

# Aktuelle Gewächshaus- Eindeckmaterialien

Prof. Dr. Karl Schockert

# Gliederung

- Vorstellung
- Aktuelle Gewächshaus- Varianten
- Veränderte Anforderungen an Bedachungsmaterialien
- Glas – moderne Varianten
- Kunststoffplatten
- Neue Folien und Dachkonzepte
- Zusammenfassung

# Kurze Vorstellung

- Prof. Dr. Karl Schockert
  - Gärtnersohn & gelernter Gärtner
  - Studium Geisenheim 1970 - 1973
  - Studium UNI Hannover 1973 - 1977
  - wiss. Mitarbeiter (heute FG BGT)
  - ab 1982 in Rheinland-Pfalz
  - Referendariat 1983- 1985 in Rheinland- Pfalz
  - seit 1985 Technik- Berater,  
Berufs- & Fachschul- Lehrer

# Vorstellung

- ab 2003 Gruppenleiter Gartenbau am Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz in Neustadt / Wstr.
- 2010 -2012  
Referent f. Gartenbau, Landesgartenschauen, Grundsatzfragen  
Umweltschutz & Nachwachsende Energien in der Landwirtschaft
- Präsident der GKL, Gesellschaft für Kunststoffe im Landbau, Hannover,  
(seit 2013)
- Im Ruhestand seit 1.6.2014

# Vorstellung

- Vorlesungen in Geisenheim seit 1992
- (FH Wiesbaden / Hochschule Rhein-Main)
- 2012 Ernennung zum Honorarprofessor an der Hochschule Rhein- Main / Hochschule Geisenheim University
- letztes Projekt: ZINEG – Teilprojekt München/Neustadt 2009 – 2014
- Autor gartenbautechnischer Artikel (DEGA) und Vorträge
- Mitarbeiter in KTBL- Arbeitsgruppen

# Definition Gewächshaus

- „Begehbare Kulturräume mit transparenten Hüllflächen aus Glas, Kunststoffplatten oder Folie, die die erforderlichen Wachstumsbedingungen für eine ganzjährige Pflanzenproduktion schaffen“
- (v. Zabeltitz, ergänzt in Azubikolleg, Ulmer Verlag)

# Gewächshaus – “Deutsches Normhaus“(ca. 1975)

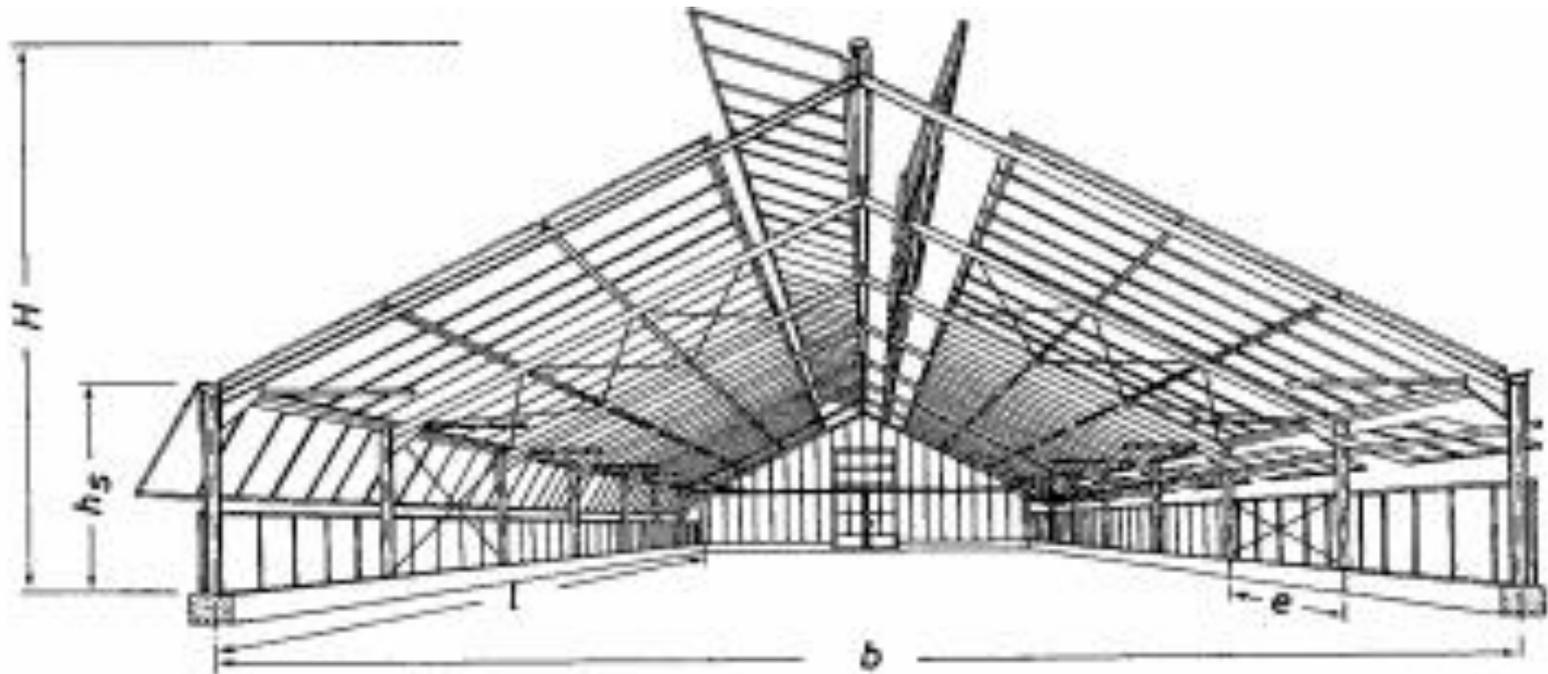


Abb. 4. Deutsches Normgewächshaus nach DIN 11 536.  $b$  = effektive Breite,  $e = 3,065$  m Rastermaß,  $h_s$  = Stehwandhöhe,  $H$  = Firsthöhe.

Quelle: v. Zabeltitz, Gewächshausbau, 2. Aufl. 1986

# Folien-Gewächshäuser (D)



aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Lehrerfortbildung Landesakademie  
Esslingen 9.11.2015

# Freiluft- Gewächshaus (Götsch & Fälschle



aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Lehrerfortbildung Landesakademie  
Esslingen 9.11.2015

# Venlo-Blockbauweise – erweiterte Stützenweite



Abb. 12. Durch Gitterunterzug erweiterte Stützweite beim Venlotyp.

Quelle: v. Zabeltitz, Gewächshäuser, 2. Aufl.

aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Lehrerfortbildung Landesakademie  
Esslingen 9.11.2015

# Foliengewächshaus – Venlo-Konstruktion



9,60 m Haus mit 2 Kappen auf Venlo- Unterkonstruktion, Stehwandhöhe 4,50 m

aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Lehrerfortbildung Landesakademie  
Esslingen 9.11.2015

# Glasarten

- Klarglas / Blankglas noch aktuell?
- Klarglas – durch Nörpelung durchscheinend eingestellte Scheibe-, nicht durchsichtig-  
Licht wird gestreut („Lichtbrause“) – kaum direkte Strahlung  
- diffuse Strahlung
- Geringere Strahlungswirkung auf die oberen Blätter  
(Blattverbrennungen)
- hagelempfindlich durch Nörpelung = Schwachstelle in der Glasdicke

# Strukturiertes Glas

- Gussglas (Strukturglas) lässt sich gestalten
  - da über Walzen ausgegossen- Strukturen leicht möglich
- Nachteil ungleiche Dicke wurde verringert
  - Streuwirkung wurde geringer
- In Glasunterseite werden kleine Pyramiden eingedrückt „Mikro-strukturiert“ – sehr gleichmäßige Glasdicke (ca. 1985)
- Folge: Licht wird gestreut
  - starke Schmutzanhaftung durch Kondenswasser
  - Selbstreinigung nicht wie erhofft
  - höherer Reinigungsbedarf

# Glas – diffus eingestellt

- **Diffusität** des Glases = Haze- Faktor – sehr aktuell:

ungerichtete Strahlung dringt tiefer in Pflanzenbestand ein-  
bessere Belichtung der unteren Blätter

– höhere Photosyntheseleistung

– höherer Ertrag (so These WUR – Dr. Silke Hemming)

- Versuche der WUR in Bleiswijk sollen dies bestätigen s. Folie

WUR = Wageningen University Research, NL- Wageningen

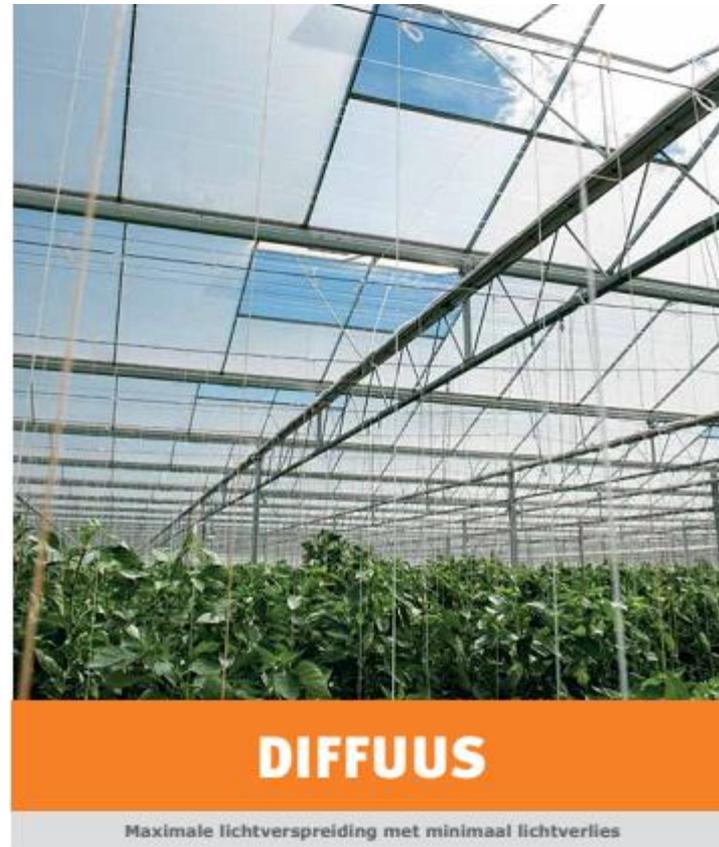
# Haze - (Diffusitäts-) - Faktor

- Glas in %- Abstufungen erhältlich (20 – 70%)
- Dauerhafte Beschichtung (Herstellung)  
Beschichtungen einseitig außen „eingebrannt“
- Auch temporäre Beschichtung: „Schattierfarben“  
z.B. Fa. Mardenkro,  
Hermadix, Brinkmann  
etc



Quelle: [www.redusystems.nl](http://www.redusystems.nl)

# Diffuse Schattierungsbeschichtung



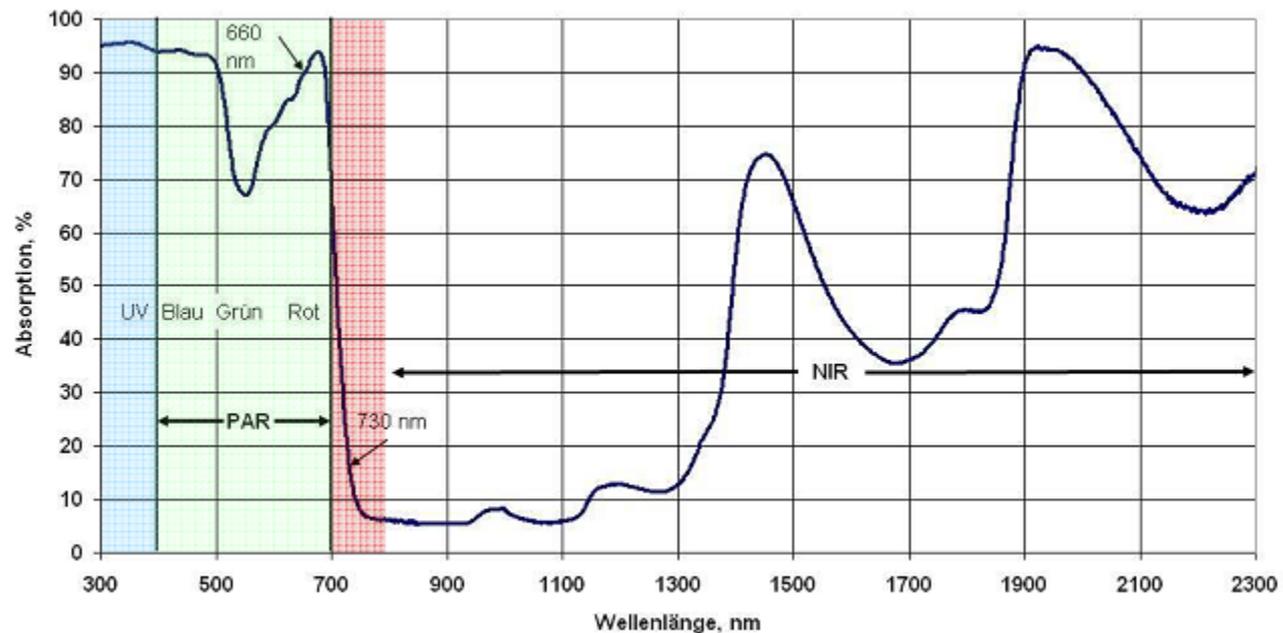
Quelle: <http://www.redusystems.nl/public/upload/downloads/NL-DIFFUUS.pdf>

# Schattierfarben

- Redusol – Schattierfarbe / Reduclean – Reinigungsmittel
- System zum Aufbringen / Entfernen der Schattierfarben mittels Dachwasch-Wagen

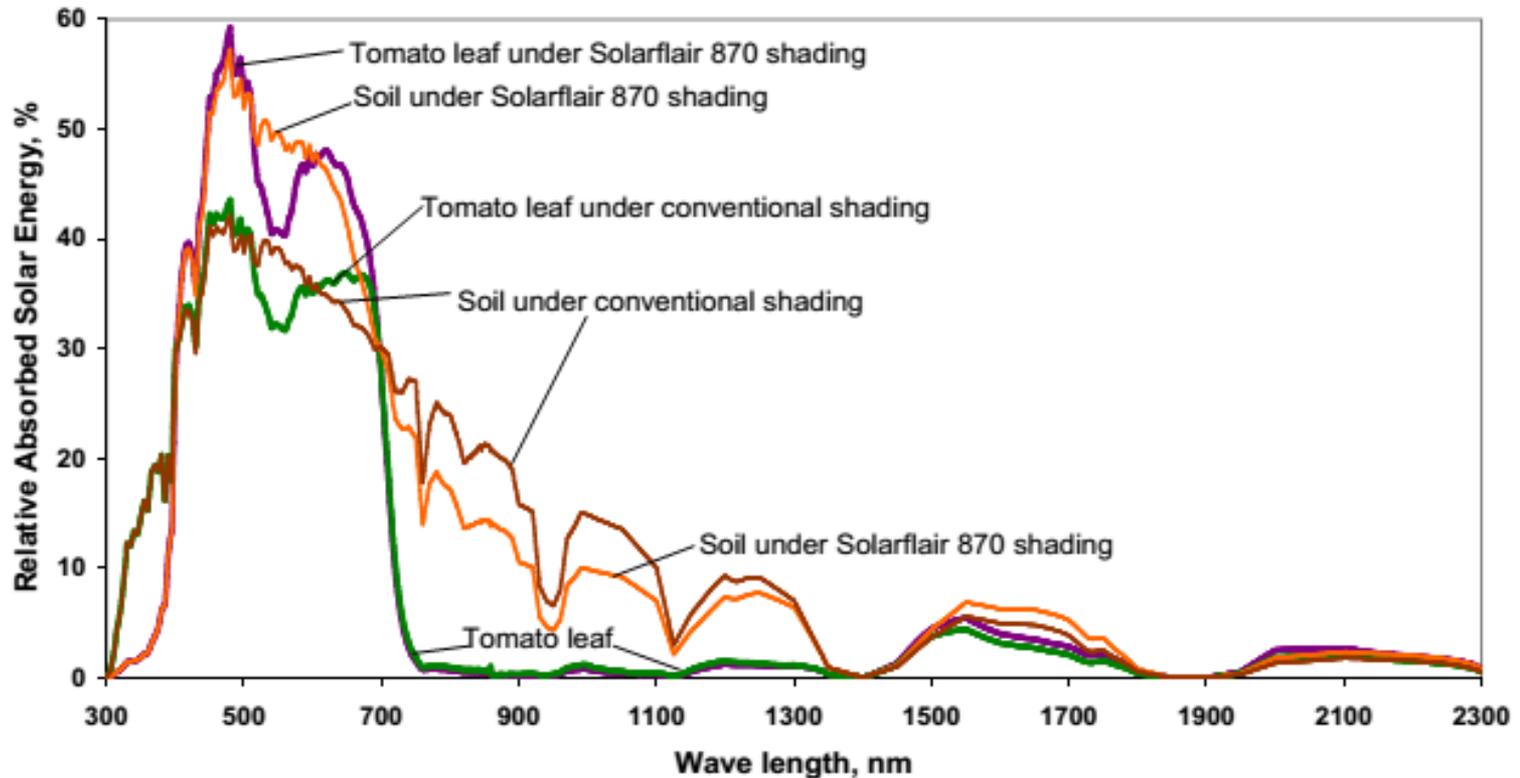


# Absorption eines Tomatenblattes



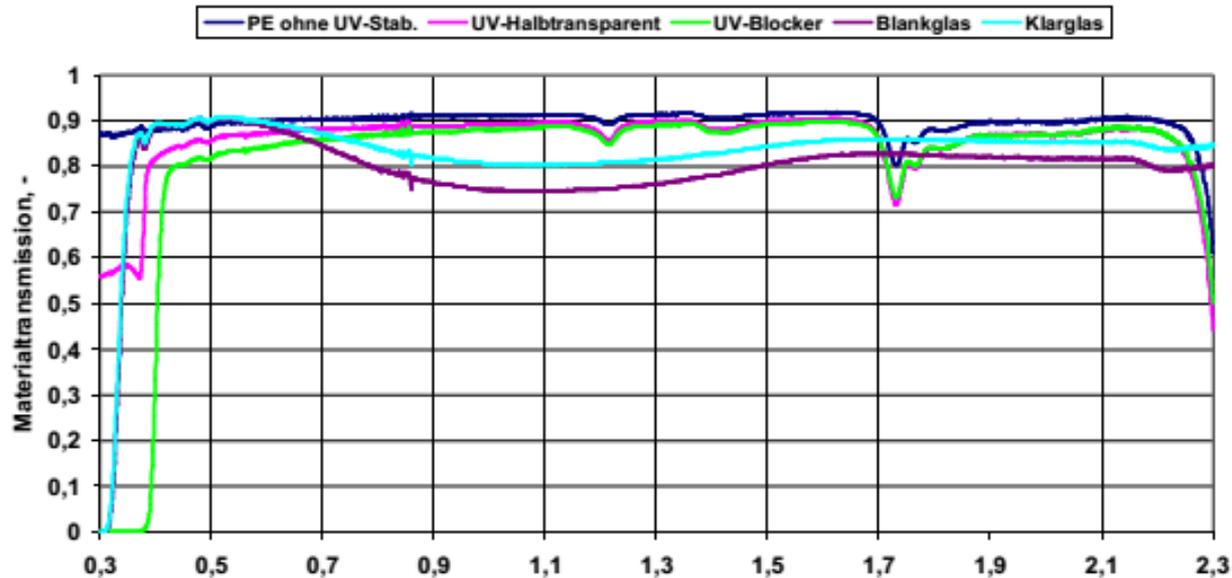
Quelle: von Elsner, B.: Welche Eigenschaften des Bedachungssystems braucht der Gärtner? GKL-Frühjahrstagung 2007, Heidelberg

## An Blatt & Boden absorbierte Strahlung unter Schattierfarbe ReduHeat und unter konventioneller Schattierfarbe bei gleicher Energiereduktion (50 %)



Quelle: von Elsner, B.: Welche Eigenschaften des Bedachungssystems braucht der Gärtner? GKL-Frühjahrstagung 2007, Heidelberg

# Spektrale Durchlässigkeit ausgewählter Bedachungsmaterialien



Material:	Wellenlänge, $\mu\text{m}$			
	Sol.Transm.	UV-Transm.	PAR-Transm.	HR/DR-Verh.
PE ohne UV-Stabilisator	0,90	0,88	0,89	1,26
Hypplast 5060	0,86	0,64	0,86	1,25
SSIRAV 150	0,80	0,04	0,82	1,25
Klarglas	0,85	0,71	0,90	1,31
Blankglas	0,85	0,69	0,89	1,34

Quelle: von Elsner, B.: Welche Eigenschaften des Bedachungssystems braucht der Gärtner?  
GKL-Frühjahrstagung 2007, Heidelberg

# NIR- Blockade

- Pflanzen brauchen Strahlung (Licht)  
Spektralbereich 300 – 800 nm
- Längere Wellenlängen  $>800 - 3000$  nm  
= Nahes Infrarot NIR  
Kaum Einfluss auf Photosynthese  
heizen Pflanzen und Innenraum unnötig auf  
(Energiespeicherung?)
- Optimal: auf Oberfläche reflektieren / nicht durchlassen  
(absorbieren)

# Spezial - Schattierfarben

- - ReduHeat – verringert NIR- Einstrahlung – langwellig  
verringert NIR- Abstrahlung des Glases  
verringerte Wärmebelastung im Haus
- ReduFlex blue- reflektiert blauen Spektralbereich + NIR  
für Schnittrosen

kühlere Pflanzen, geringere Wärmebelastung im Haus

# Antireflex- Glas

- Ziel: Lichtreflektion des Glases zu verringern
  - mehr Licht ins Haus „ziehen“
  - höhere Licht - Durchlässigkeit
- Beschichtung (Aufrauhern) der Oberseite des Glases (Bilderrahmen, Vitrinen), Bildschirme
- Versuche in D:
- Straelen, LVG Auweiler-Straelen (LWK NRW) 4 unterschiedlich bedachte Gewächshäuser
  - direkter Vergleich (2008 – 2012)
- Uni Bonn / FZ Jülich
  - Glas-Folie- System (GFK) (2004 – 2012)
- ZINEG-Teilprojekt Hannover: GroGlass-AR Isolierglas (Dach) (2009 – 2014)

# IPM 2006 – FZ Jülich

## Vorstellung Antireflex- & Solarglas



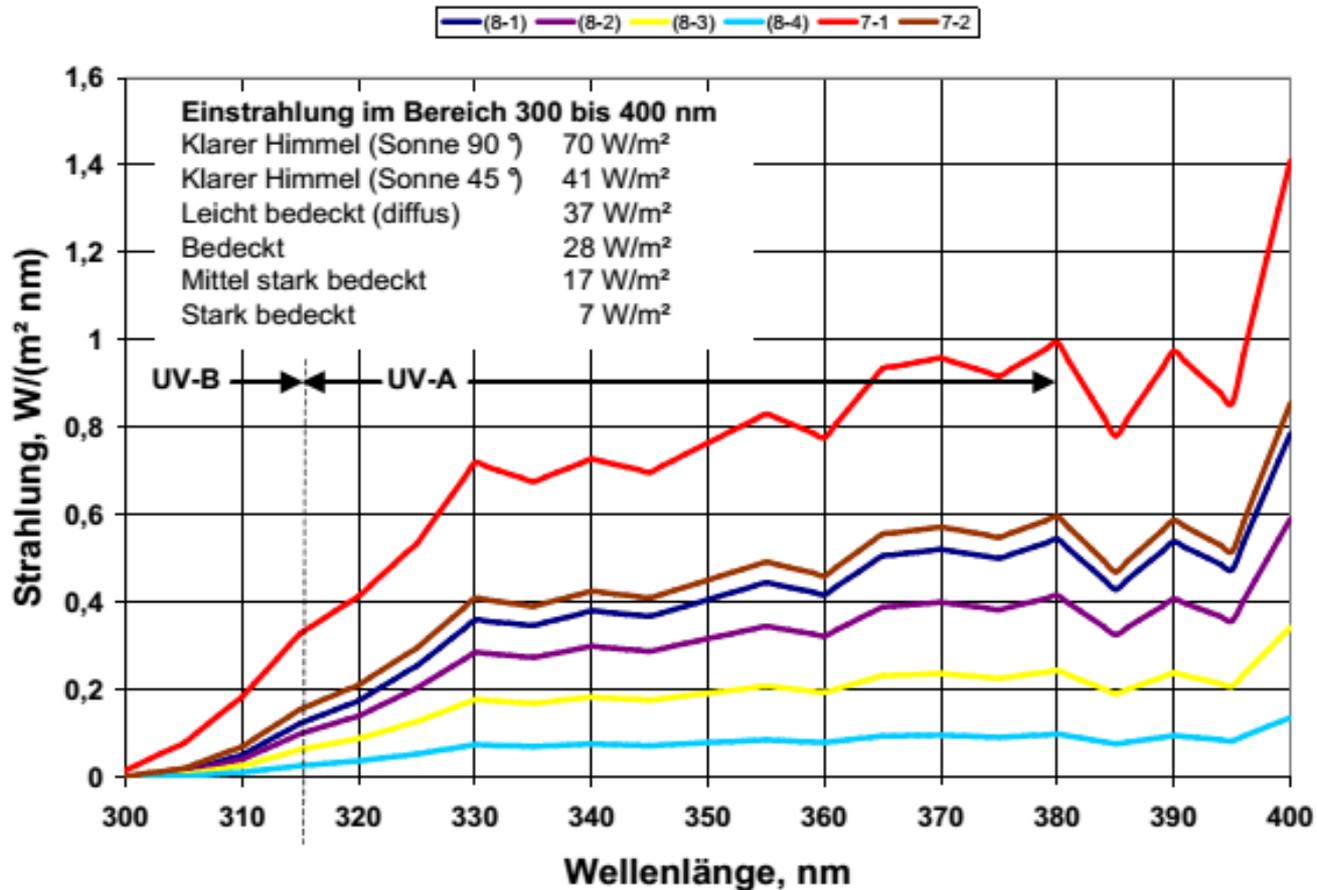
# UV- Bedeutung für die Pflanzen

- Photomorphogenese
  - Unterdrückung der Hypokotylstreckung
  - Öffnung der Keimblätter
  - Unspezifische morphologische und anatomische Veränderungen
  - Veränderung der Zusammensetzung des epikutikulären Wachses
  - Reduktion des Blattflächenwachstums
  - Stärkeres Blattdickenwachstum
  - Kürzere Internodien
  - Verstärkte Verzweigung
  - Verringerung der Biomasse
  - Verringerung des Ertrags
  - Veränderung der Konkurrenzfähigkeit
  - Verändertes Blühverhalten
  - Verringerte Fruchtbarkeit



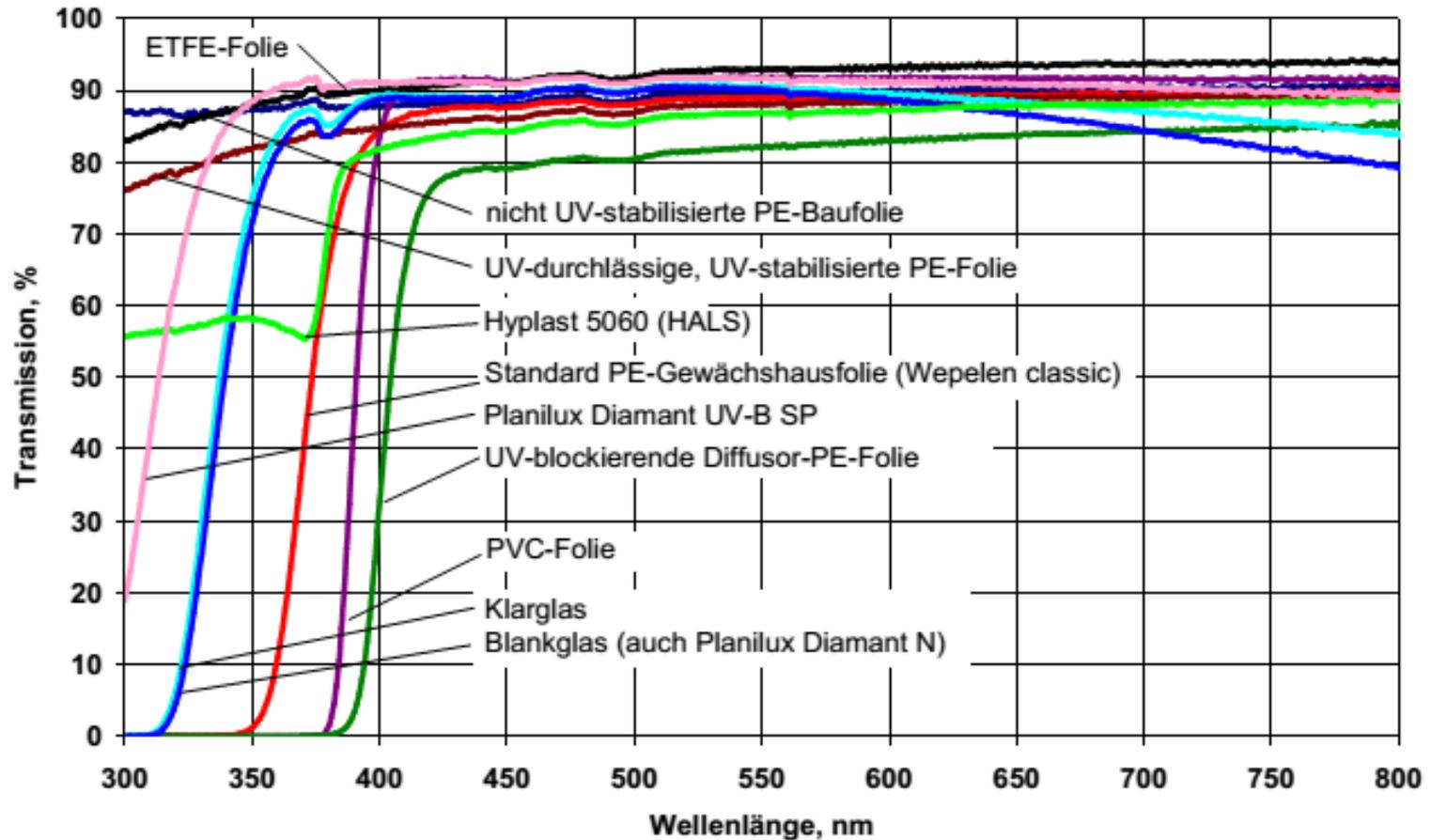
Quelle: von Elsner, B.: Welche Eigenschaften des Bedachungssystems braucht der Gärtner? GKL-Frühjahrstagung 2007, Heidelberg

# Freilandstrahlung im UV/ Blau- Bereich nach CIE85, T7-1, T7-2 & T8-1 bis T8-4



Quelle: von Elsner, B.: Welche Eigenschaften des Bedachungssystems braucht der Gärtner? GKL-Frühjahrstagung 2007, Heidelberg (verändert)

# UV-Durchlässigkeit von Bedachungsmaterialien



Quelle: von Elsner, B.: Welche Eigenschaften des Bedachungssystems braucht der Gärtner?

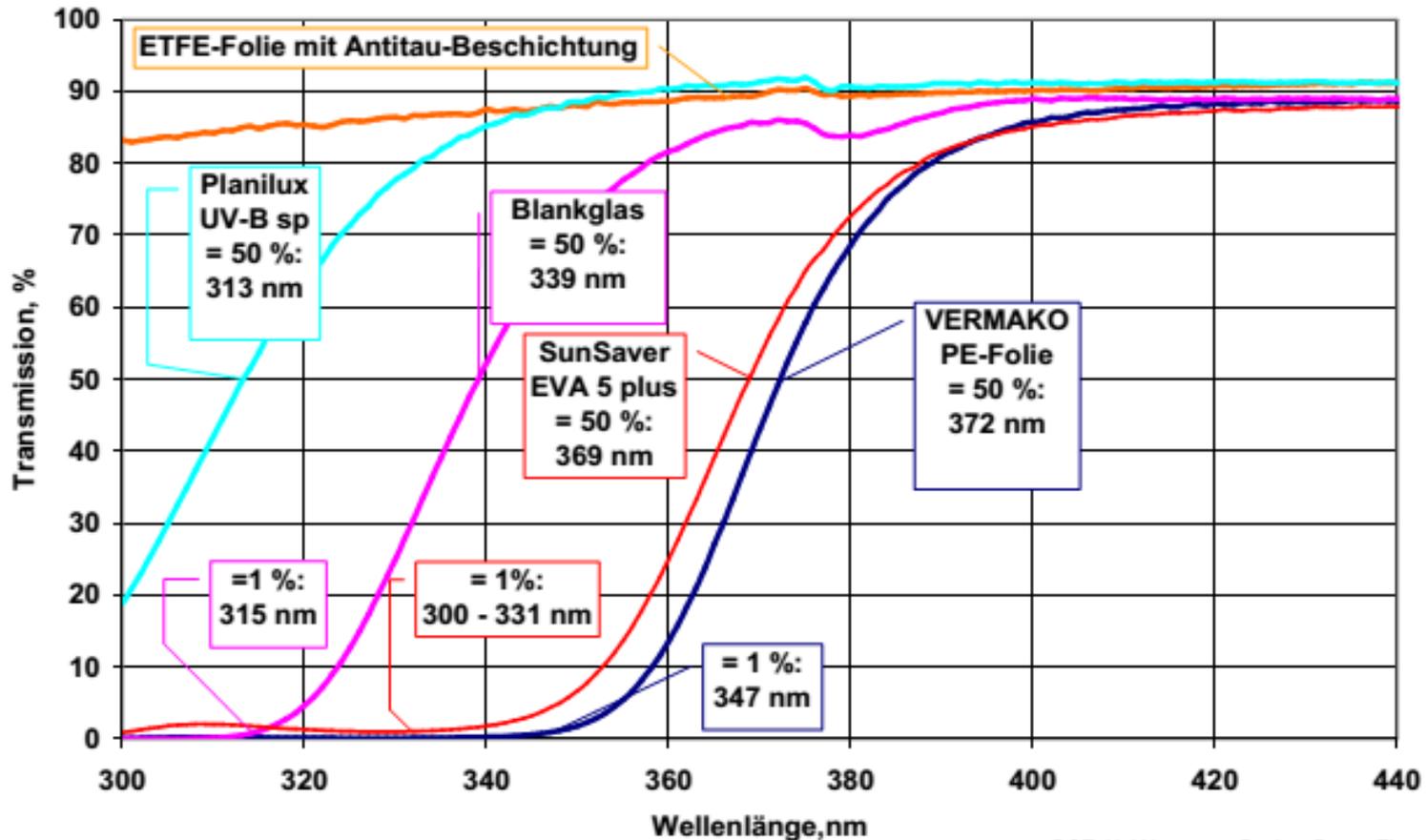
GKL-Frühjahrstagung 2007, Heidelberg

aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Lehrerfortbildung Landesakademie

Esslingen 9.11.2015

# Vergleich: VERMAKO-PE-Folie (de Winter), Sun Saver EVA 5 plus, Blankglas, Weißglas (Planilux UV-B sp.), ETFE-Folie (F-Clean AT 100 µm)



BGT, Uni Hannover, Dr.-Ing. B. von Elsner

Quelle: von Elsner, B.: Welche Eigenschaften des Bedachungssystems braucht der Gärtner? GKL-Frühjahrstagung 2007, Heidelberg

aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Lehrerfortbildung Landesakademie  
Esslingen 9.11.2015

# Weißglas

- Flautglas mit eisenarmen Sand
- Höhere Lichtdurchlässigkeit
- UV- durchlässig
- Schnittkante weiß – statt grün
- Im Gartenbau bekannt Mitte 90 er Jahre
- „Solarglas“ beim Bau von PV- Elementen eingesetzt  
Deutsche Entwicklung (Centrosolar, Nürnberg;  
St. Gobain, Aachen
- > Produktion heute in China
- Alle Veredelungen machbar (tempern, Beschichtungen, Anti-reflex, Anti-Tau, Diffus....)

# Wärmedämm-Glas

- Beschichtung verringert Wärmeabgabe im IR- Bereich
- Beispiel: Hortiplus-Glas (Einführung 1978/79)  
mit SnO<sub>2</sub>- beschichtete Einzelglas- Scheibe (außen)
  - bis 40 % Energieeinsparung (trocken)
  - 0% im nassen Zustandim Mittel etwa 25% Einsparung (Klimadaten D)
- Hortipane-Plus- Isolierglas – 1 beschichtete Scheibe (unten innen) 1 Normalglas
- Heute: z.B. Semco Star S Wärmeschutz-Glas  
Hochschule Osnabrück – ZINEG- Teilprojekt (2009 – 2014)  
erfolgreiche Umsetzung in Orchideen- Betrieb 2014

# Wärmeschutzglas schematisch

Wärmeschutzverglasung

BAUNETZ WISSEN  
GLAS

FACHWISSEN

Glossar A-Z  
Herstellung  
Materialeigenschaften  
Basogläser  
Funktionsgläser  
Nicht-Flachgläser  
Glasbearbeitung  
Glas als Flächenbauelement  
Glas als Primärtragwerk  
Eigenschaften  
Fügetechniken/Verbindungen  
Volltextsuche  
Bild 3 / 4  
Bild: Saint-Gobain Glass, Aachen

SAINT-GOBAIN

Wärmeschutzverglasung

Außen

Innen

Edelgas\*

unsichtbare Wärmedämm-  
beschichtung aus Edelmetall

Monosilberschicht

$T_L: 71\%$   
 $g: 50\%$

+20°C

Beispiel Wärmeschutzglas mit Argonfüllung  
zwischen den Isoliergläsern und Beschichtung  
aus Edelmetall (Produkt: Climaplust one)

- Pos. 1 = Außenseite Außenscheibe
- Pos. 2 = Innenseite Außenscheibe
- Pos. 3 = Außenseite Innenscheibe
- Pos. 4 = Innenseite Innenscheibe

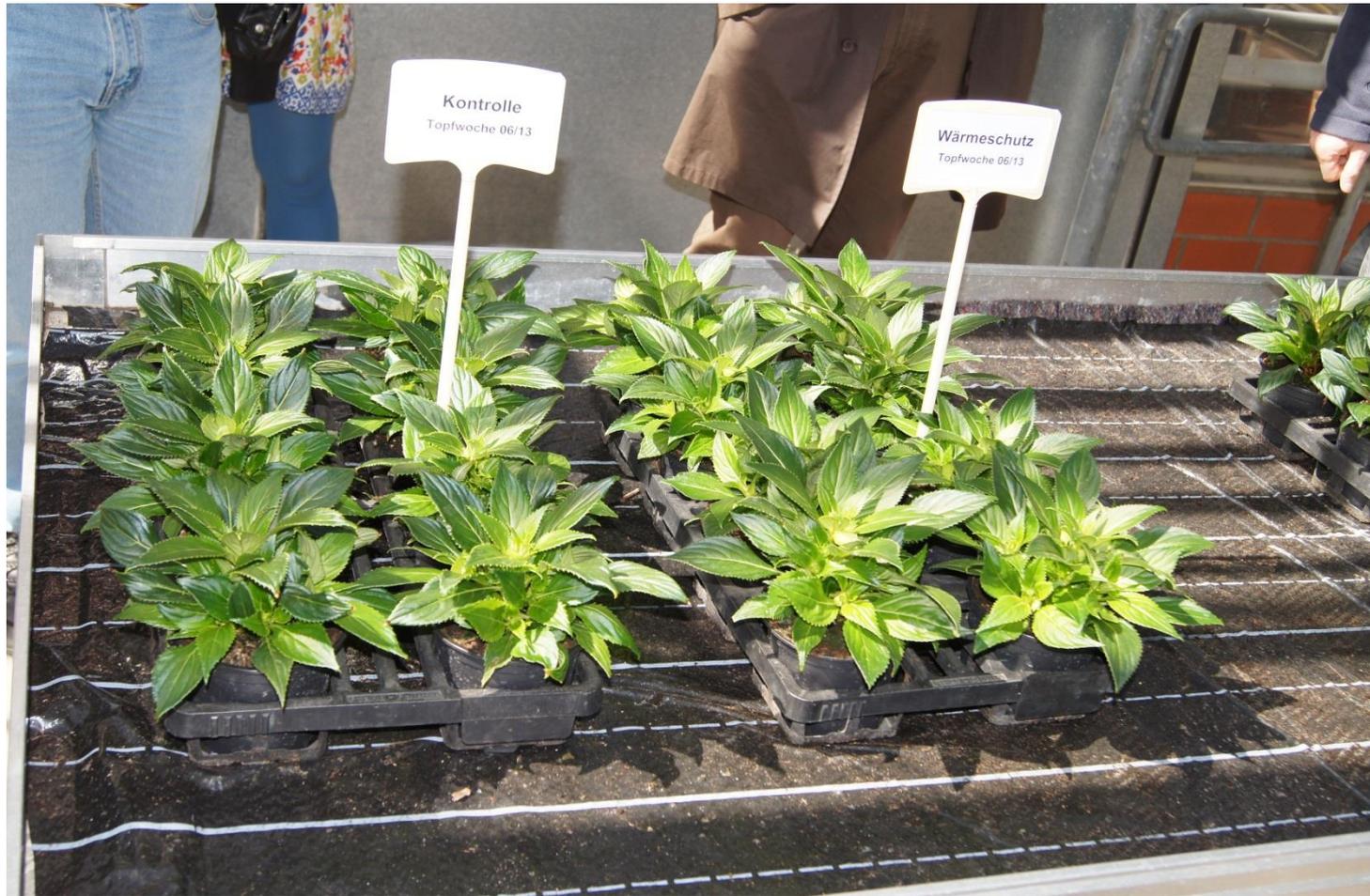
# Wärmeschutz-Glas      Semco Star S

- 2 Scheiben Isolierglas, untere Scheibe, Innenseite beschichtet  
Gasfüllung: Argon  
Dicke: 23 mm ( 4 / 15 / 4 mm)
- Lichtdurchlässigkeit: 79 %
- U-Wert Glas: 1,1 W/m<sup>2</sup>K
- Farbwiedergabeindex Ra: 98%
- Eingesetzt in Osnabrück, ZINEG- Versuchshaus-Variante  
in Dach & Stehwand

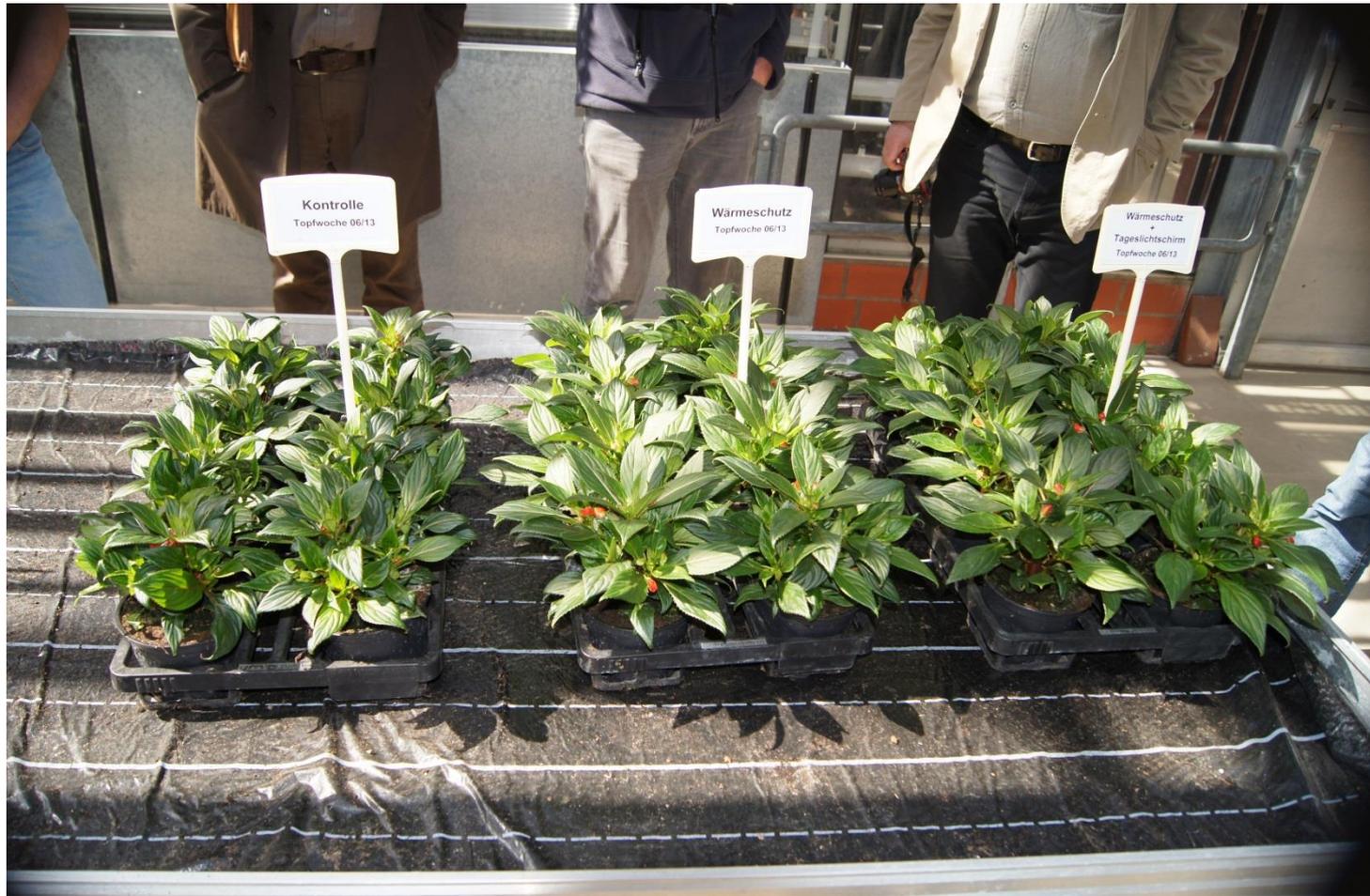
# 79% Lichtdurchlässigkeit tragbar?

- Normales Glas = 89 – 92 %
- Wärmeschutz-Glas 79% ?
- Überlegung:  
Heizlast stark reduziert – weniger Heizungsrohre im Dach  
Energieschirm- Tagesschirm / Nachtschirm – notwendig?  
Wieviel Schatten wirft beides?
- Heizrohre nur als Attrappen zeitweise im Dämm- Haus
- Pflanzenwachstum gleich?

# Osnabrück- 2013-04-18



# Osnabrück- 2013-04-18



# Neues Fruchtgemüse- Venlo- Gewächshaus

- ID- Kas – vorgestellt Greentech 2014 in Amsterdam
- Isolierglasscheiben Dach + Stehwand  
-diffus eingestellt  
Solarglas- hoch lichtdurchlässig + UV- durchlässig
- Antireflex- Beschichtung allseitig
- In Konstruktion integrierter Energieschirm
- Gewächshaus- Unterkonstruktion um 90° gedreht  
-Gitterbinder in Längsrichtung ( wie Zon- Kas ca. 1995)
- Scheibengröße 3,2 m \* 2 m – gehärtet (ESG)

# Dachscheibe ID-Kas

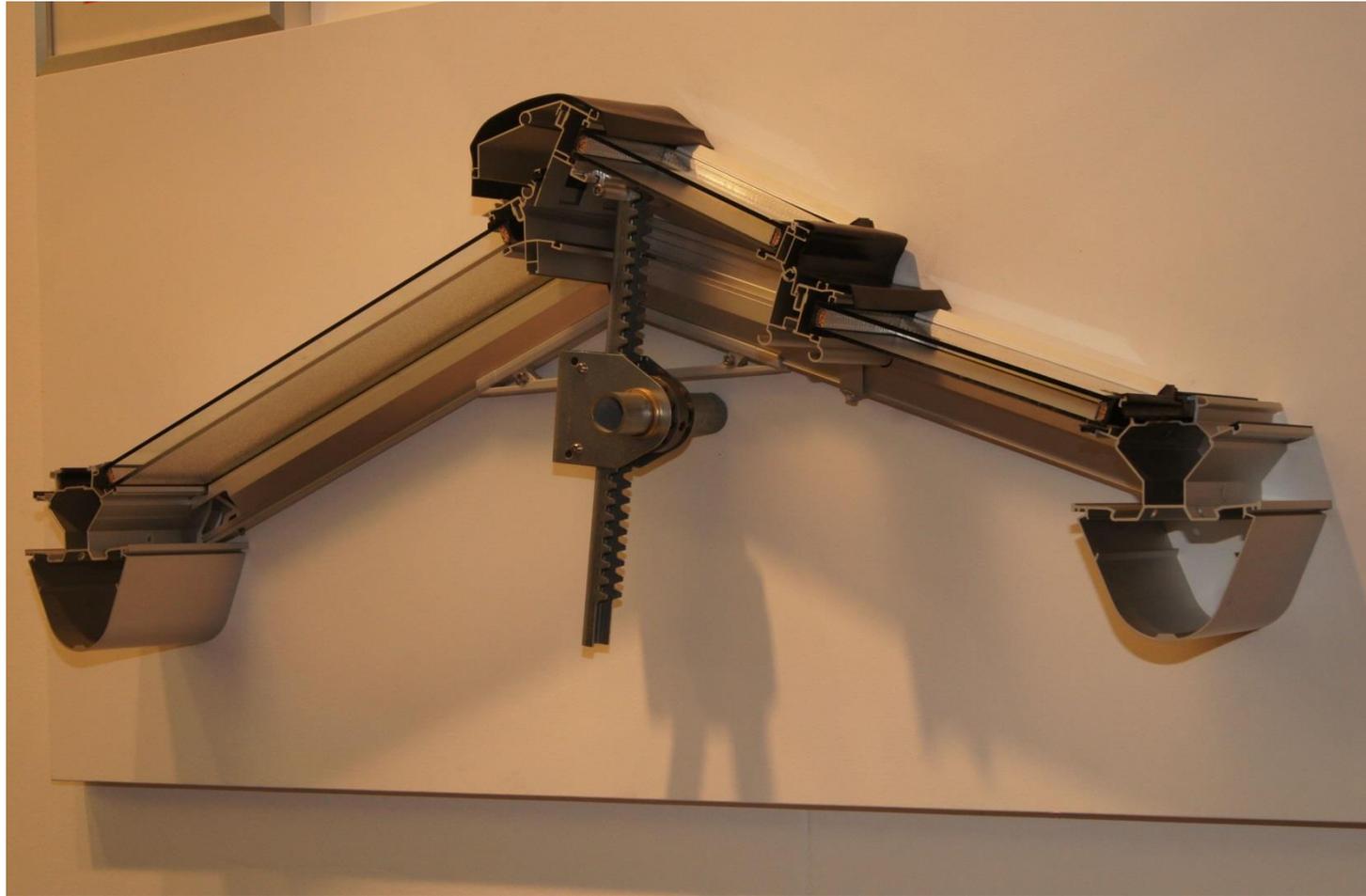


aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Greentech 2014

Lehrerfortbildung Landesakademie  
Esslingen 9.11.2015

# Profilsystem ID-Kas



# Installation WUR, Bleiswijk



# Installation WUR, Bleiswijk



# Installation WUR, Bleiswijk

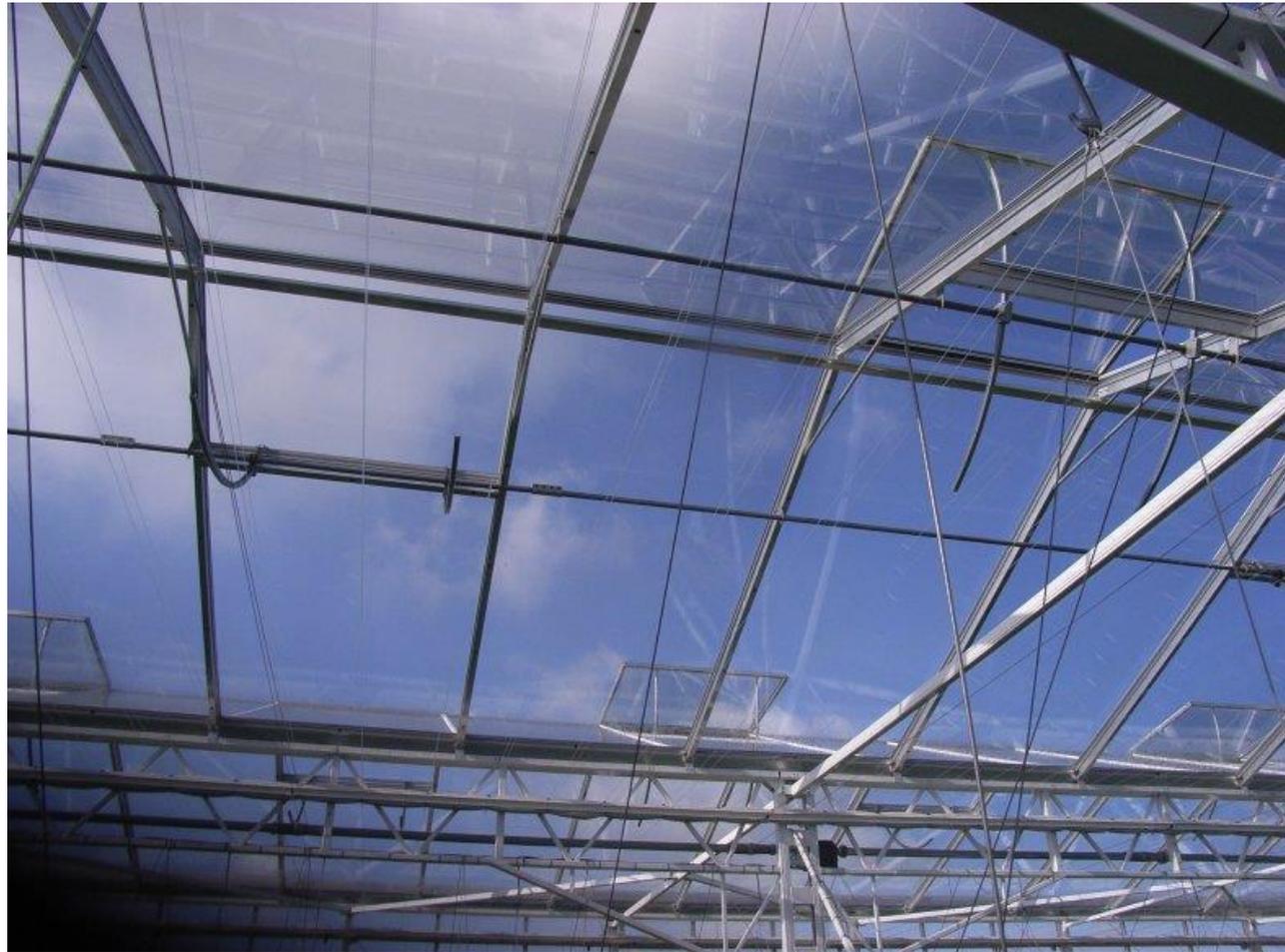


aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schöckert

Quelle: <http://www.scheuten.com/portfolio/wur/>

Lehrerfortbildung Landefallidemie  
Esslingen 9.11.2015

# Installation WUR, Bleiswijk



# 2-Jahre Zwischenergebnis

WUR

- Venlo- Gewächshaus neuer Konstruktion für Fruchtgemüse in Bleiswijk gebaut und getestet:
- *“Scheuten heeft samen met de Wageningen Universiteit gedurende 2 jaar het hoogtransmissieve VenloW-energy® glas onder real-life omstandigheden getest voor tomatenteelt. De resultaten zijn uitstekend: ten opzichte van de enkelglas referentiekas is dezelfde teeltopbrengst en –kwaliteit gerealiseerd en is het energieverbruik met meer dan 60% gereduceerd. Het proefcentrum van de WUR staat in Bleiswijk.”*
- *Quelle: <http://www.scheuten.com/portfolio/wur/>  
Abrufdatum 5.11.2015*

PLEXIGLAS® Alltop SDP 16/980 (/1053,/1200)-64



Querschnittbild der PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 (Maße in mm)



**Produkt**

Die Stegdoppelplatte PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 ist eine licht durchlässige, wärme dämmende und sehr witterungsbeständige Platte aus Acrylglas (Poly-methylmethacrylat, PMMA), die durch ihren großen Stegabstand von 64 mm vorwiegend dort im Privat-, Industrie- und Gewächshausbau eingesetzt wird, wo eine für Stegplatten außerordentliche Durchsicht bei geringem Konstruktionsaufwand gewünscht wird. Über die bereits bewährte einseitige NO DROPI-Beschichtung von Stegplatten hinaus bedeutet Alltop®, dass diese wasser spreitende Ausrüstung auf beiden Oberflächen und in den Kammern werkseitig aufgebracht ist.

**Eigenschaften**

Zusätzlich zu den bekannten und bewährten Eigenschaften von PLEXIGLAS® wie:

- ausgezeichnete Lichtdurchlässigkeit und Brillanz
- sehr hohe Witterungsbeständigkeit
- leichte Verarbeitbarkeit
- hohe Oberflächenhärte
- 100% Recyclefähigkeit

<sup>1</sup> Europ. Patent 149182  
<sup>2</sup> Europ. Patent 530617

weisen PLEXIGLAS® Alltop SDP 16 folgende Besonderheiten auf:

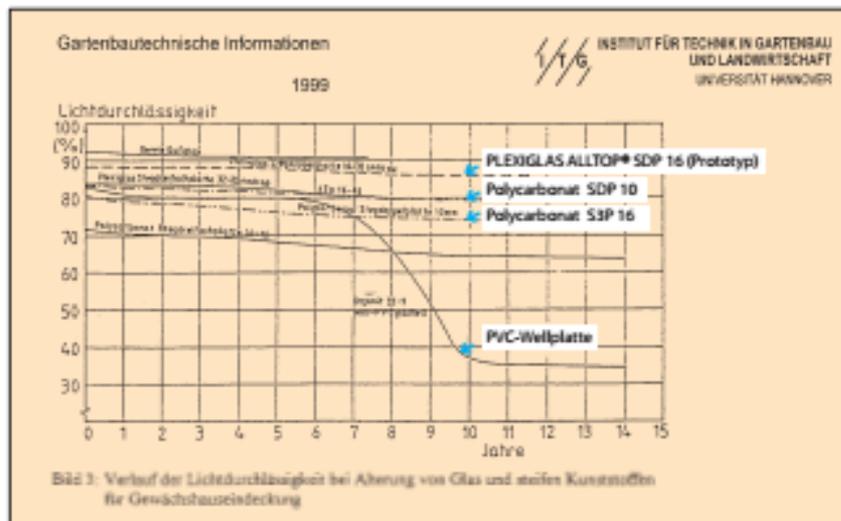
- Gesteigerte Lichtdurchlässigkeit von ca. 91 % gegenüber 75 bis 86 % herkömmlicher Doppelverglasungen.
- Praktisch unsichtbares Kondensat, da der physikalisch unvermeidbare Kondenswasser-Beschlag innen und außen optisch nahezu verschwindet.
- Keine Tropfenbildung, d. h. kein beliebiges Kondensat-Abtropfen an der Raum-Innenseite; außerdem bessere Reinigung durch Regen auf der Platten-Außenseite, was insgesamt ein sauberes, transparentes Aussehen der Verglasung ergibt.
- Verbesserte Energieeinsparung, da die höhere Lichtdurchlässigkeit größere Energieeinstrahlung bedeutet, was den Heizungsanfang für den Innenraum senkt.
- Zusätzliche Förderung des Pflanzenwachstums, die durch das Mehr an Licht und die UV-Durchlässigkeit der Platten entsteht.

Quelle:

<http://www.plexiglas.de/sites/dc/Downloadcenter/Evonik/Product/PLEXIGLAS-Sheet/PLEXIGLAS-Alltop/234-13-PLEXIGLAS-Alltop-SDP-16-de.pdf>

# Kunststoff- Bedachungsmaterialien

- Plexiglas XT Alltop  
Stegdoppelplatte aus PMMA „Plexiglas“ oder Acrylglas
- 16 mm dick ,  
91 % Lichtdurchlässig



Quelle: Evonik (Degussa): Energiesparende Gewächshäuser mit Stegplatten- Plexiglas XT Alltop SDP und Plexiglas Resist SDP No Drop ((Broschüre)

# Alltop- SDP

- Stegabstand ca. 64 mm  
Plattenbreite 980 – 1200 mm  
Plattenlänge wählbar
- UV- durchlässig
- AntiTau-Eigenschaften außen & innen  
höherer Brechungsindex für Licht
- U - Wert 2,8 W/m<sup>2</sup>K
- Gewicht: ca. 5 kg/m<sup>2</sup>
- Brandklasse B 2 (normal entflammbar)
- Verglasungs-Richtlinien beachten

# Moderne Folien aus PE

- Mehrschicht- Folien durch Co- Extrusion  
mehrere in Eigenschaften unterschiedliche Folienschichten werden getrennt extrudiert & gemeinsam zur Folie geblasen
- 5-7 Schichten möglich  
(Verfahren üblich bei Verpackungsfolien, gasdicht, selektive Durchlässigkeit nach Molekülgröße einstellbar)
- Gewächshaus- Folien – Eigenschaften:
  - Antitau- Wirkung – Verringerung der Lichtminderung
  - UV-Stabilität (3-5 Jahre) – erhöht Lebensdauer (> ca. 2 \* Garantiezeit)
  - IR- Sperre – erhöhte Thermizität = weniger Wärmeabgabe / Wärmelast
  - Diffusität- lichtstreuende Wirkung
- Reißfestigkeit (auch in Falte)

# Folien - “Baukasten“ 1

	<b>UV</b>	<b>UV-Stabilisierung</b> wird angegeben in Jahren, gem. Einsatz in Mitteleuropa (FVG Euro 4-ST = 4 Jahre, FVG Sun Clear 5-ST = 5 Jahre)
	<b>AT</b>	<b>AntiTau</b> Beschichtung zur Vermeidung von Tropfenbildung. Kein Brennglas-Effekt, Schutz von Jungpflanzen und Reduktion von Schädlingsbefall.
	<b>IR</b>	<b>IR-Reflektion</b> Thermische Folie, reduziert den Unterscheid zwischen Tag/Nacht- temperaturen, sorgt für gleichbleibende Wärme im Gewächshaus
	<b>UV Open</b>	<b>UV-Durchlässigkeit</b> die Folie ist offen für die UV-Strahlung unter 400nm , folglich bessere Abhärtung von Jungpflanzen, bessere Pigmentierung
	<b>AD</b>	<b>AntiDust</b> Durch Veränderung der Oberflächenspannung wird die Haftung von Staub weniger begünstigt. Vorteil ist eine bessere Lichttransmission.
	<b>ST</b>	<b>Super Tough</b> Nochmals gesteigerte Reißfestigkeit.

Quelle: FVG, Dernbach: [www-fvg.de](http://www-fvg.de)

# Folien – Baukasten 2

- 

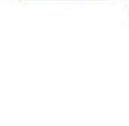
**Cool** **Kühlende Wirkung**  
Kühlung durch eine erhöhte Gesamreflektion. Resultat ist ein erhöhter Energiespar-Effekt in der Nacht. Bevorzugt in heißen Regionen eingesetzt.
- 

**AA** **AntiAlge**  
Beschichtung der Folien-Oberfläche verhindert Algenablagerung
- 

**UV Block** **UV-Absorber**  
keine UV-Durchlässigkeit,  
UV-Strahlung wird geblockt (für den gezielten Einsatz).
- 

**CC** **Crystal Clear**  
Sehr klare Folie mit hoher Total-Transmission (ca. 91%)
- 

**FR** **„flame retardant“ - schwer entflammare**  
Gewächshausfolie zertifiziert in Brandschutzklasse  
B1 gemäß DIN 4102
- 

**Opti+** **mit Lichtstreu-Effekt / diffuses Licht (ca. 60%)**  
Wachstumsoptimierung durch gleichmäßige Verteilung des Umgebungslichts.
- 

**Opti++** **Hoch-diffuses Licht (ca. 85%)**  
sorgt zusätzlich für kühlende Wirkung, Einsatz empfehlenswert in heißen Klimagebieten und für Kulturen im Zeitraum Frühling bis Sommer.

Quelle: FVG, Dernbach:  
[www-fvg.de](http://www-fvg.de)

# Neue Folien- mit PE



Allianz Arena (Football stadium)

Germany

37

Quelle: ETFE-  
Presentation  
(Marubeni)  
GKL  
Frühjahrstagung  
2007, Heidelberg

# Neue Folien



Allianz Arena (Football stadium)



Germany

38

Quelle: ETFE-  
Presentation  
(Marubeni)  
GKL  
Frühjahrstagung  
2007, Heidelberg

# Moderne Folien - Teflon

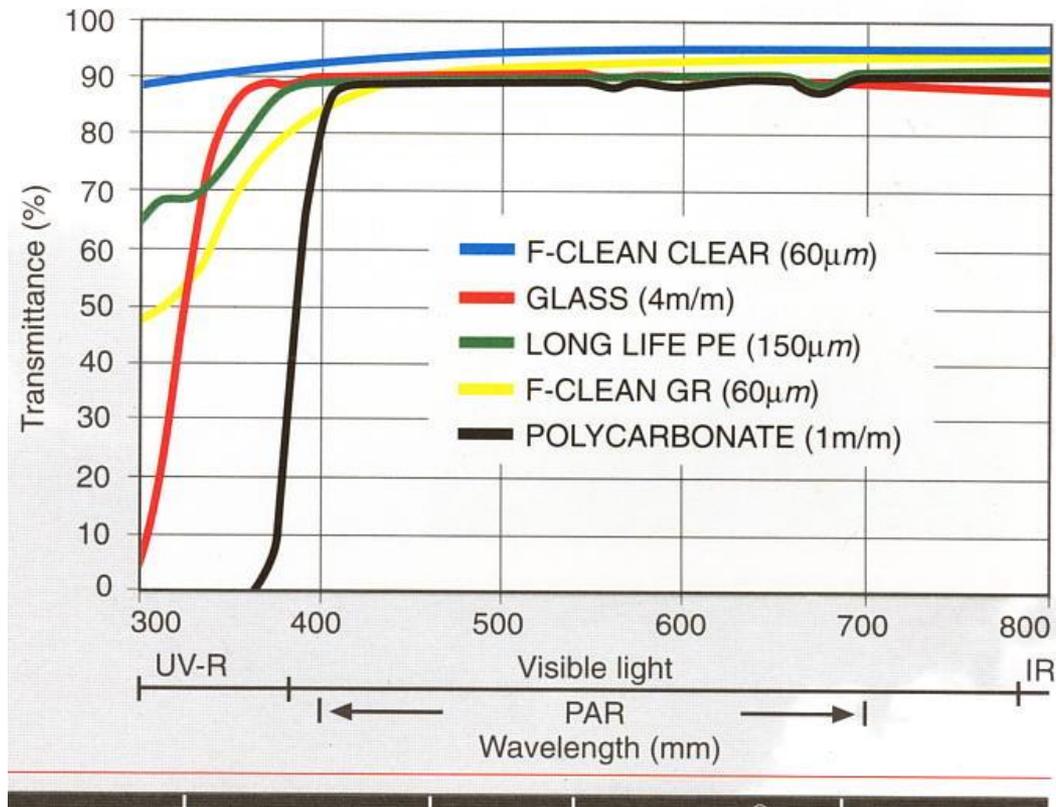
- ETFE – Folien

## Lichtdurchlässigkeit im PAR- Bereich von verschiedenen Bedachungsmaterialien

Material			PAR senkrecht Durchlässigkeit	PAR diffus Durchlässigkeit
Glas	Einzel	Floatglas	0,899	0,820
PMMA	Stegdoppelplatte	Röhm „Alltop“ 16 mm	0,881	0,764
PC	Stegdoppelplatte	GE „Lexan LTC 16 mm	0,759	0,612
PE	Folie 1-lagig	Plastika kritis „UV2794“ mit Anti- Drop	0,900	0,805
EVA	Folie 1 – lagig	FVG „Sun Saver 5 Pro“ mit Anti-Drop	0,894	0,768
ETFE	Folie 1- lagig	ASAHI „F- CLEAN®-“	0,9387	0,875
ETFE	Folie 2- lagig	ASAHI „F- CLEAR®“	0,888	0,725

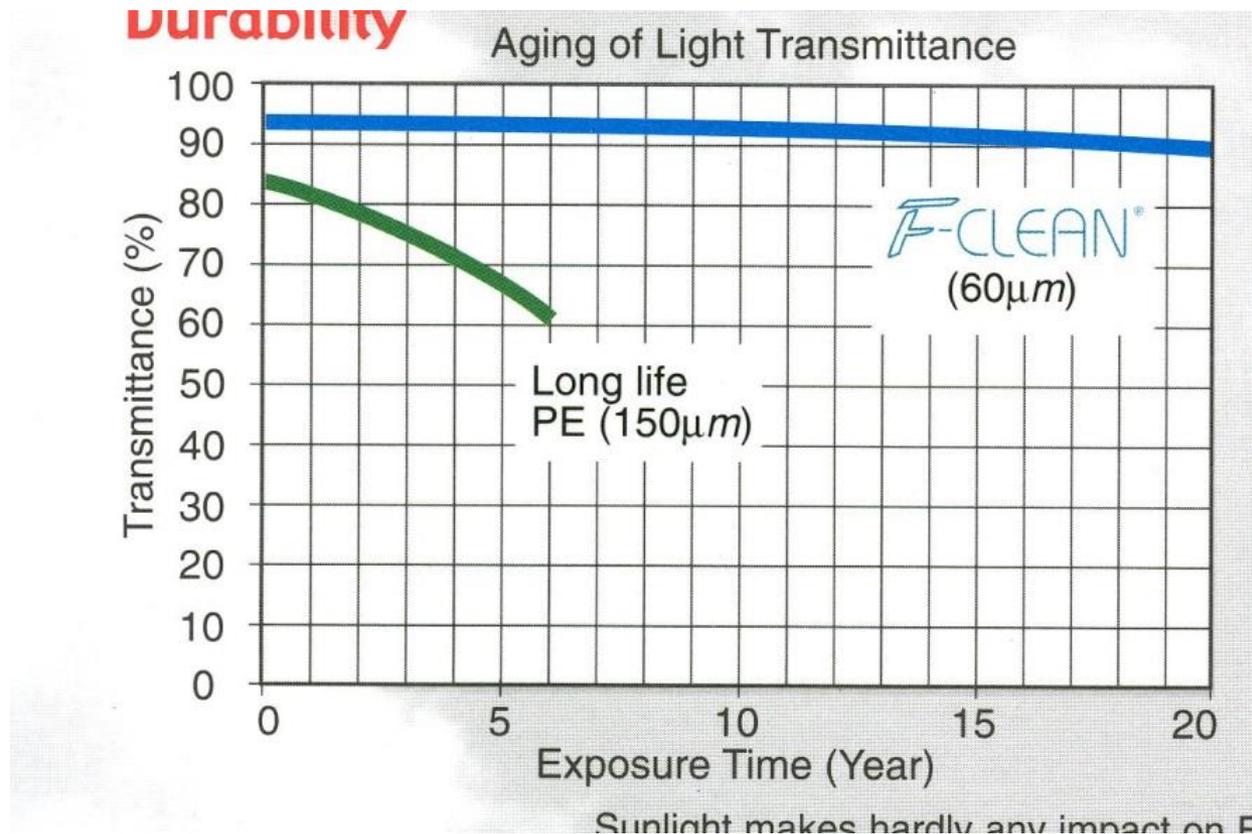
**Quelle:** „ETFE – Een kasdekmateriaal voor de toekomst“, Manuskript Hortifair, 2004, Silke Hemming, WUR Wageningen

# Vergleich spektraler Durchlässigkeit



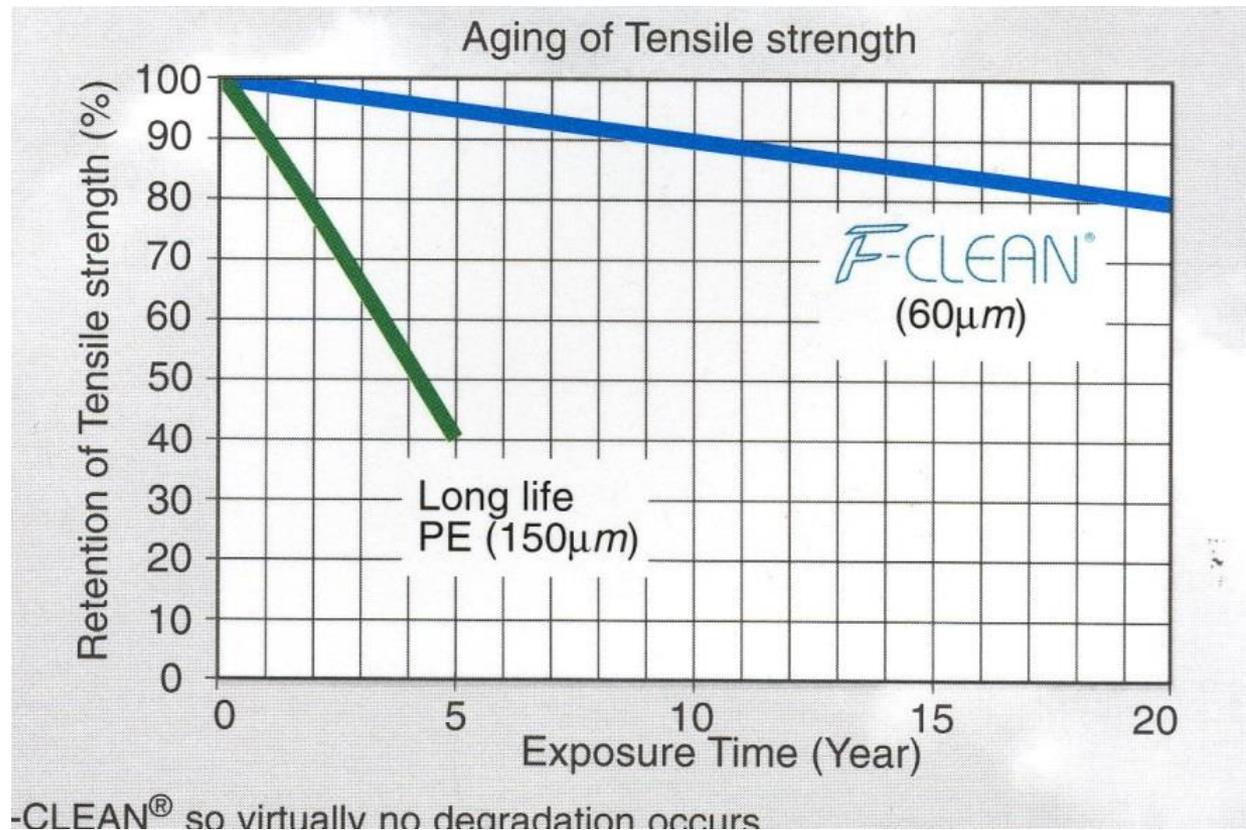
Quelle: Asahi Glass Co., Japan

# Vergleich der Langzeit- Licht-stabilität



Quelle: Asahi Glass Co, Japan

# Vergleich Zugfestigkeit bei Alterung



Quelle: Asahi Glass Co, Japan

# F-Clean - Haus



Fa. Sinn,  
Lustadt

aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Lehrerfortbildung Landesakademie  
Esslingen 9.11.2015

# F-Clean - Cabrio



Fa. Sinn,  
Lustadt

# Daten zum Cabrio-Haus

- Fa. Sinn, Gemüsejungpflanzen, Lustadt:
  - 6 \* 12,80 Schiffe, 52 m lang = 3994 m<sup>2</sup>
  - Stehwandhöhe 5 m; Firsthöhe 6,5 m
  - 3 Kappen / Binderfeld = 4,26 m Kappe
  - Lüftungsöffnung 88°; Dachneigung 22°
  - 4 m Binderabstand (längs)
  - Fa. Boeters Konstruktion,  
Fa. V.d.Heuvel Dach
  - Folie Asahi F- Clean 100 µm, klar

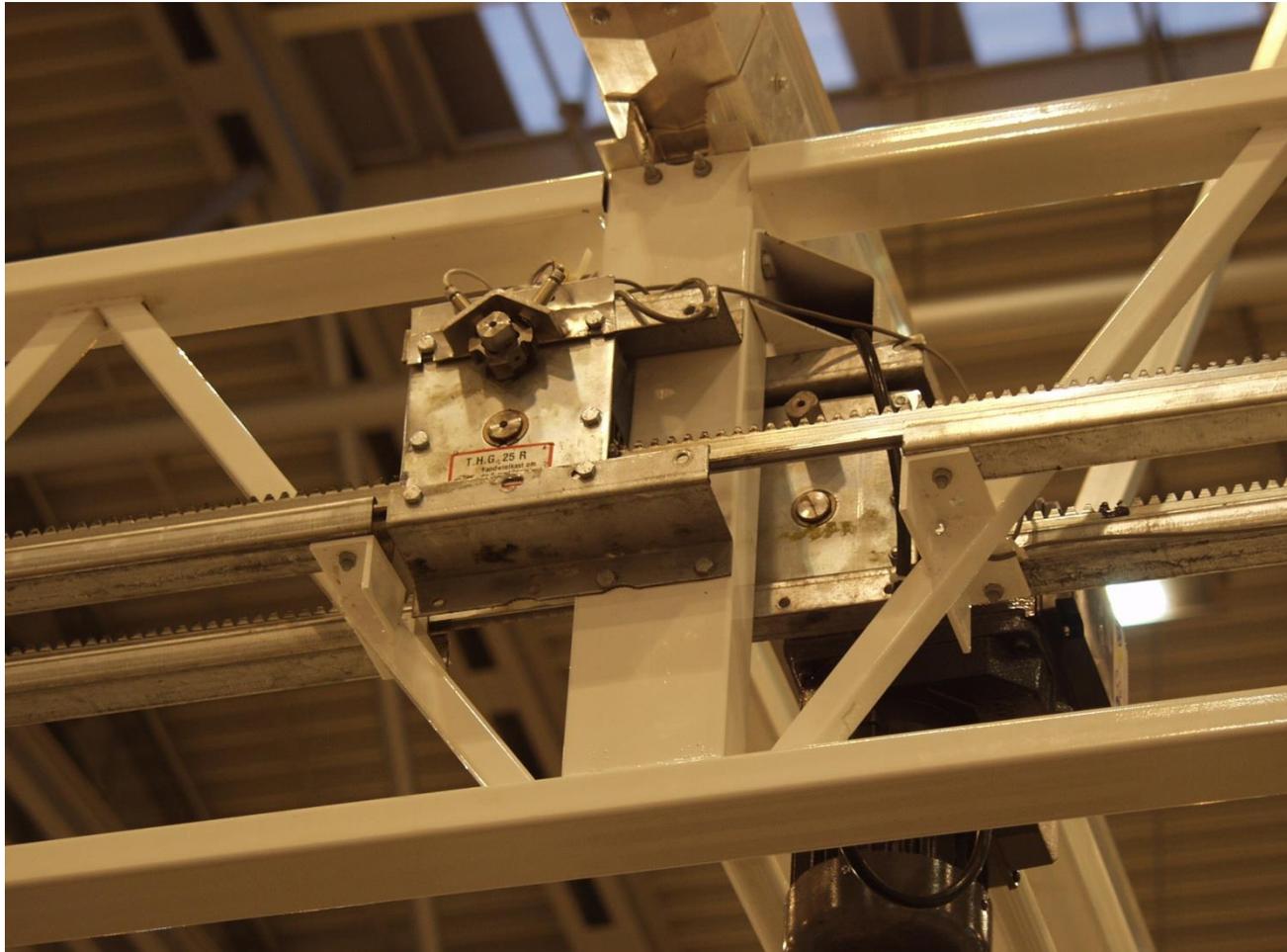
# Lüftung:

- Excel- XLR- Cabrio
  - 2 unabhängig zu bewegendende Dachseiten
  - Regenstellung: Dächer unterschneiden      wechselweise
  - Antrieb sehr aufwendig- zur Sicherheit
    - Stellung der Dachflügel muß bekannt sein
      - Ohne Stellungsrückmeldung
      - Über Umdrehungszähler der Antriebswelle

# Lüftungssteuerung



# Lüftungsantrieb



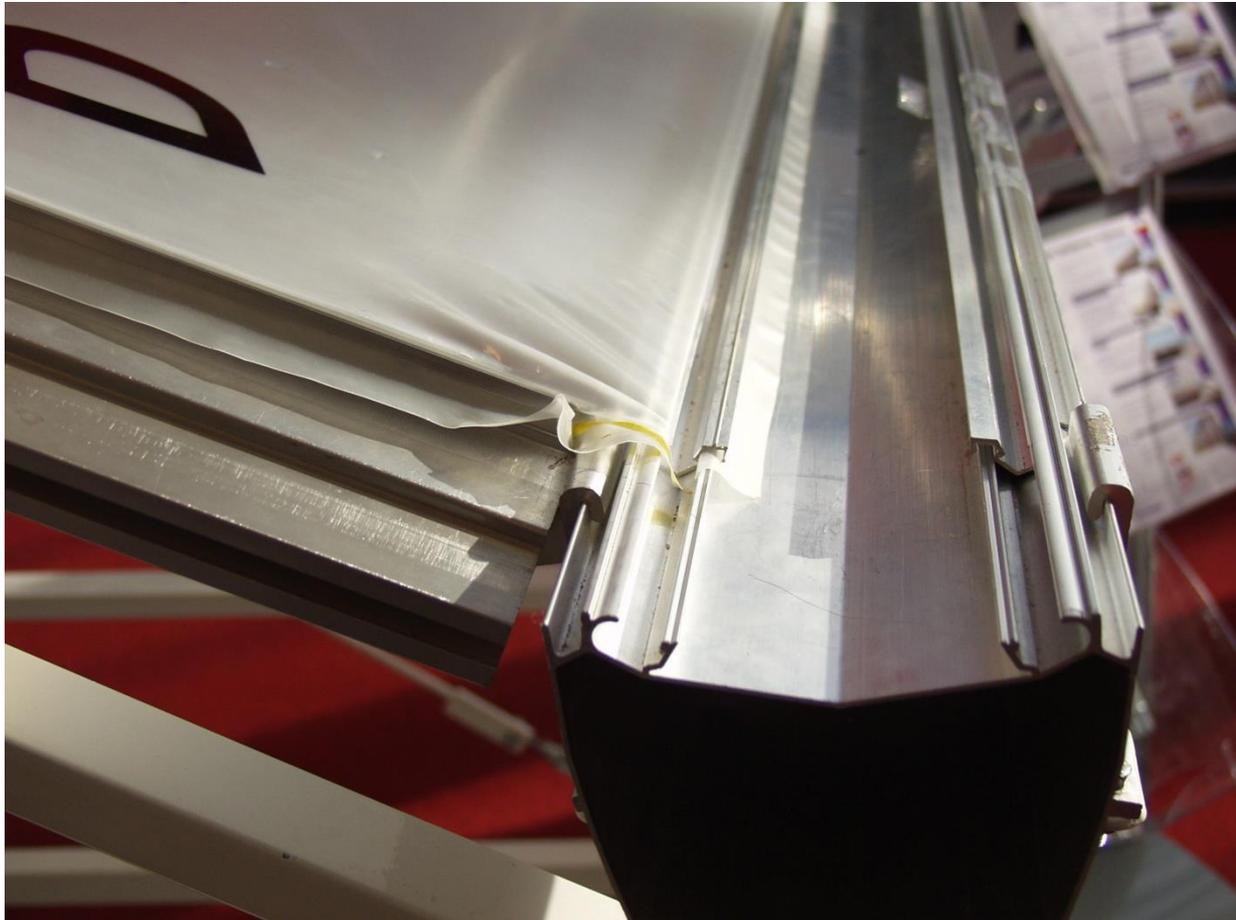
# Lüftungsantrieb



aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Lehrerfortbildung Landesakademie  
Esslingen 9.11.2015

# Folienbefestigung



# Cabrio-Dach



aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

akademie  
Esslingen 9.11.2015

# Hortifair 2004 - F-Clean als „Renner“



aktuelle Bedachungsmaterialien - Prof. Dr. Karl Schockert

Lehrerfortbildung Landesakademie  
Esslingen 9.11.2015

# Hortifair 2004

- F- Clean als Gewächshausdach vorstellbar
  - Fa. Bomkas bietet zwei Varianten an
    - Venlo mit Lüftungsklappen
    - Geschlossenes Venlo-Haus
      - Beide mit geschweißten Folienbahnen
      - 1 Zwischensprosse auf 4,5 m Binderabstand
      - „4,6 % mehr Licht“
  - Flexiglas ist die neue Bezeichnung

# Zusammenfassung

- Bedachungsmaterialien – Entwicklung bleibt spannend
- Doppelbedachungen sind auch in NL denkbar
- Preis für Bedachungen geht durch Beschichtungen nach oben
- Klimaführung unter Doppelbedachungen gut machbar in Verbindung mit 2 Energieschirmen
- Ertrag unter Doppelbedachungen neuer Art vergleichbar
- Energieeinsparungen  $> 60\%$  zu E-Glas gut möglich
- Regelungskonzepte auf Temperatursummen umzustellen bringt weitere Einspar-Potentiale
- ZINEG – Erfahrungen werden so umgesetzt werden
- Energieeffizienz ist neue Kenngröße