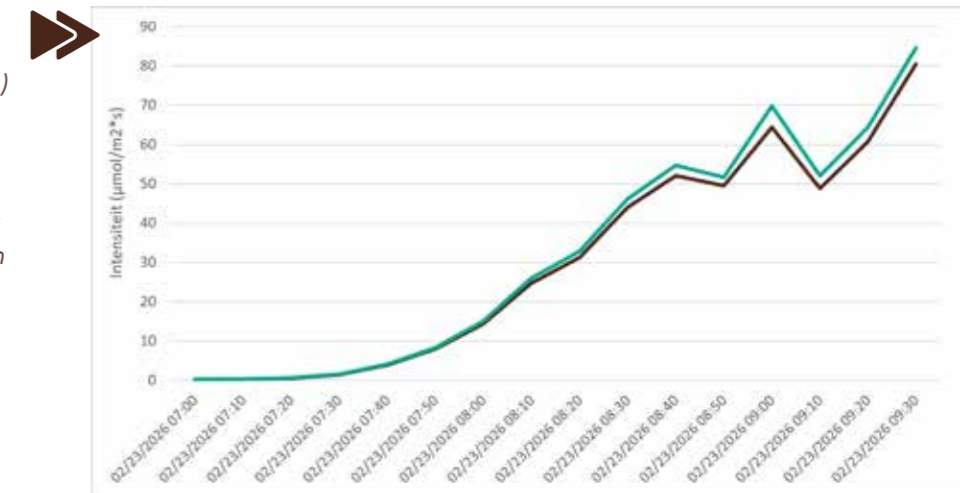


Door middel van een PAR-sensor werd de lichtintensiteit ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) onder het doek gemeten en vergeleken met de lichtintensiteit ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) onder een traditioneel transparant energiescherm, van het naastgelegen compartiment. In beide compartimenten was slechts 1 scherm aanwezig. Het kasdek van beide compartimenten was identiek en de PAR-sensoren werden op identiek dezelfde plaats in de afdelingen gemonteerd.

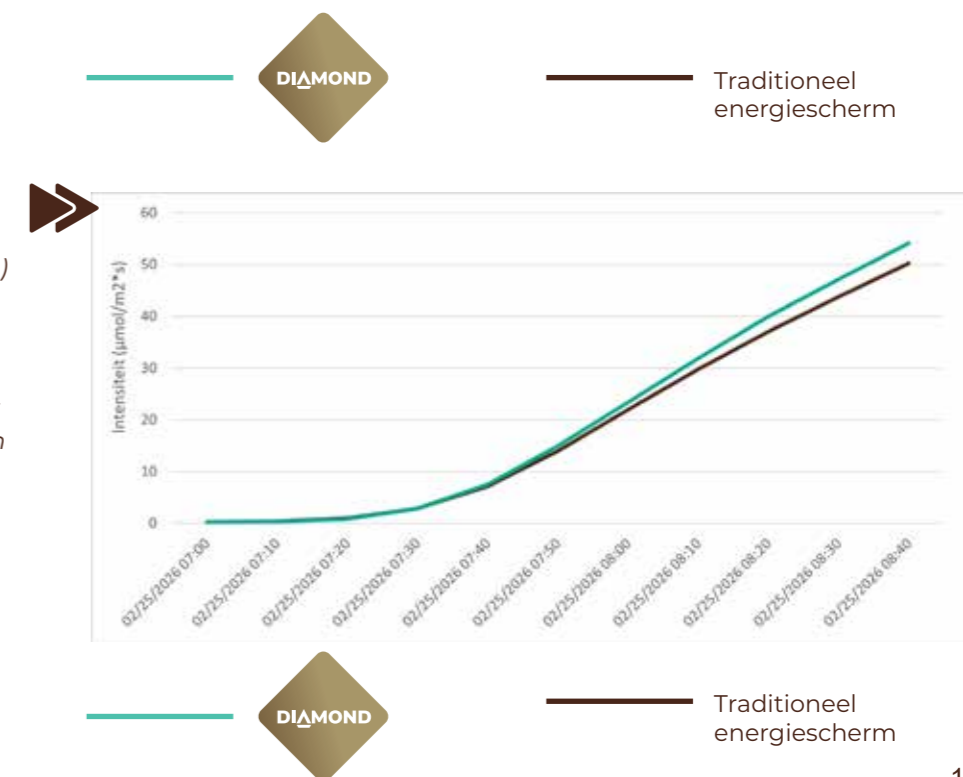
Voor verschillende dagen in februari 2026 werd de lichtsom onder de gesloten doeken vanaf 7u 's ochtends tot op het moment waarop het schermen openen (zelfde tijdstip) berekend en vergeleken met elkaar. Onderstaande grafieken geven de evolutie van de lichtintensiteit op een aantal dagen weer.

“Uit de grafieken is duidelijk af te leiden dat onder DIAMOND meer licht aanwezig is”, aldus Stef Laurijssen van Proefcentrum Hoogstraten. “Uit de waarnemingen van eind februari 2026 is af te leiden dat de lichtsom onder een gesloten scherm (zonsopgang tot openen scherm) bij DIAMOND ongeveer 5% hoger ligt dan bij het traditionele energiescherm.”

Figuur 10: evolutie van de lichtintensiteit onder Diamond (groen) en een traditioneel energiescherm (bruin) tussen zonsopgang en openen van het scherm gemeten op 23 februari 2026. Gemeten door Proefcentrum Hoogstraten.



Figuur 11: evolutie van de lichtintensiteit onder Diamond (groen) en een traditioneel energiescherm (bruin) tussen zonsopgang en openen van het scherm gemeten op 25 februari 2026. Gemeten door Proefcentrum Hoogstraten.



LET'S BE TRANSPARENT!

DIAMOND

©Phormium - 01.06.2026



Phormium
Supporting growers since 1977