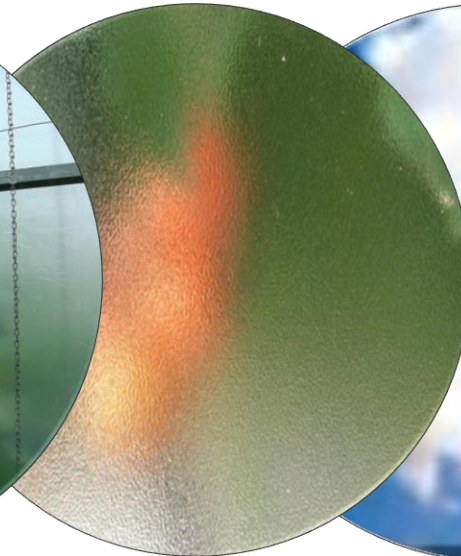


# Technische ontwikkelingen op het gebied van daglicht(beïnvloeding)

---

Gert-Jan Swinkels

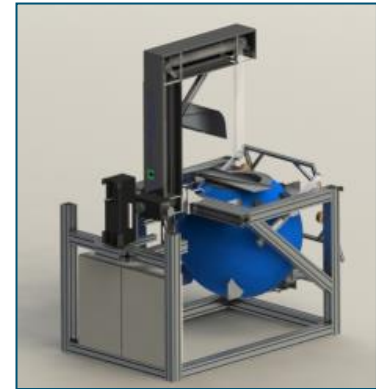
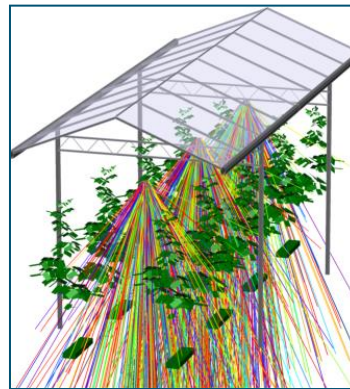
Wageningen UR Glastuinbouw



WAGENINGEN UR  
For quality of life

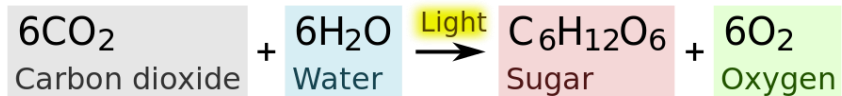
# Inhoud

- Belang van daglicht
- Invloedsfactoren op daglicht
- Meten van licht (in de kas, materialen)
- Berekenen van licht(transmissie)
- Project “Winterlicht”



# Belang van natuurlijk licht

- Fotosynthese



- 1% extra licht ~ 1% extra productie
- Zon = groeilicht + energie
- Transmissie kas bepalende factor

Waarom natuurlijk licht?

## 1 kg tomaat

Zonlicht: 90 mol PAR + 0.5 m<sup>3</sup> gas

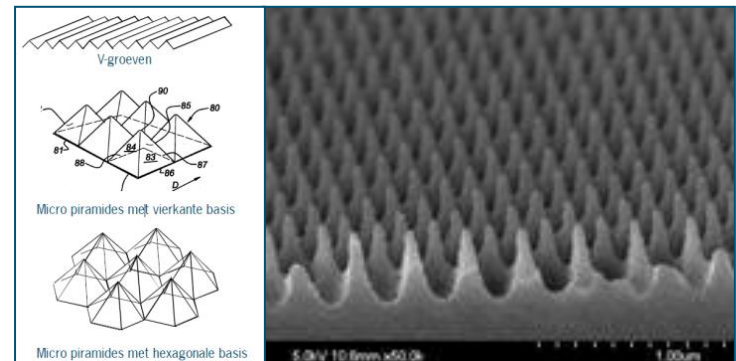
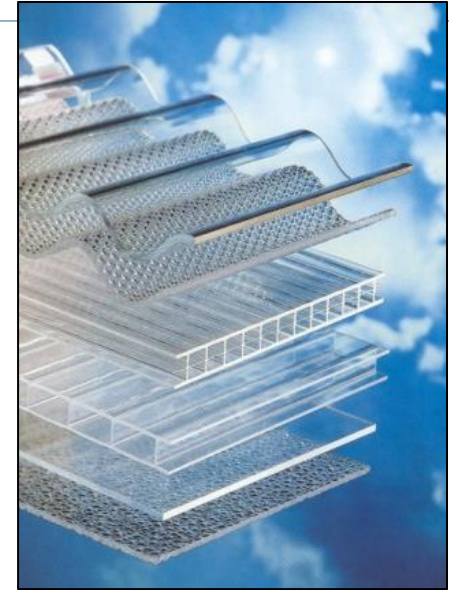
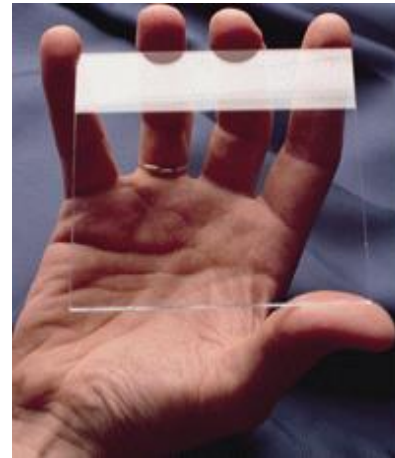
Assimilatiebelichting: 15 kWh = 3.75 m<sup>3</sup> gas



# Invloedsfactoren transmissie

## Kasdek materiaal

- **Basismateriaal**  
Standaard glas  
Low iron glas  
Kunststof (PC, PMMA)  
Enkel, dubbellaags
- **AR coatings**  
Single/multilayer coating  
oppervlaktebehandeling
- **Diffuus**  
structuren (groeven, piramides)  
willekeurig (etsen, zandstralen)  
macro, micro, nano  
pigmenten





# Diffuus materiaal

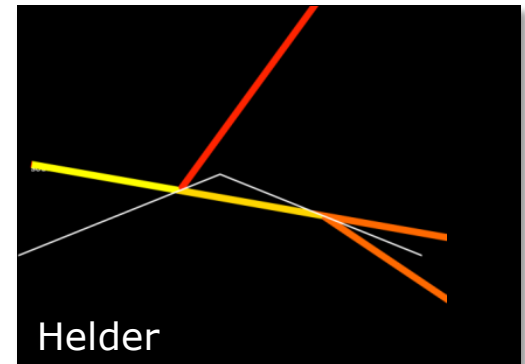
## Voordelen:

- Betere lichtverdeling
- Lagere lichtpieken (minder foto-inhibitie)
- Milder microklimaat
- Hogere productie



## Nadelen:

- Lagere transmissie → compenseren met coatings
- Gedeelte wordt naar de hemel toe verstrooid
  - Extra verlies
  - Afhankelijk van dakhelling

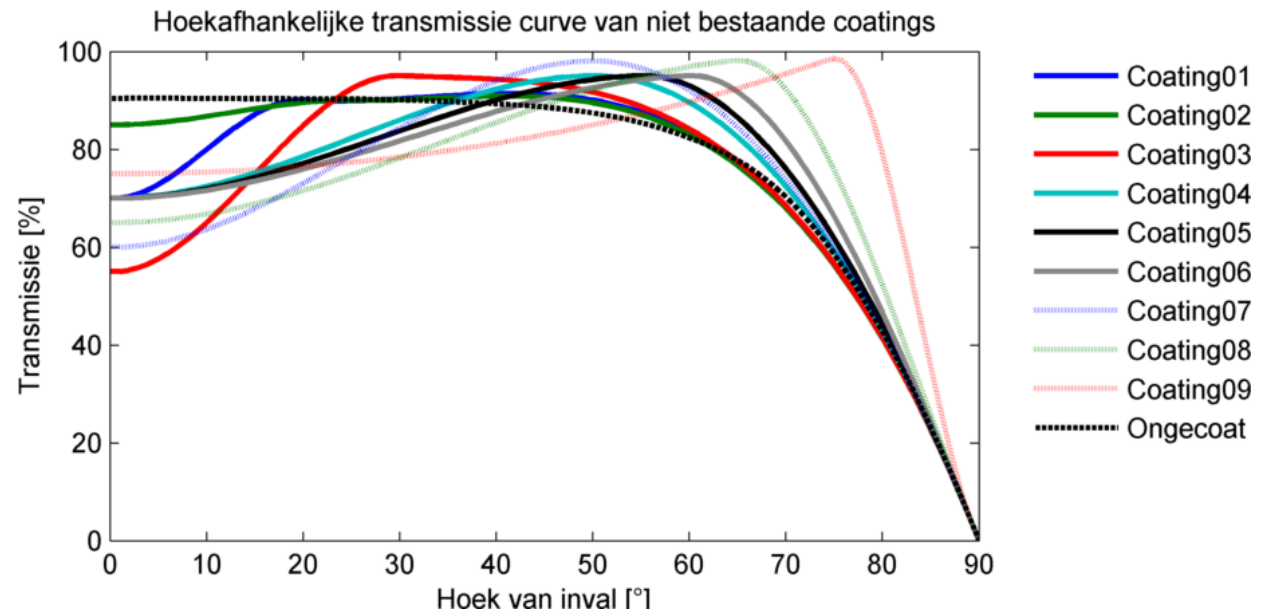


# AR coatings



## Eigenschappen:

- Algehele verhoging transmissie
- Specifieke hoekafhankelijke transmissie
- Hoge transmissie onder hoge hoeken van inval gunstig



# AR coatings

---



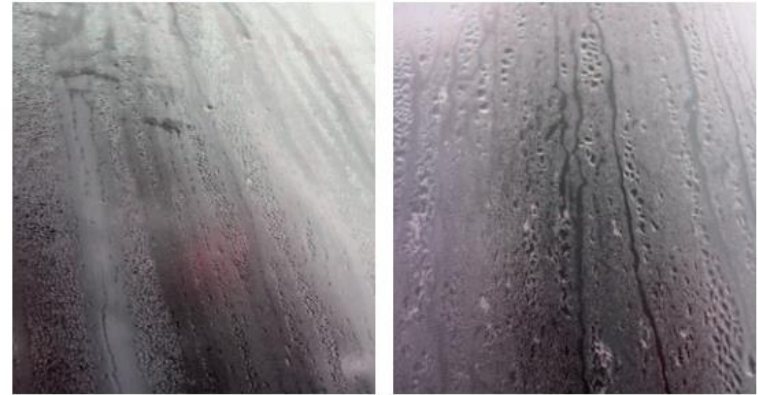
## Resultaten van onderzoek:

- Bestaande coatings → tot 9% meer licht
- Genormaliseerde bestaande coatings → -4% tot +1%
- Virtuele coatings → 2 tot 3% meer licht, tot +7% in Januari

# Condensatie

## Condensatie op **helder** glas:

- Waterfilm: hogere transmissie (1 – 2%)
- Druppels: lagerdere transmissie (tot 8%)



## Condensatie op **diffuus** glas:

- Sterk afhankelijk van oppervlaktestructuur / coating
- Sommige structuren worden helder
- Sommige structuren vormen waterfilm
- Nog onvoldoende bekend



Hydrofobe  
AR coating



# Kasconstructie en installaties

## Kasconstructie

- Goot, nok, roeden, tralie
- Afmetingen
- Vorm
- Reflectiewaarde (kleur, oppervlaktestructuur)



[www.bomgroep.nl](http://www.bomgroep.nl)

## Installaties

- Scherminstallatie(s)
- Assimilatiebelichting
- Verneveling
- Warmtewisselaars



# Meten van licht

## Waarom:

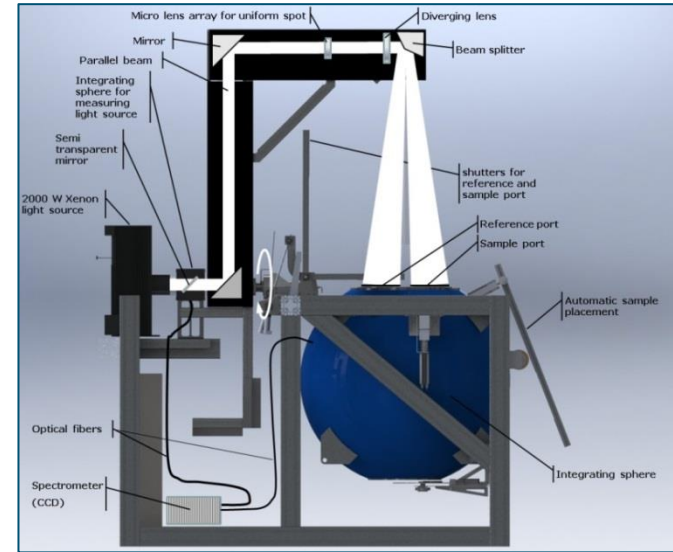
- Transmissie kasdek materiaal
- Transmissie kas
- Prestaties van belichting
- Lichtniveau in gewas
- Lichtuitstoot



# Meten van (kasdek)materialen

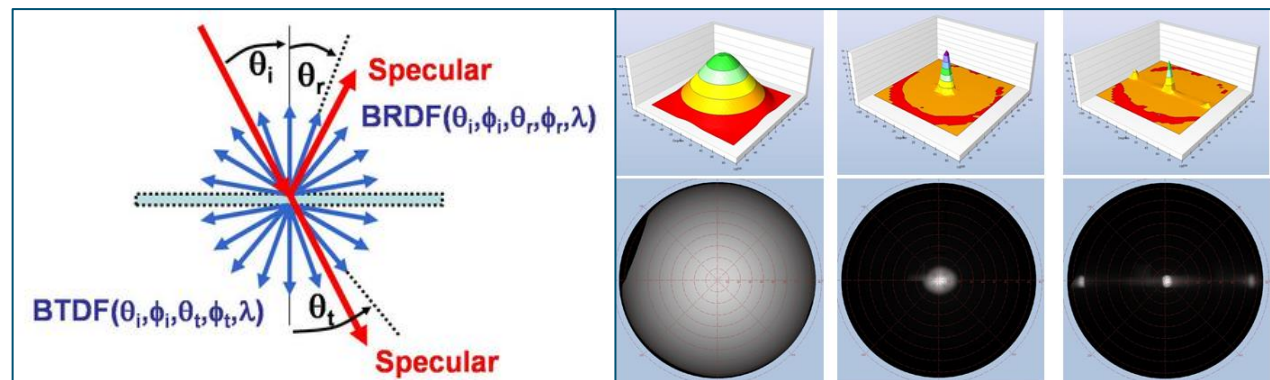
## Lichttransmissie

- Geschikte apparatuur (diffuus)
- Hemisferisch
- Beschreven in een lichtmeetprotocol (TNO / WUR, PT/LNV project)



## Lichtverstrooiing

- Haze
- F-scatter



# Transmissie kas meten

## Waarom

- Transmissie glas niet altijd representatief voor licht op gewasniveau
- Inclusief condensatie, vervuiling, kasconstructie en installaties

## Hoe meten

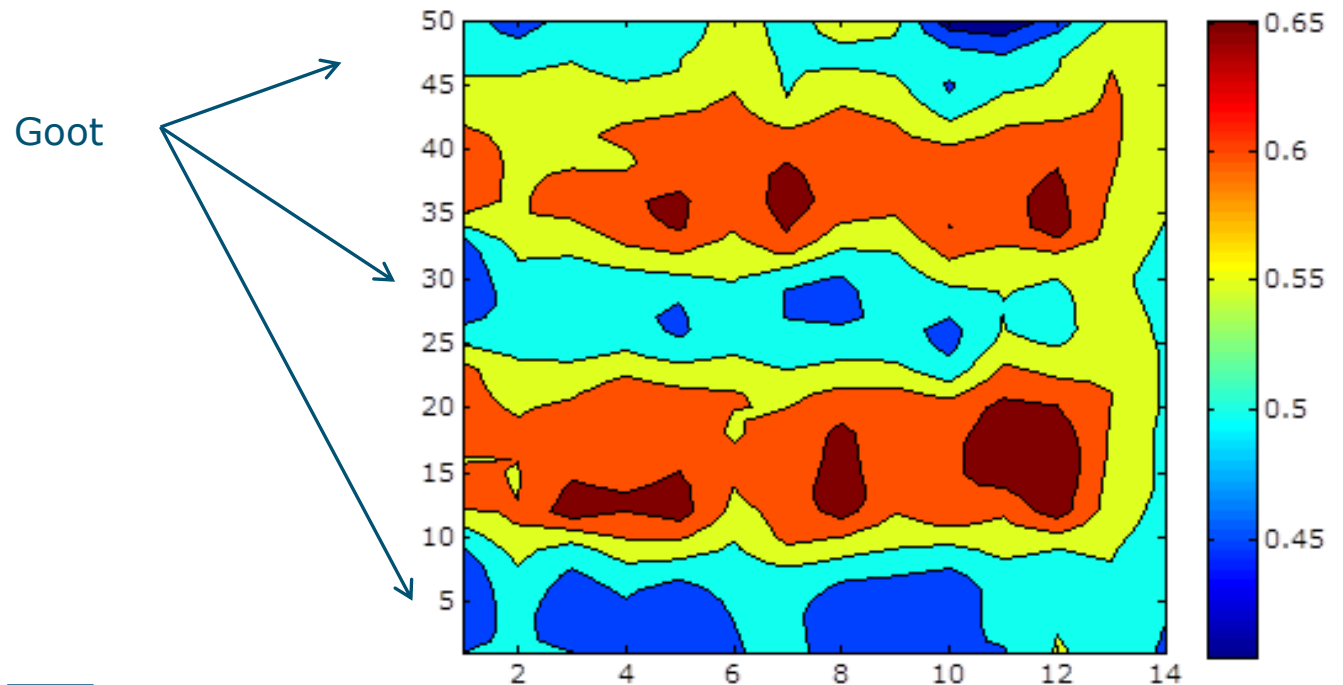
- Relatieve meting → gelijktijdig buiten meten
- Alleen bij bewolkt weer !!
- Vooraf calibreren
- Representatieve meting → volgens grid



# Praktijkmetingen

## Venlow energy kas Bleiswijk

- Lichttransmissie tussen 40 en 65%
- Grote verschillen tussen pad en gevel

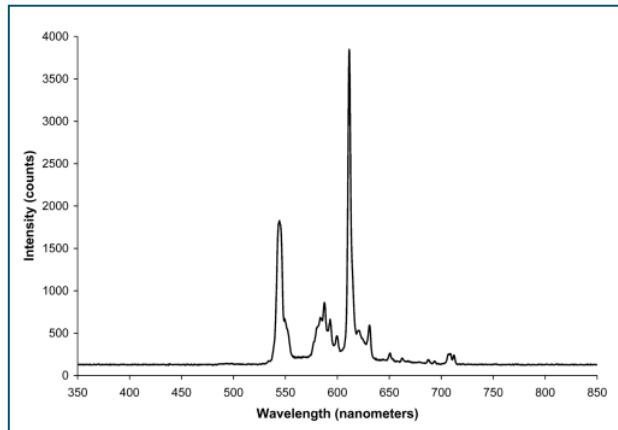




# Meten van belichting (SON-T, LED)

## Meten van lamp output:

- Enige juiste meting met integrerende bol
- Integratie van totale lichtuitstoot
- Calibratie met standaard lichtbron (absolute meting)
- Spectraal
- Relatie tussen elektriciteitsverbruik en  $\mu\text{mol}$



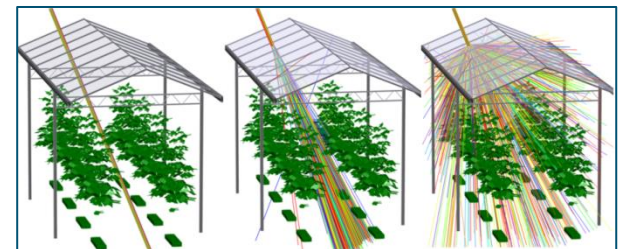
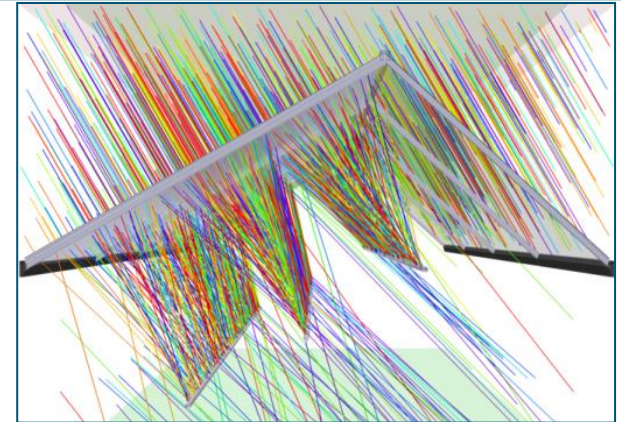
# Berekenen in plaats van meten

## Voordelen

- Gedefinieerde omstandigheden
- Geen randeffecten
- Individuele effecten zichtbaar (transmissie, verstrooiing, lichtniveau op elk blad)
- Jaarrond en momentaan
- Herhaalbaar
- Fictieve materialen en cases mogelijk
- Sneller en goedkoper

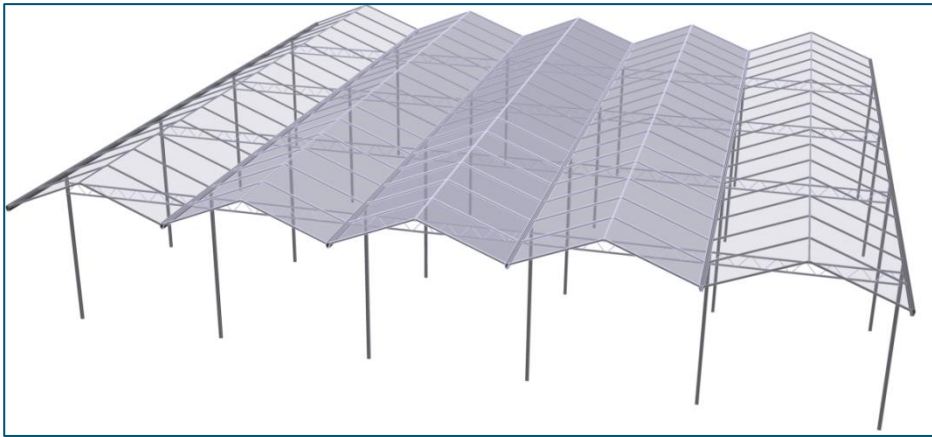
## Nadelen

- Aannames voor een aantal processen (o.a. condensatie)
- Mogelijke invloedsfactoren/effecten niet in berekeningen



# Simulatie: 3D modellen

- Kasconstructie (goot, roeden en nok), kasdek materiaal (helder, diffuus)
- Optische eigenschappen (transmissie, reflectie, absorptie, verstrooiing)
- Lichtbron definiëren (direct en diffuus zonlicht)
- Gewas

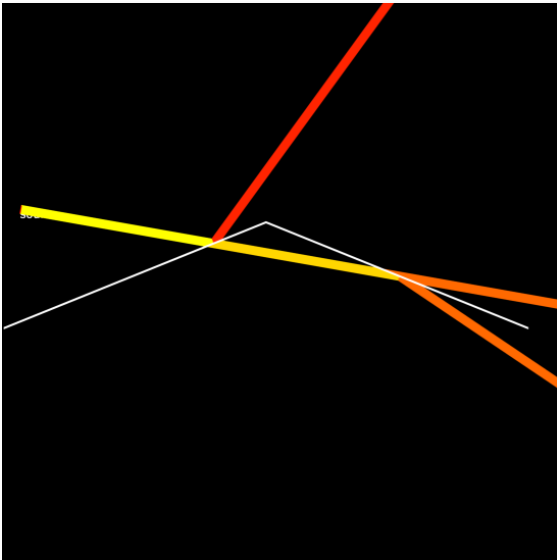


# Simulatie: kasdek materiaal

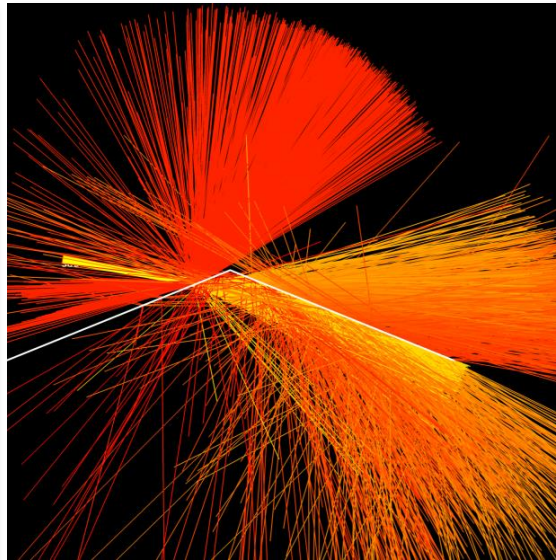
## Optische eigenschappen

- reflectie / absorptie
- Lichtverstrooiing

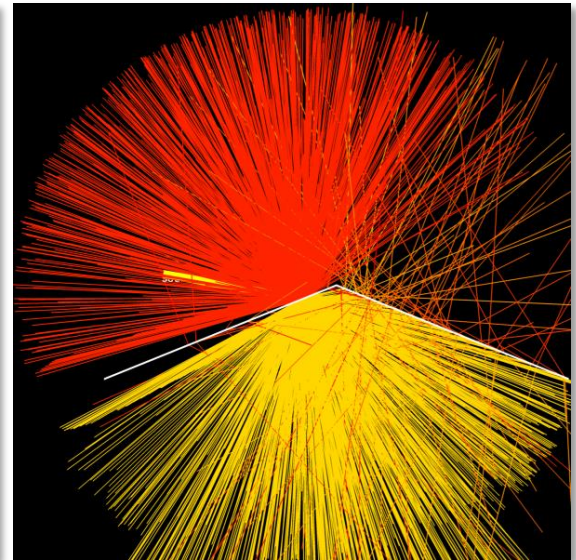
Helder



Diffuus (70% haze)



Lambertiaans

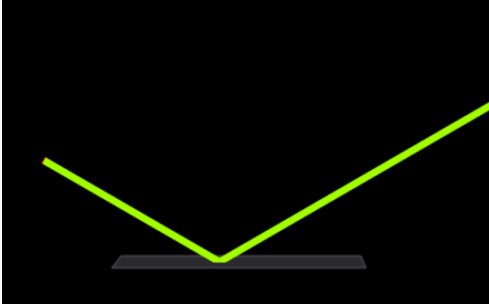


# Simulatie: kasconstructie

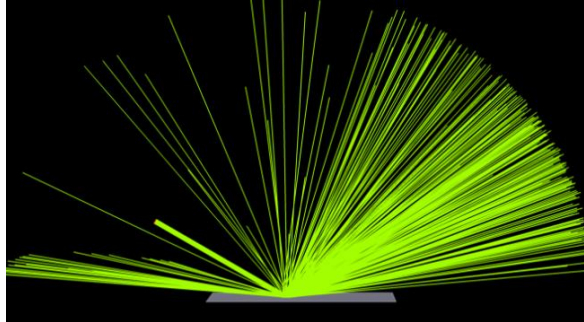
## Optische eigenschappen

- reflectie / absorptie
- Lichtverstrooiing

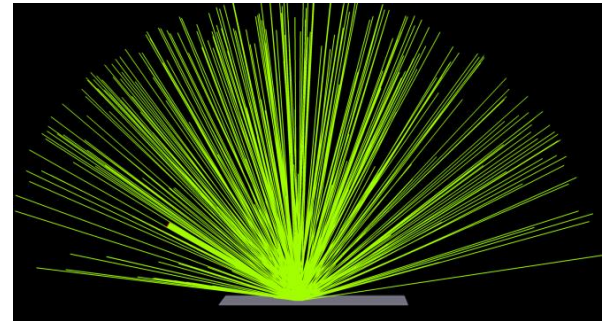
100% Spiegelend



Gedeeltelijk spiegelen

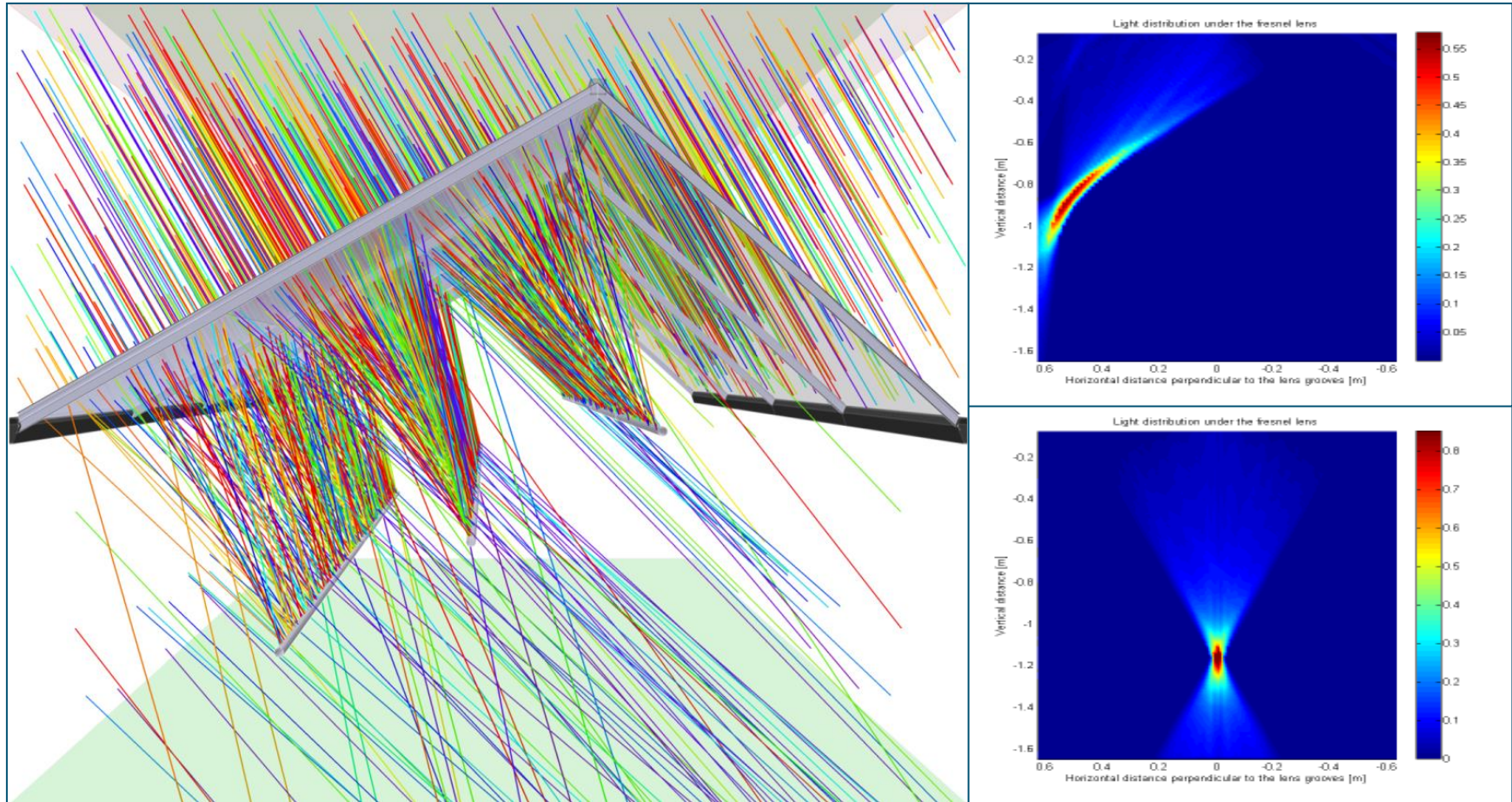


Lambertiaans

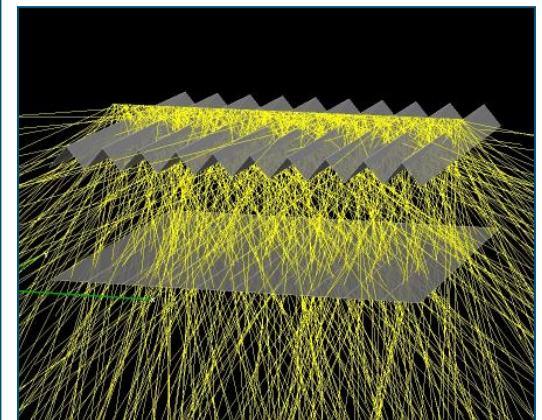
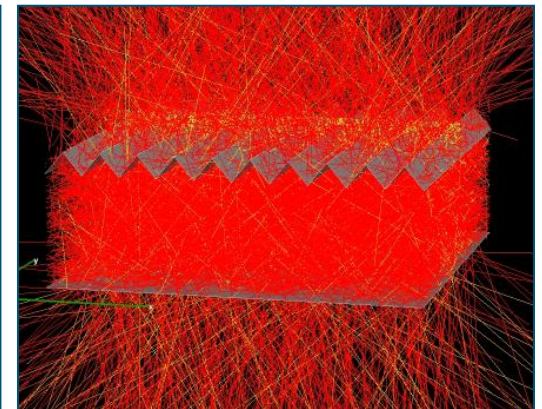
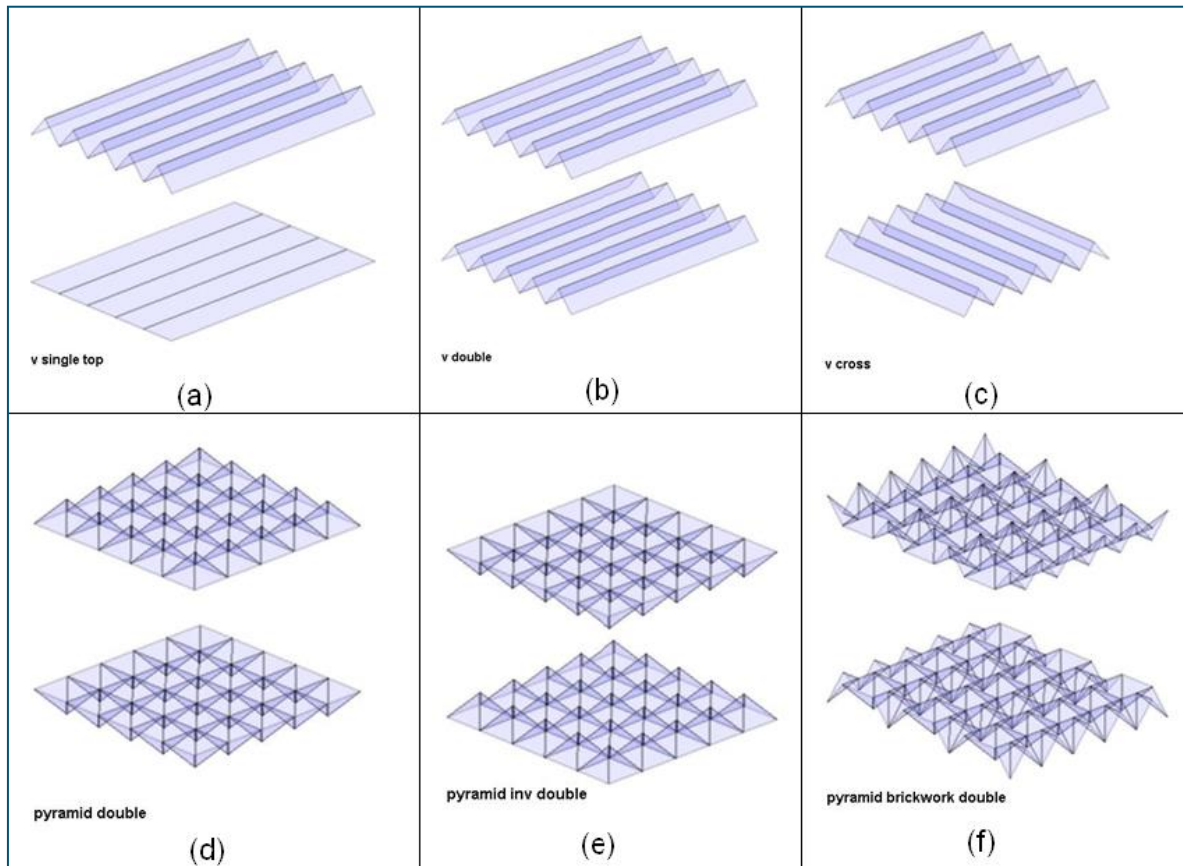




# Toepassingen: Daglichtkas

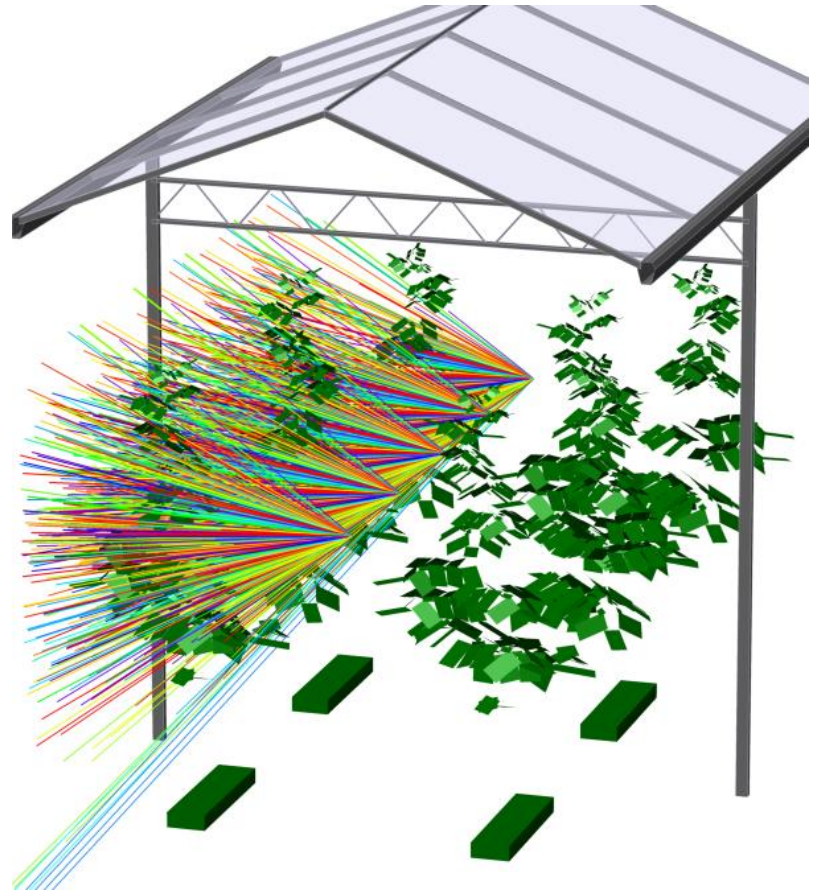
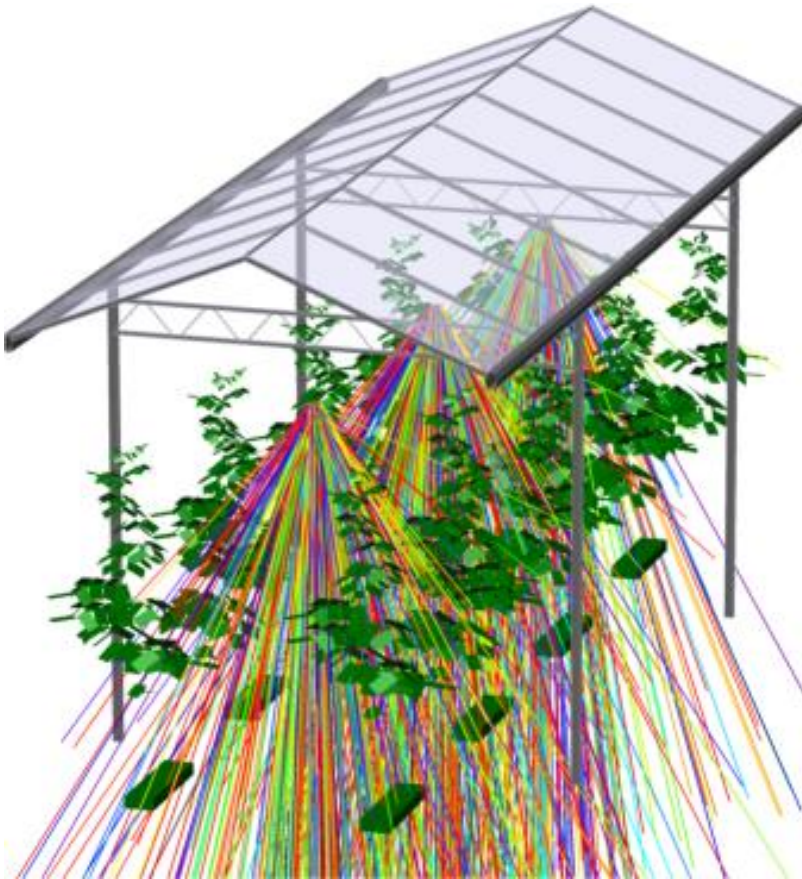


# Toepassingen: Micro-v project





# Toepassingen: effect (tussen)belichting



# Project: Winterlicht

---

Doelstelling:

Verbetering lichttransmissie van de kas in de winter

- Meer natuurlijk licht
- Minder belichting, minder stoken

Onderzoek gedaan naar:

- Dakhelling, kasoriëntatie
- Asymmetrisch dek (zaagtand)
- Tunnelkas (hol/bol)
- Coatings (bestaand, virtueel)
- Constructie (standaard, poedercoating, spiegelend)
- Effecten van condensatie

# Winterlichtkas: resultaten

|                                                                | Okt-Apr<br>[%] | Januari<br>[%] |
|----------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Referentie 23° Venlo, helder ongecoat glas</b>              | <b>72</b>      | <b>70</b>      |
| Venlo 23°, diffuus glas, spiegelende constructie               | 82 (+10)       | 81 (+11)       |
| Zaagtand, diff., spiegelend constructie                        | 85 (+13)       | 84 (+14)       |
| Zaagtand, diff., poedercoating, AR-coating 1 (Them=87,Haze=77) | 86 (+14)       | 85 (+15)       |
| Zaagtand, diff., spiegelend, AR-coating 1 (Them=87,Haze=77)    | 89 (+17)       | 88 (+19)       |
| Zaagtand, diff., spiegelend, AR-coating 2 (Them=92,Haze=20)    | 91 (+19)       | 90 (+20)       |

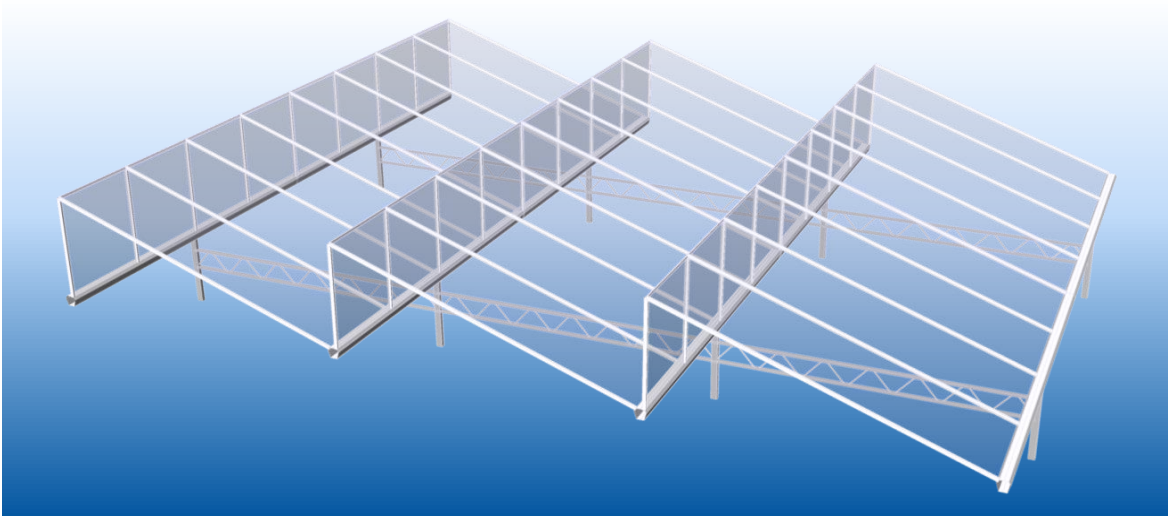


# Winterlichtkas: ontwerp

---

Combinatie van:

- Zaagtand dek, O-W georiënteerd
- Diffuus glas met AR-coating
- Constructie spiegelen / gepoedercoat



# Vragen ?

