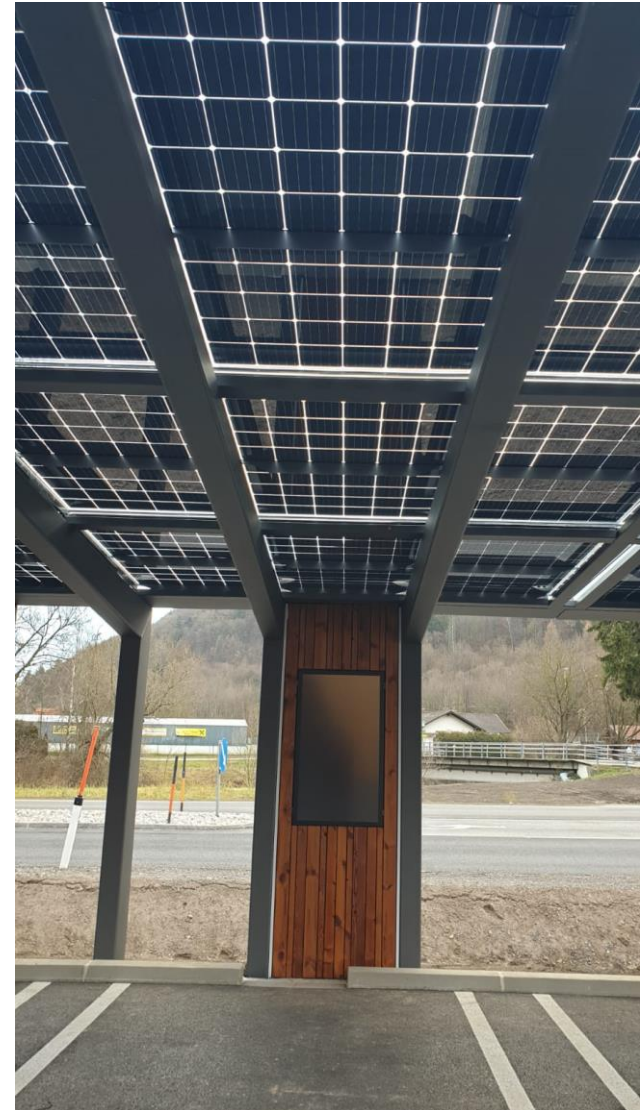
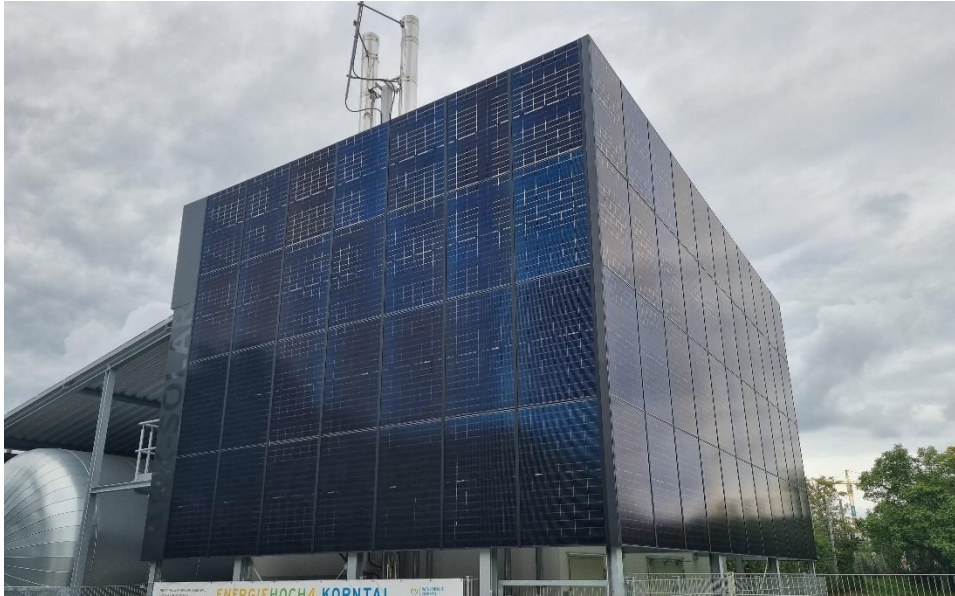


# PHOTOVOLTAIK +



## Christian Hölzl

- HTL für Wirtschaftsingenieurwesen
- Fachingenieur Fassade (HS Augsburg)
- Ausbildung zum SV (D)
- zertifizierter Photovoltaiker

### Tätigkeiten:

- GF Julius Fritsche GmbH
- Leitung Bereich Glas
- Produktentwicklung
  - Aluminiumkonstruktionen
  - Brandschutzkonstruktionen
  - Glasgeländer, Absturzsicherungen
  - PV Konstruktionen (Dach, Fassade, Geländer)



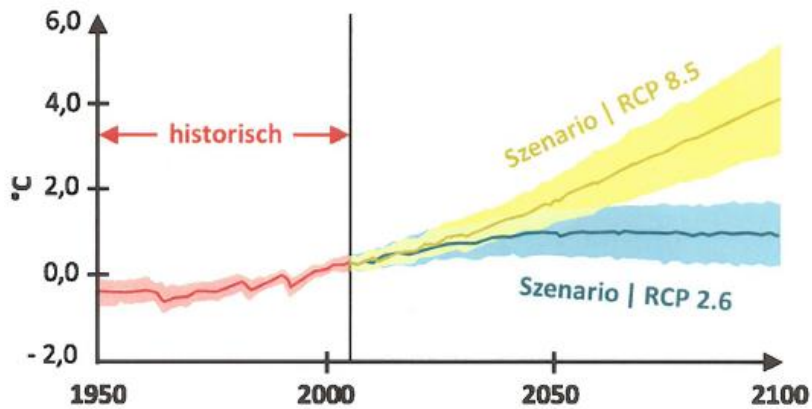
## Motivation im Bereich PV:

- Photovoltaik mit zusätzlichen Nutzen
- Disziplinübergreifend
- breites Nutzerfeld (Gewerbe, Privat, Industrie)
- Planung und Montage quer durch alle Qualifikationsebenen  
-> großes Fehlerpotential!
- Nachhaltigkeit

## Themen:

- Warum Photovoltaik?
- Was ist PV? Funktionsweise - Unterschiede
- PV Anwendungen im Gebäude
- Anforderungen – Statik, Bauphysik, Brandschutz, Elektrotechnik...
- Projekte und Herausforderungen

## Änderung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur



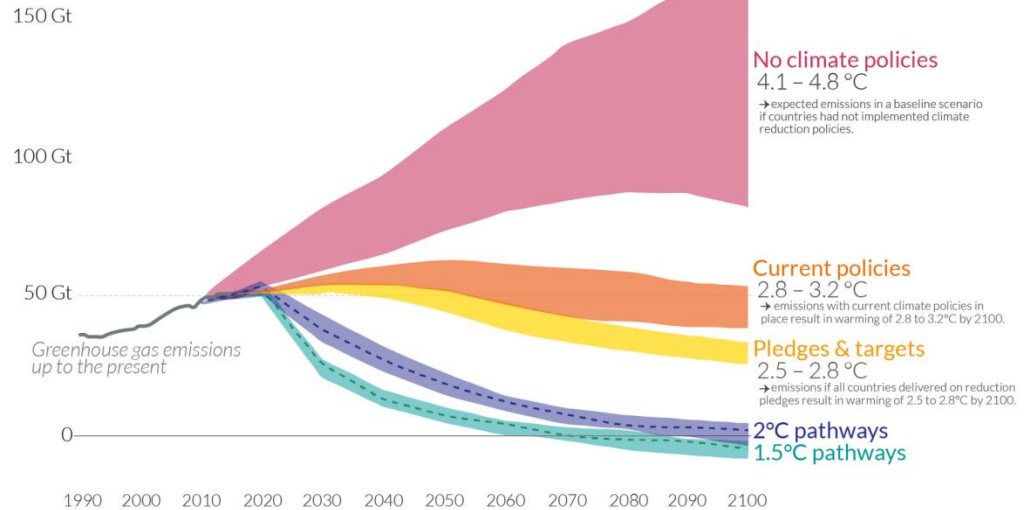
Quelle: IPCC Sachstandsbericht; Darstellung: Österreichische Energieagentur

## Global greenhouse gas emissions and warming scenarios

Our World  
in Data

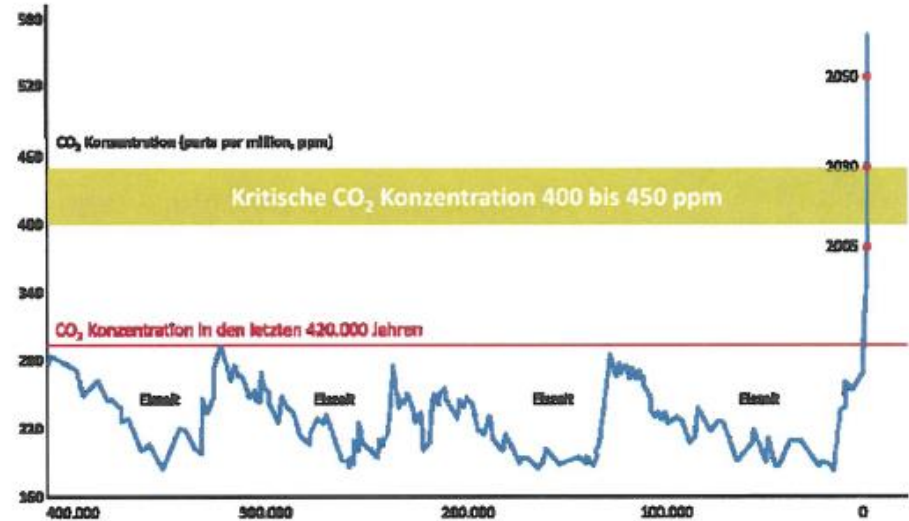
- Each pathway comes with uncertainty, marked by the shading from low to high emissions under each scenario.
- Warming refers to the expected global temperature rise by 2100, relative to pre-industrial temperatures.

Annual global greenhouse gas emissions  
in gigatonnes of carbon dioxide-equivalents



## Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Gehalts

- CO<sub>2</sub>: natürlicher Bestandteil der Luft; entsteht bei Verbrennung kohlenstoffhaltiger Substanzen;
- CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft: 408,16 ppm (2018), 280 ppm (vorindustrielle Zeit);
- Vergleichbar hohe CO<sub>2</sub>-Konzentration wie heute gab es zuletzt vor 5,2 und 2,6 Mio. Jahren; Ursachen: Vulkanausbrüche, Verschiebungen der Kontinente, veränderte Sonneneinstrahlung;
- Ursachen heute: Verbrennung fossiler Energieträger, Rückgang Permafrostböden (Freisetzung Methan) beschleunigt Erderwärmung zusätzlich;
- Temperaturanstieg von bis zu 5,4°C bis 2100 erwartet, Erholung könnte 100.000 Jahre dauern



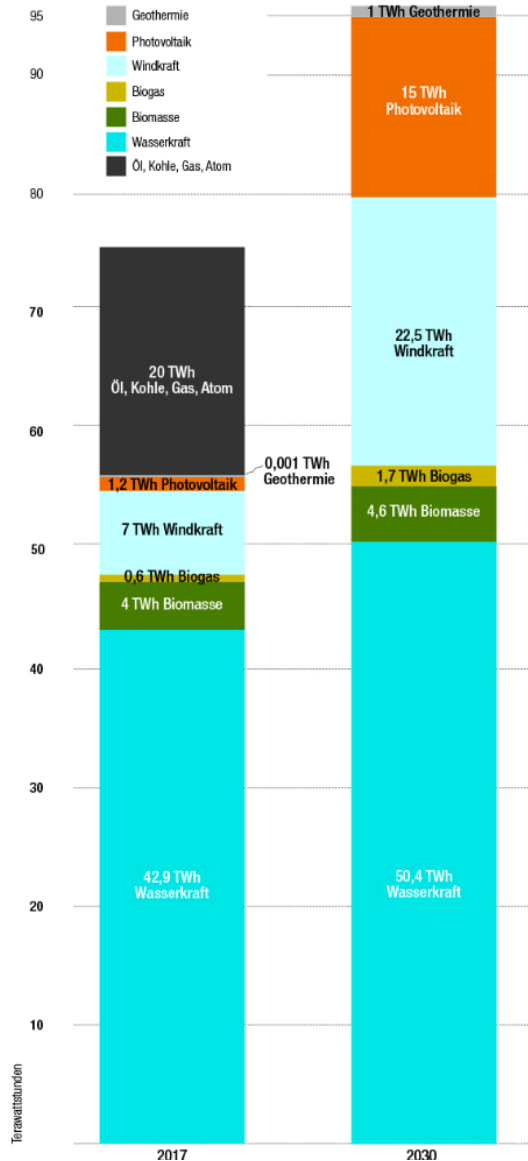
## 2050 EU - Ziele

*„Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050“* der EU-Kommission mit dem Ziel, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 um 80-95% in der EU zu senken.

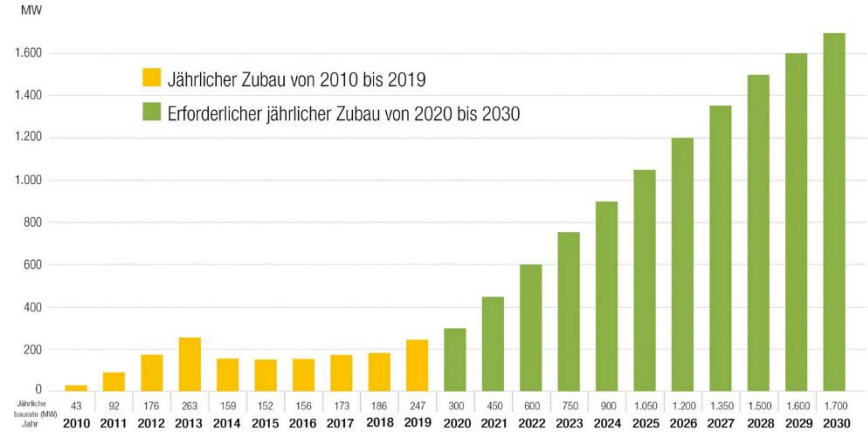
- Inhalt aus dem Fahrplan:
  - **Elektrizität:** Dekarbonisierung der Stromwirtschaft bis 2050, vermehrte Nutzung von Strom für Mobilität und Heizen
  - Anteil CO<sub>2</sub>-armer Technologien am Strommix soll auf knapp 100% im Jahr 2050 steigen
  - **Mobilität:** verbesserte Fahrzeugeffizienz, neue Kraftstoffe und Antriebssysteme, bessere Nutzung von Netzen und sicherer Betrieb durch Informations- und Kommunikationssysteme
  - **Gebäude:** Senkung der Emissionen um 90% bis 2050 durch Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz und Einsatz von wenig CO<sub>2</sub>-intensivem Strom und erneuerbaren Energieträgern
  - **Industrie:** Verminderung der Emissionen um 83-87% bis 2050 durch ressourcenschonende und energieeffiziente Prozesse, mehr Recycling etc.; CO<sub>2</sub>-Abscheidung und –Speicherung
  - **Landnutzung:** CO<sub>2</sub>-Reduktion von bis zu 49% bis 2050 möglich, Maßnahmen umfassen nachhaltige Effizienzsteigerungen, effizienter Einsatz von Düngemitteln, Bio-Vergasung organischen Düngers, bessere Düngbewirtschaftung, etc.

## Stromproduktion 2017 und Potenzial 2030

100 % erneuerbarer Strom bis 2030\*

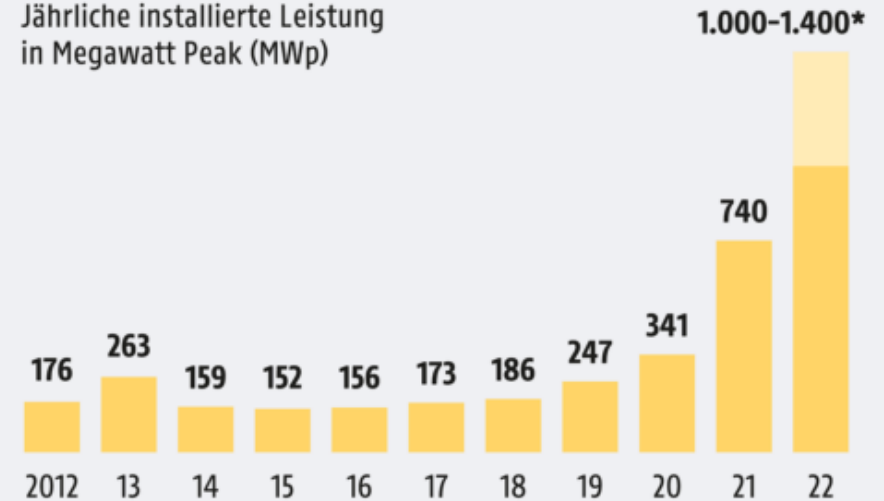


## PV-Zubau in Österreich 2010 - 2019 und erforderlicher Ausbau 2020 - 2030



## Photovoltaikboom in Österreich

Jährliche installierte Leistung in Megawatt Peak (MWP)



\* laut Prognosen

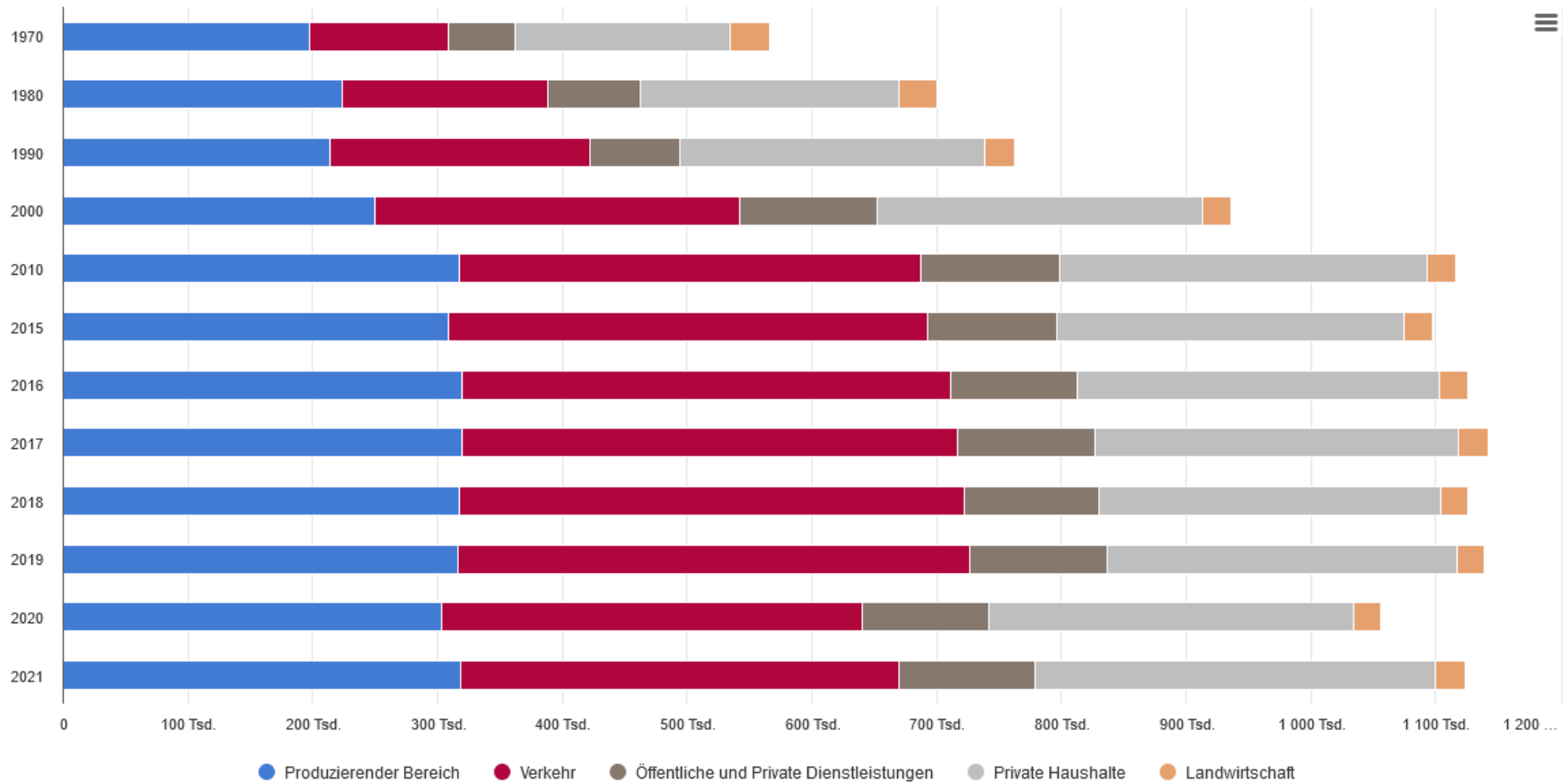
## Stromerzeugung und -aufbringung

Jahr <sup>1</sup> ▼

Art der Erzeugung	Jahr	GWh	Anteil an der Aufbringung	Anteil an der Erzeugung
<b>Wasserkraftwerke</b>	<b>2021</b>	<b>42.478,2</b>	<b>43,9%</b>	<b>60,4%</b>
<b>Wärme­kraftwerke</b>	<b>2021</b>	<b>18.654,6</b>	<b>19,3%</b>	<b>26,5%</b>
Steinkohle	2021	109,1	0,1%	0,2%
Derivate	2021	2.018,9	2,1%	2,9%
Erdöl­derivate	2021	622,2	0,6%	0,9%
Erdgas	2021	10.751,4	11,1%	15,3%
Biogene Brennstoffe	2021	3.029,0	3,1%	4,3%
Sonst. biogene Brennstoffe	2021	1.337,5	1,4%	1,9%
Sonst. Brennstoffe	2021	786,5	0,8%	1,1%
<b>Wind</b>	<b>2021</b>	<b>6.737,8</b>	<b>7,0%</b>	<b>9,6%</b>
<b>Photovoltaik</b>	<b>2021</b>	<b>2.398,3</b>	<b>2,5%</b>	<b>3,4%</b>
<b>Geothermie</b>	<b>2021</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>
Statistische Differenz	2021	22,9	0,0%	0,0%
<b>Insgesamt</b>	<b>2021</b>	<b>70.291,8</b>	<b>72,7%</b>	<b>100,0%</b>
davon Erneuerbare	2021	55.981,0	57,9%	79,6%
Physikalische Importe	2021	26.436,2	27,3%	
<b>Aufbringung</b>	<b>2021</b>	<b>96.728,0</b>	<b>100,0%</b>	

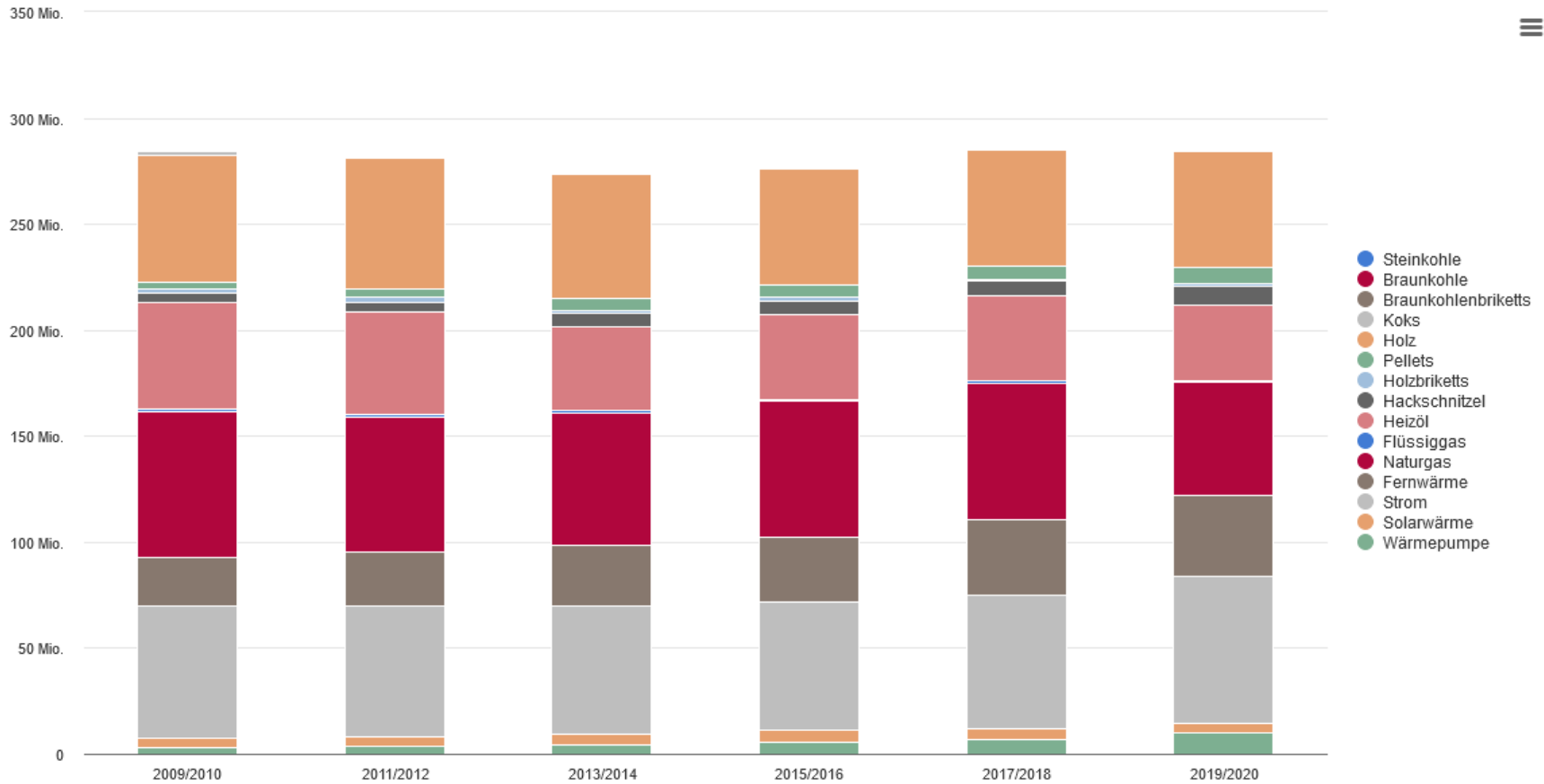


– Energetischer Endverbrauch – in Terajoule (Grafik)



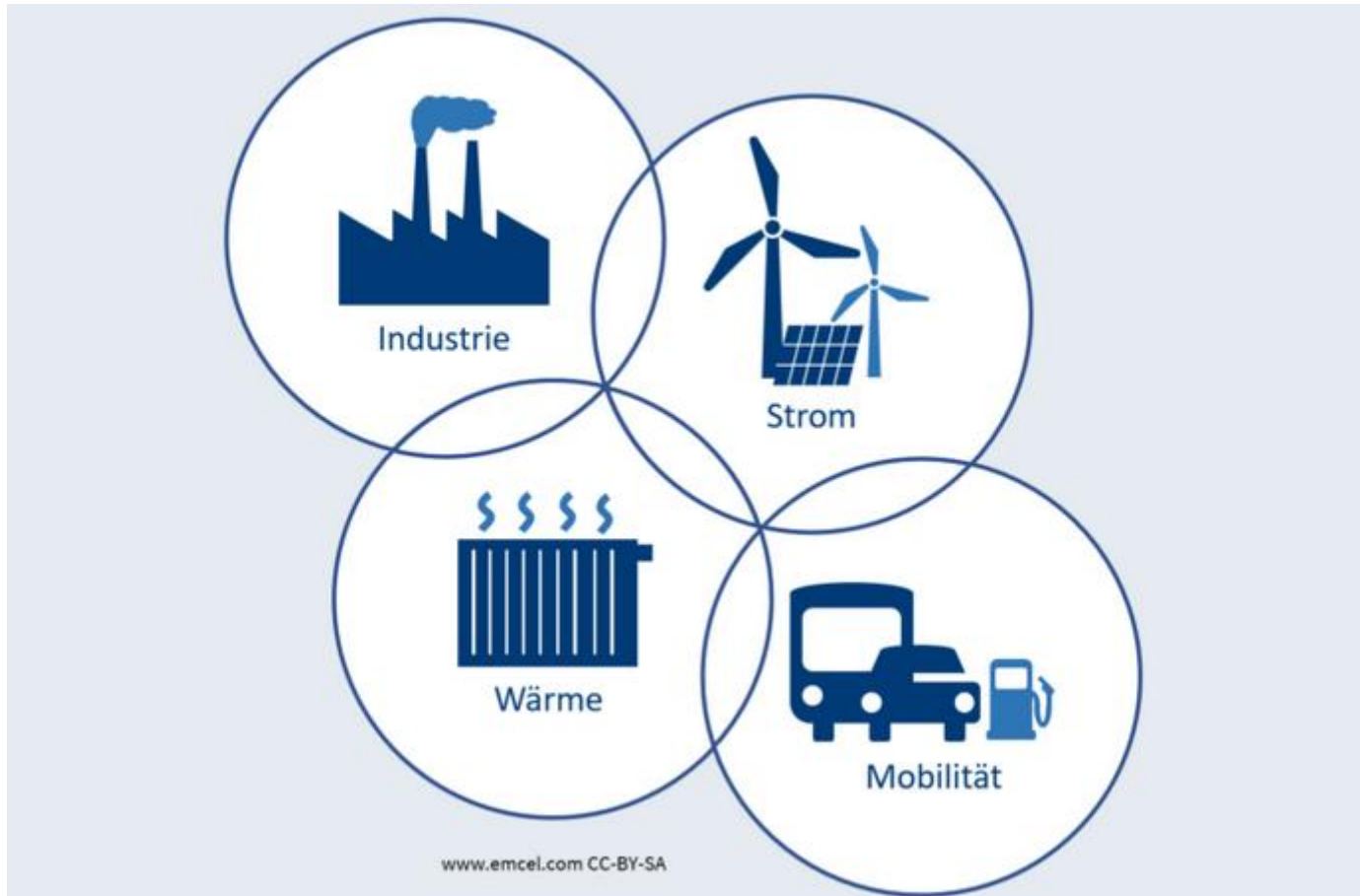
Q: STATISTIK AUSTRIA, Energiebilanzen. Erstellt am 11.11.2022.

⊖ **Energieeinsatz in Haushalten nach Energieträgern - in Gigajoule (Grafik)**



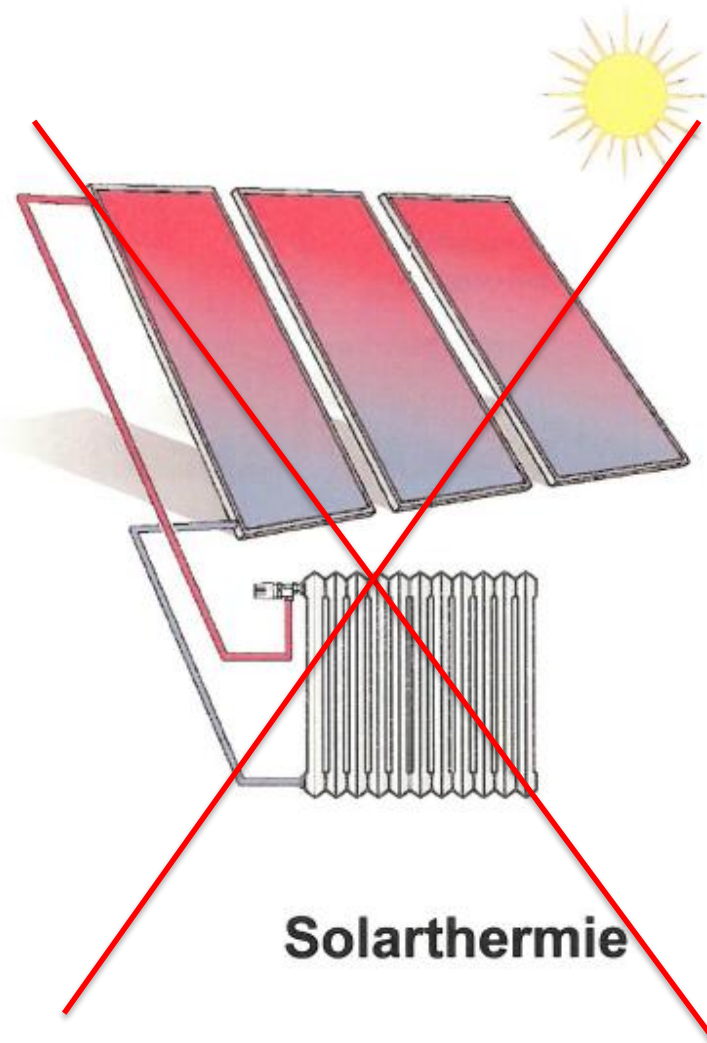
Q: STATISTIK AUSTRIA, MZ Energieeinsatz der Haushalte. Erstellt am 03.06.2022.

## Sektorenkopplung





**Photovoltaik**

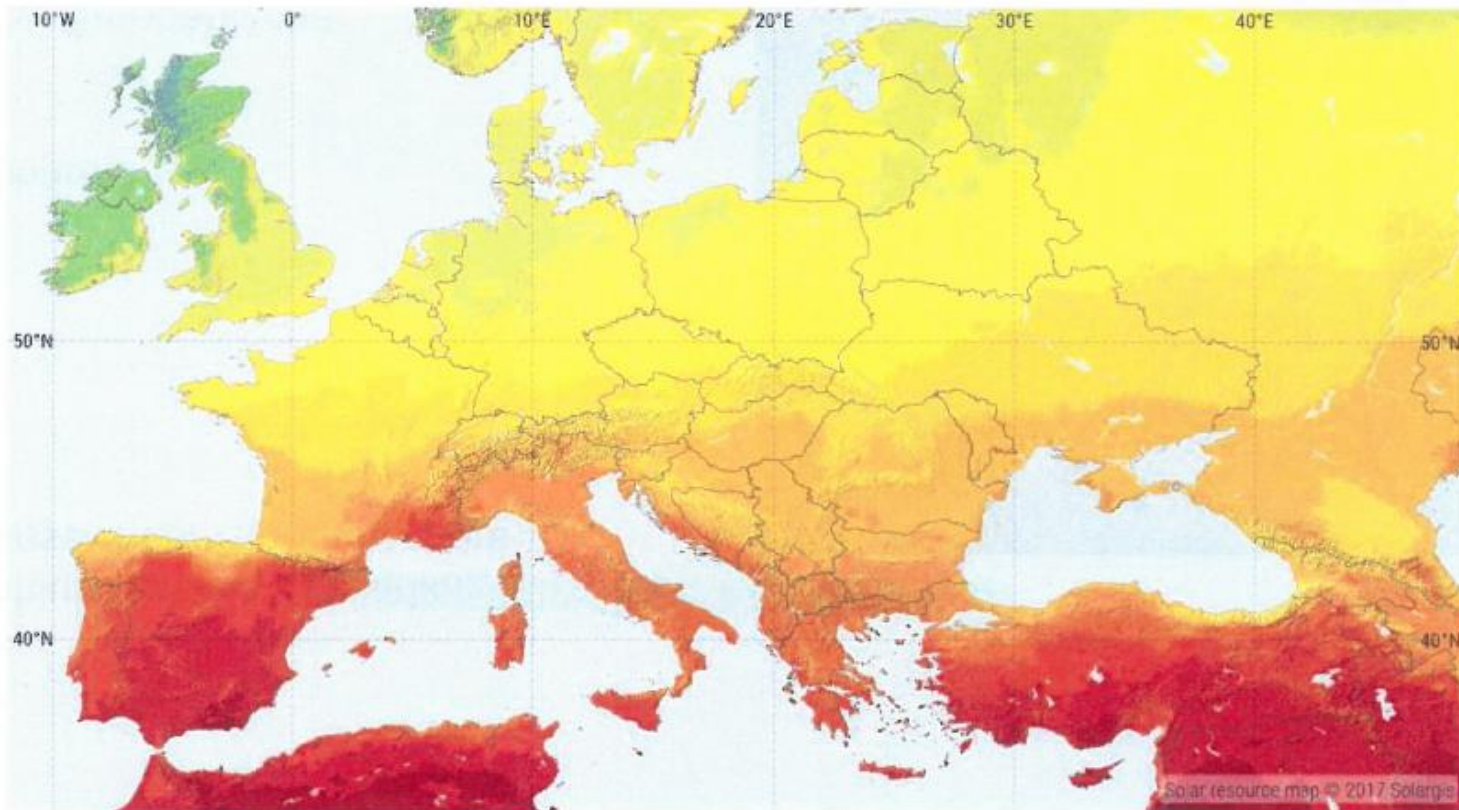


**Solarthermie**

## Globalstrahlung

### PHOTOVOLTAIC POWER POTENTIAL EUROPE

SOLARGIS



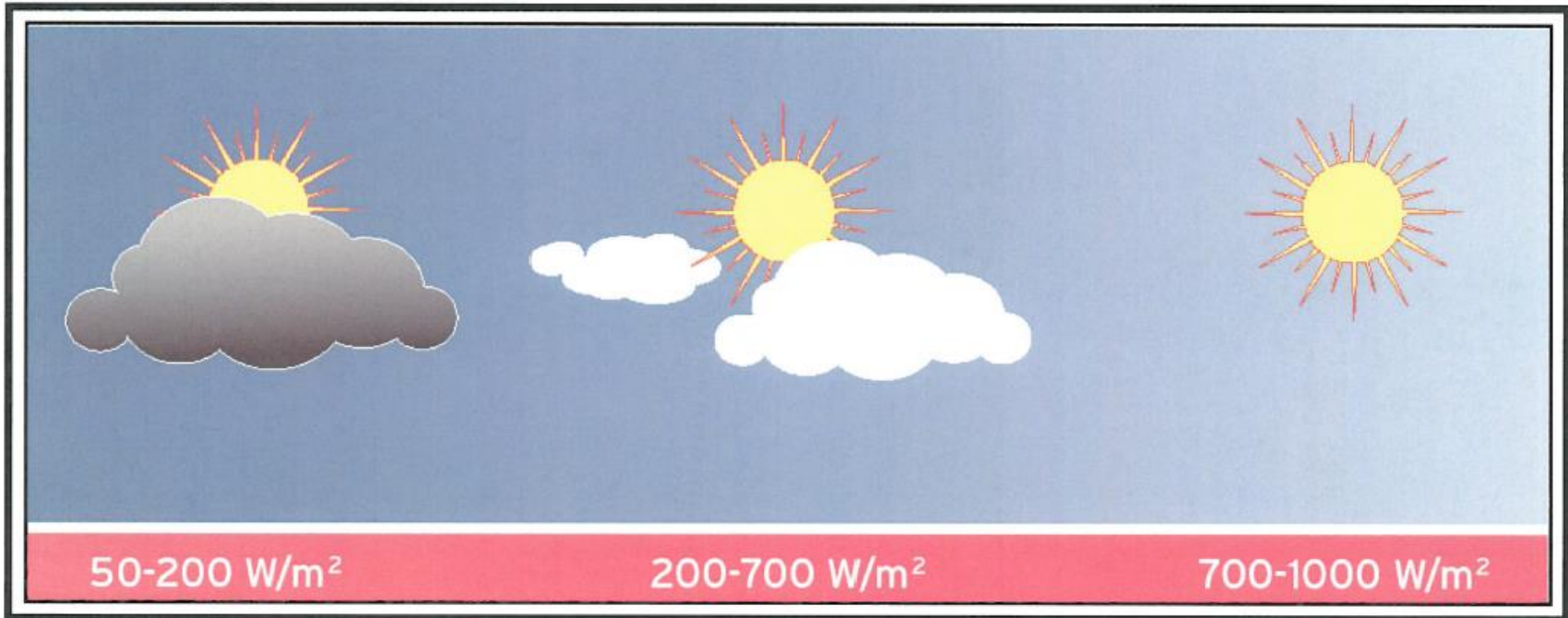
Average annual sum of PVOUT, period 1994-2016

500 km



Solar resource map © 2018 Solargis  
<https://solargis.com>

## Globalstrahlung



Quelle: Photovoltaik für Profis, Verlag: Solarpraxis AG, Berlin, ISBN-10: 3-934595-38-3

## ACHTUNG!

- Sobald die Sonne scheint liegt Spannung an (bis zu 1000V!)
- Alle elektrischen Arbeiten (außer Stecker zusammenstecken) müssen von einer Elektro-Fachfirma ausgeführt werden!



## Einsatzgebiete



Aufdach



Indach



## Einsatzgebiete



als Dach



Fassade

## Einsatzgebiete



als Geländer



als Zaun

## Einsatzgebiete



auf Freifläche

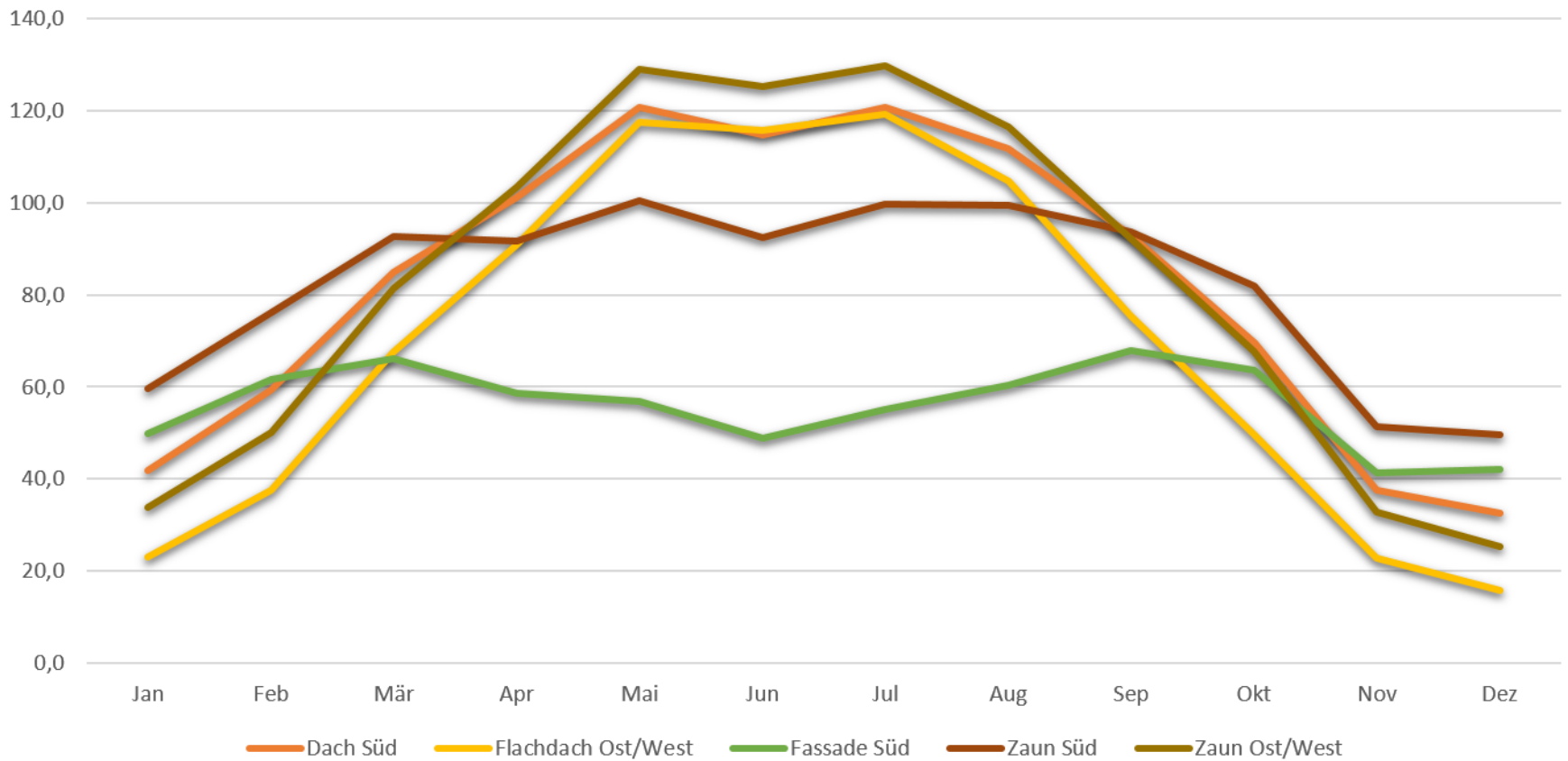


als Hobby

uvm. zB Balkonkraftwerke, Floating PV...

Alle beschienenen Flächen können doppelt genutzt werden!

## Vergleich



## Die Akteure

- Elektriker
- Solateur
- Dachdecker
- Glaser
- Fassadenbauer
- Metallbauer
- Zimmerer
- Installateur
- Hersteller
- Großhandel
- Endkunde
- verschiedenste Fachplaner
- Energieberater
- ...



Immer dabei: Elektriker

## Spannungsfeld der Interessen

- Preis
- Installierte Leistung MWp
- Dichtheit des Daches
- Montagefreundlichkeit
- Statik (zB ÖNORM B3716)
- Bauphysik
- Brandschutz
- Autarkie
- Lebensdauer
- Garantie (30 Jahre und mehr)
- schnelles Geld (?!)
- ...

## Anforderungen an die Photovoltaik

Statik

Wirtschaftlichkeit

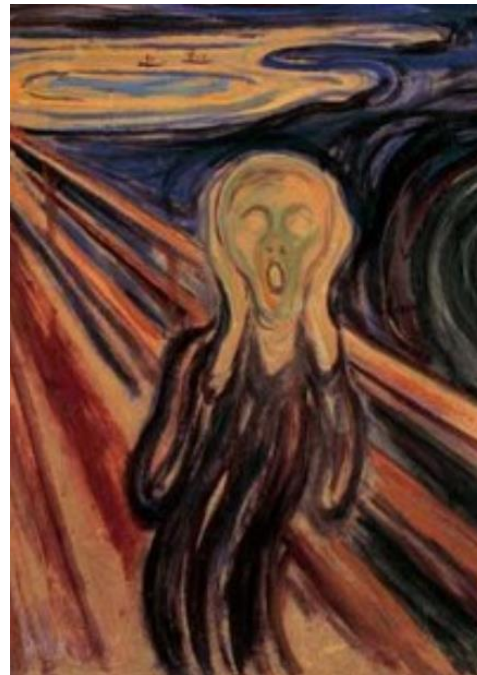
Bauphysik

Ästhetik

Brandverhalten

Verfügbarkeit

Leistung



Preis

Montagefreundlichkeit

Vom Sand







Das am häufigsten auf der Erde vorkommende Element ist Silizium, welches im Quarzsand enthalten ist. In einem speziellen Ofen bei einer Temperatur von  $1800^{\circ}\text{C}$  wird Silizium mit einer Reinheit von ca. 98 % gewonnen.



Quarzsand  $\text{SiO}_2$



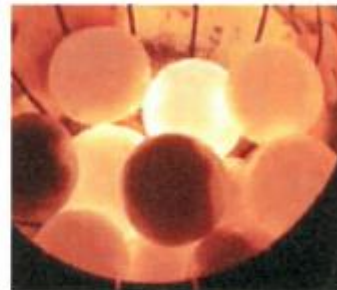
Lichtbogenofen  
(Reduktionsprozess)



Siliziumpulver

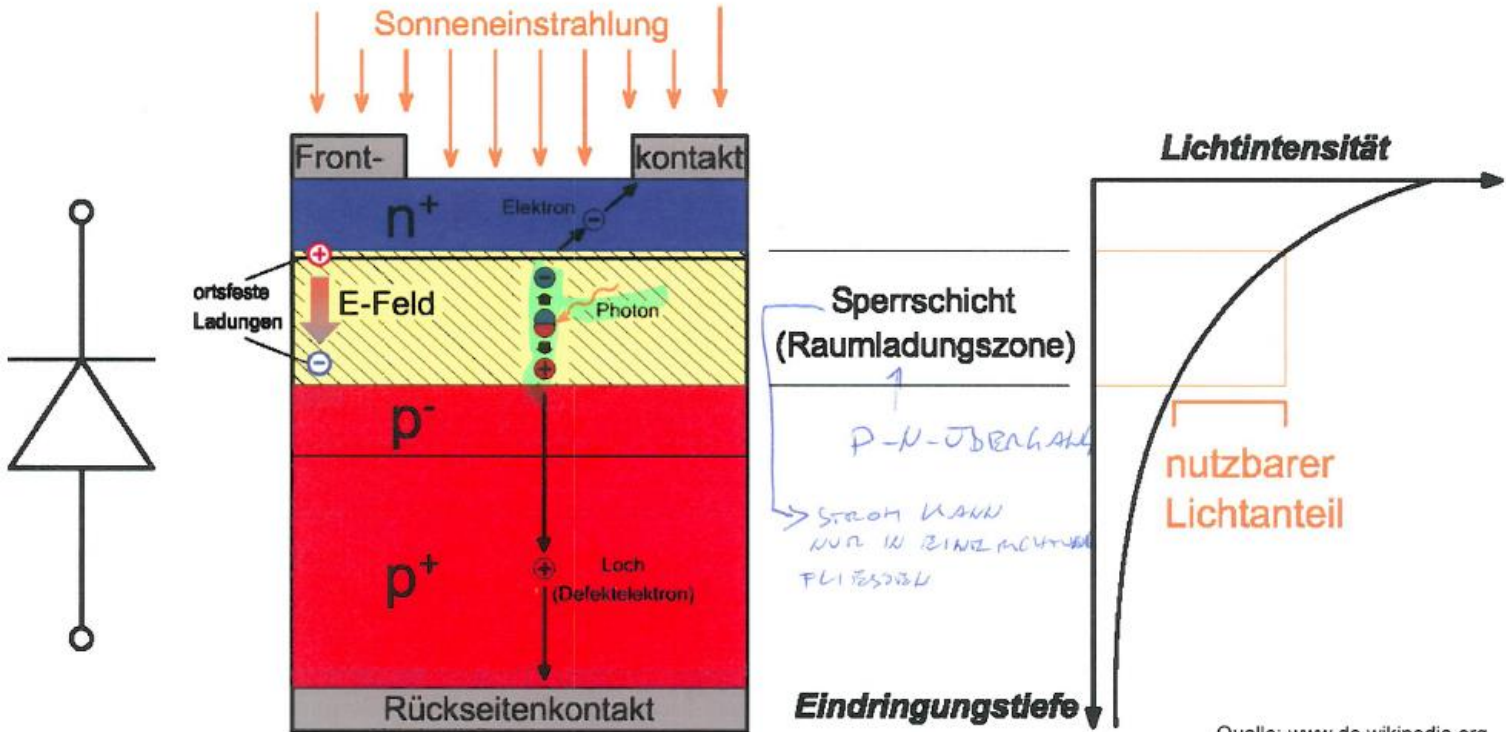


Induktionsofen  
(Reinigungsprozess)



reines Silizium

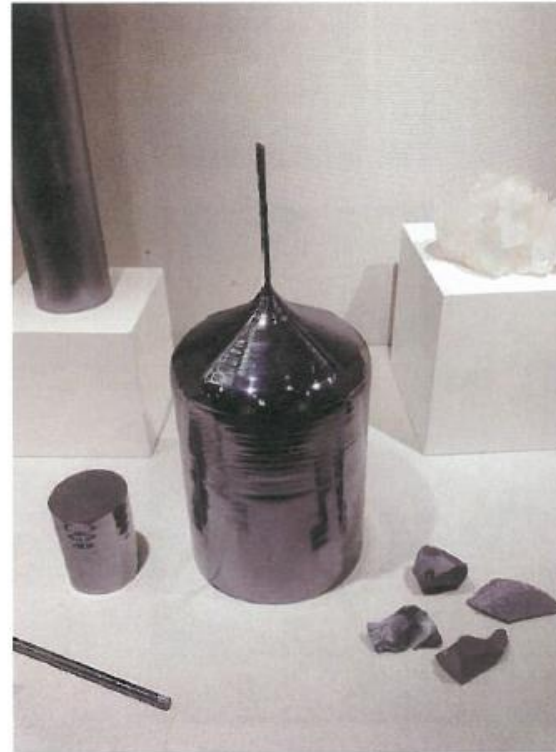
## Der elektrische Halbleiter



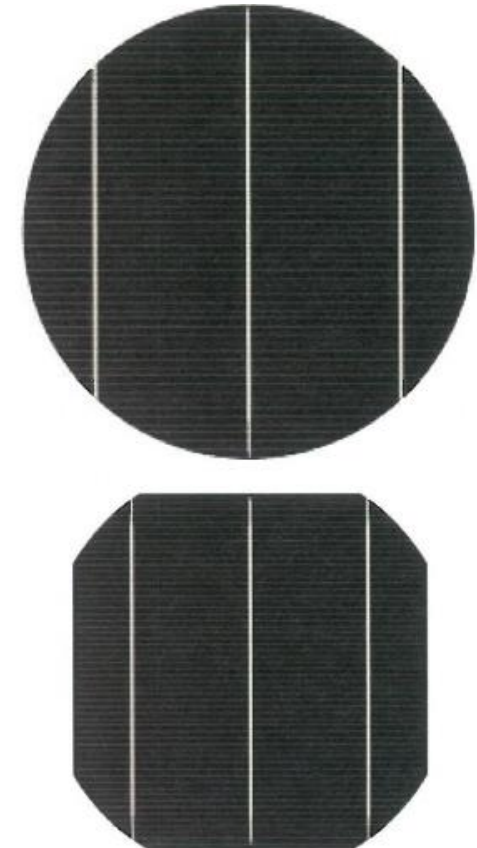
Quelle: www.de.wikipedia.org

## Monokristalline Siliziumzelle

- Silizium - Atome bilden auf der ganzen Solarzelle eine Kristallgitterstruktur
- Aus einer hochreinen Silizium - Schmelze wird ein Einkristall gezogen, Scheiben zersägt und positiv bzw. negativ dotiert
- Aufwendig in der Herstellung
- Hohe Langzeitstabilität (Leistungsgarantien: 20 + x Jahre)
- Typische Zellenwirkungsgrade: ca. 15 – 25 %



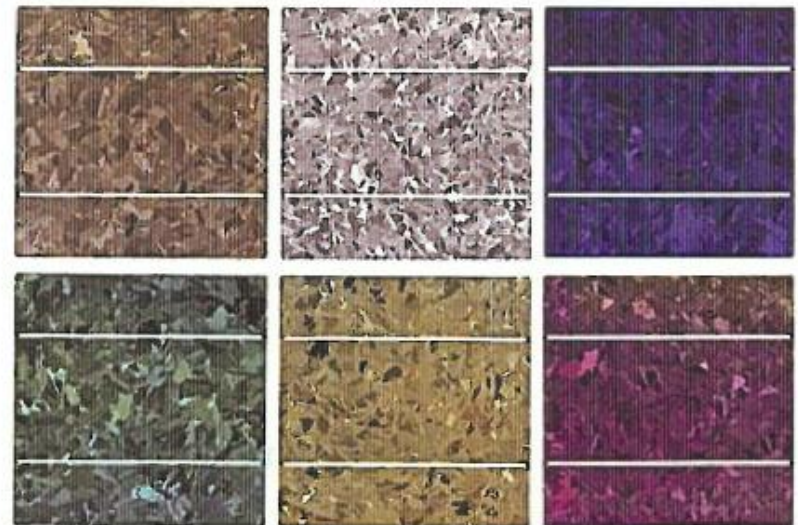
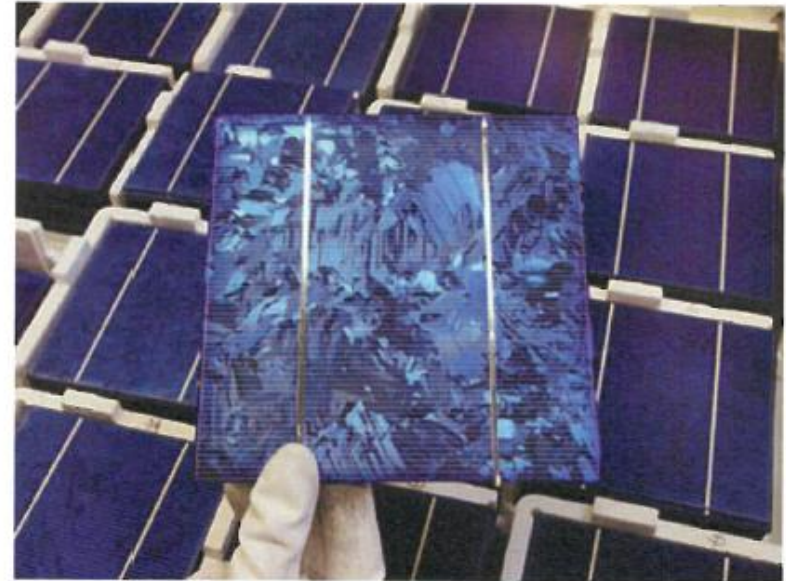
Quelle: [www.eet-china.com](http://www.eet-china.com)



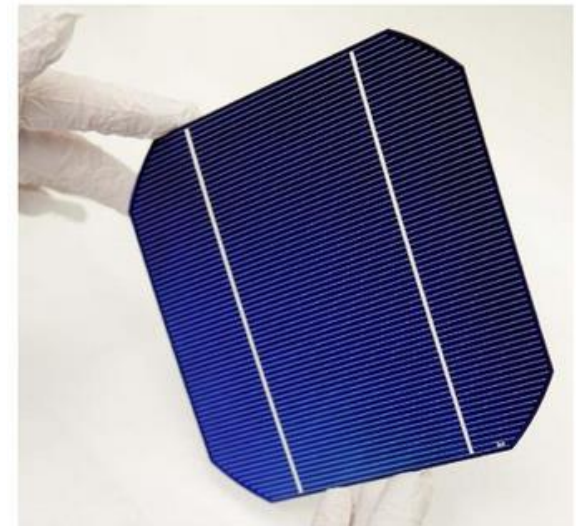
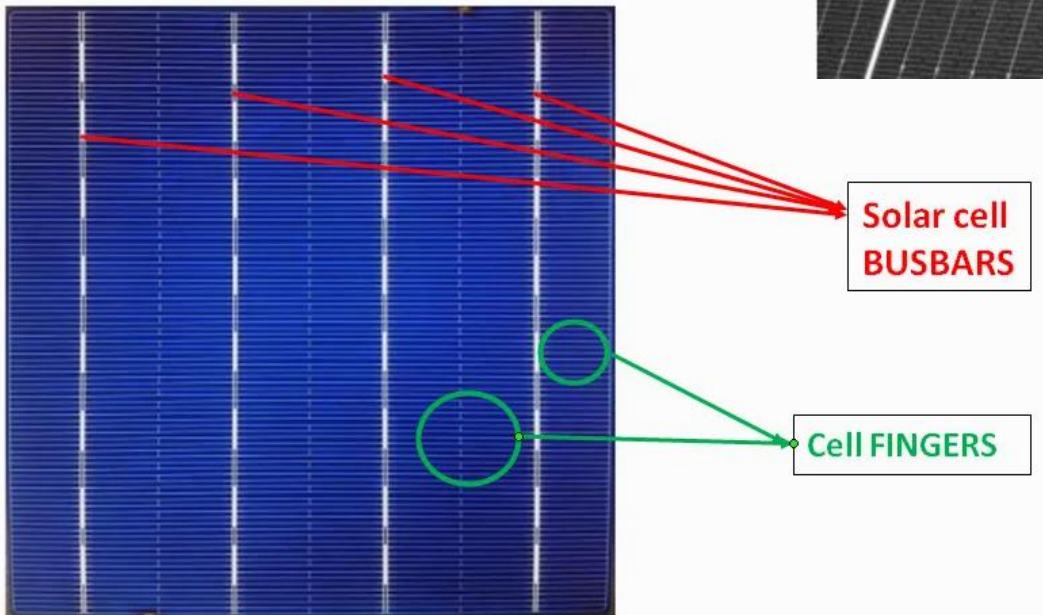
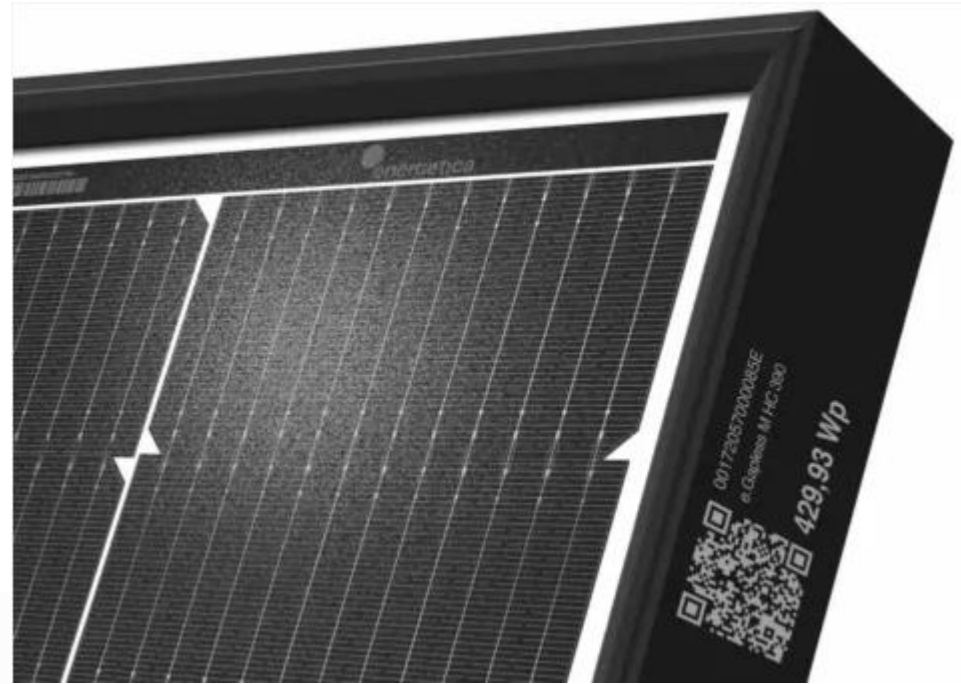
## Photovoltaik Zelle

### Polykristalline Siliziumzelle

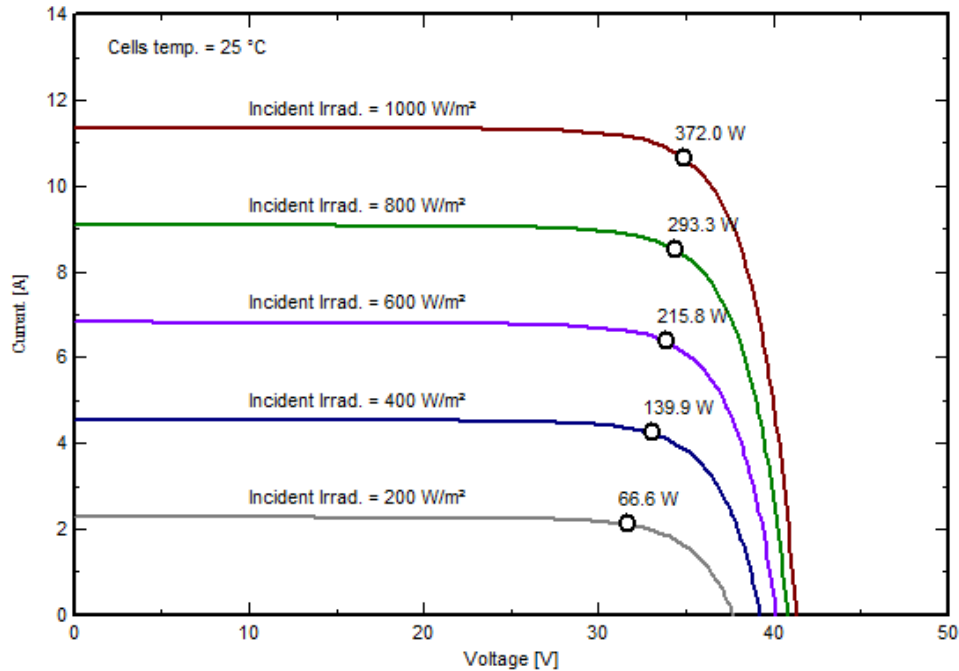
- Korngrenzen zwischen einzelnen monokristallinen Bereich erkennbar
- Hochreine Silizium - Schmelze wird in Ingots gegossen, in Scheiben zersägt und positiv bzw. negativ dotiert
- Weniger aufwendig in der Herstellung wie monokristallines Si
- Hohe Langzeitstabilität (Leistungsgarantien: 20 + x Jahre)
- Typische Zellenwirkungsgrade: ca. 13 – 20 %



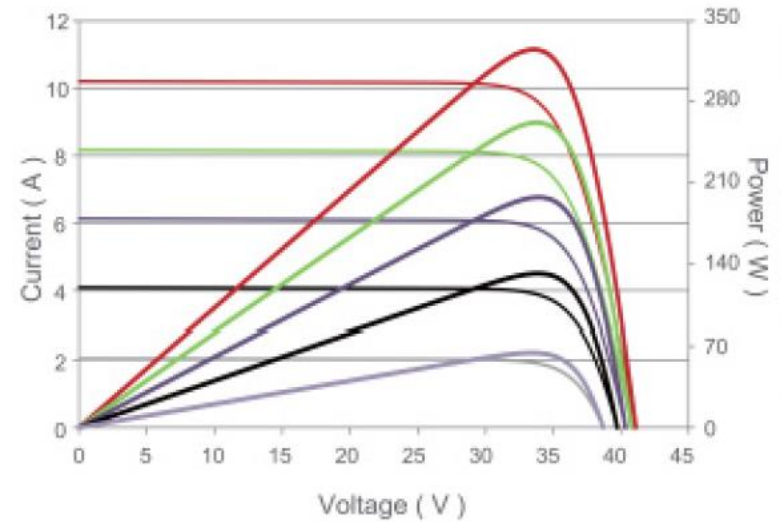
## Busbars



## U/I Kennlinie

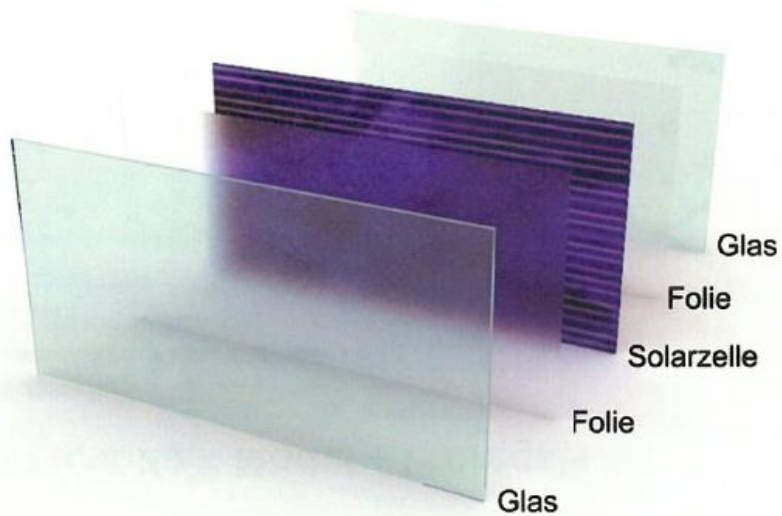


## U/I Kennlinie + P/U Kennlinie

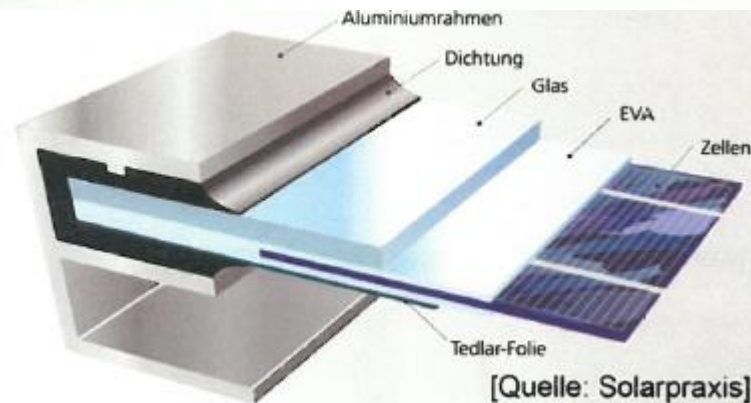
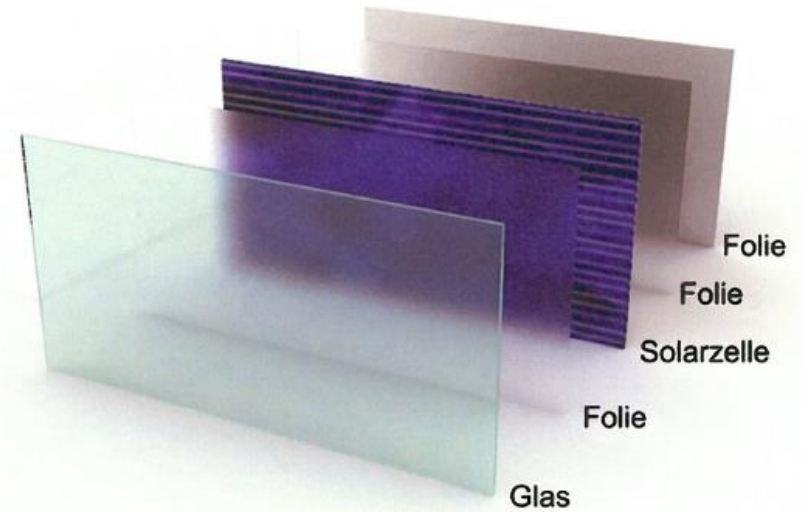


## Arten PV Paneele:

Glas-Glas-Modul



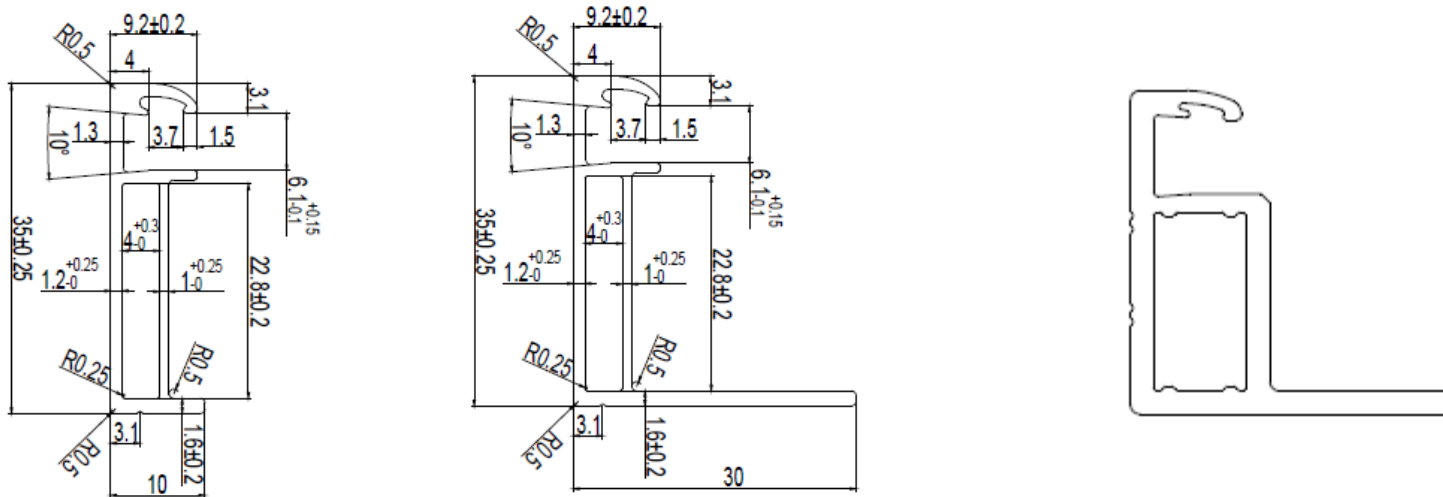
Glas Folie Modul





- Glas/Folien Modul mit Alurahmen – nur Standardmaße
- Glas/Glas Modul
  - Standardmaß
  - Sondermaß
- Glas/Glas Modul mit Alu Rahmen (VG 2x2 bzw 2x1,6 mm!)

„stabile“ Rahmen ab 35mm Bauhöhe:



Derzeit am Markt schon Rahmen unter 30mm verfügbar!  
Achtung: Legierungsunterschiede (EN AW 6060, 6063, 6005)

## Arten der Verbundfolien

- EVA
- POE
- EPE
- PVB
- ...

## Verbund**sicherheits**glas -> nicht immer!

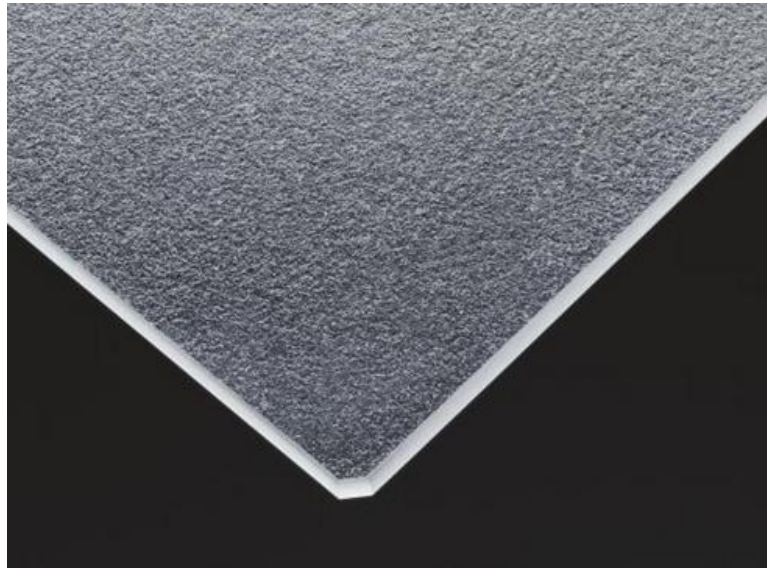
Der Schubverbund darf mit  $G = 0,4 \text{ N/mm}^2$  angesetzt werden, wenn zumindest Polyvinyl-Butyral-Folien (PVB-Folien) mit folgenden mechanischen Eigenschaften bei 23 °C verwendet werden bzw. bei Verwendung anderer Folien die Gleichwertigkeit nachgewiesen wird:

- Reißfestigkeit  $\geq 20 \text{ N/mm}^2$ ;
- Bruchdehnung  $> 250 \%$ .

ÖNORM B3716-1

## Glasarten

- Solarglas (mit oder ohne AR Beschichtung)
  - 3,2mm (Glas/Folie) i. d.R. ESG
  - 2mm (Glas/Glas) i.d.R. bis ca. 90 MPa – 120 MPa
  - 1,6mm (Glas/Glas) thermisch behandelt
- Floatglas
  - 3 bis 12mm (i.d.R. ESG oder TVG)





Siebdruckraster zur Folie  
(Ansicht Rückseite)

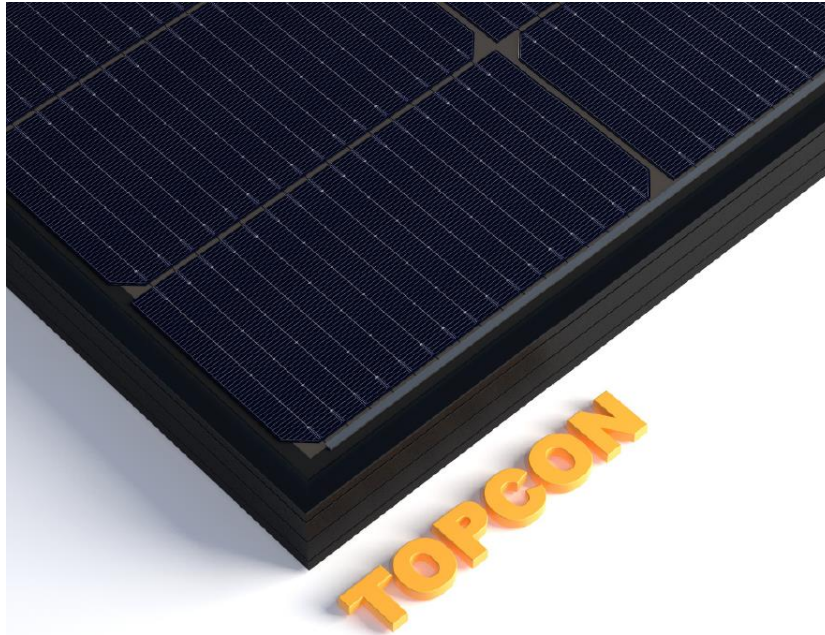


Bereich zwischen den Zellen transparent  
(Ansicht Vorderseite)



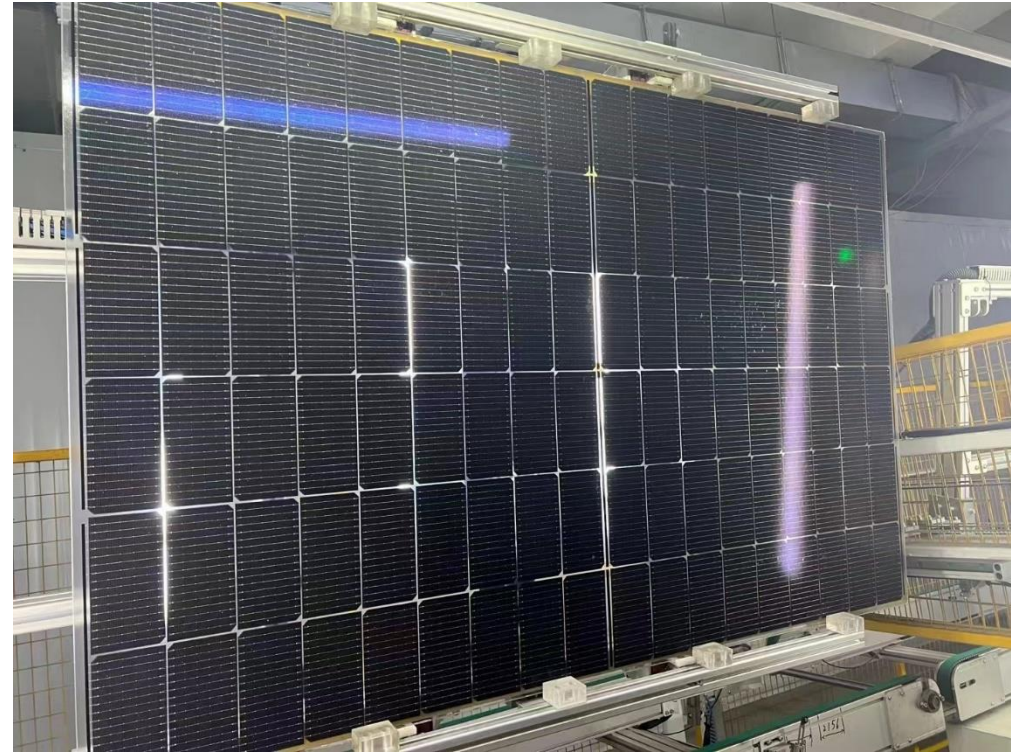
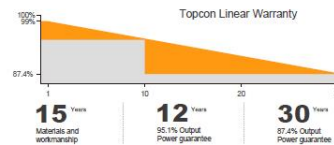
- Die Auswahl des Modultyps richtet sich nach:
  - Zellmaterial (mono- bzw. polykristallin, Dünnschicht)
  - Anwendung (GIPV, Dach, Fassade,...)
    - Glas-Glas- oder Glas-Folien-Laminat, mit oder ohne Rahmen
  - Statischen Belastungen
  - Farbe (Zelle, Folie und Rahmen)
  - Qualität, Sicherheit und Gefühl
  - Garantie
  - Rechtliche Sicherheit

## Halbzellenmodule



**SKT410~430M10**  
**410~430 Watt**

182mm 16BB 108Cells Bifacial Black Frame Topcon Mono Half Cell PV-Module Series



Modul in der Fertigung ohne Rahmen



SMBB Technology  
Half Cut Topcon Cell



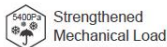
High Energy  
Performance



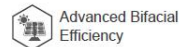
100% Inspection  
30years Guarantee



Fire Class A



Strengthened  
Mechanical Load



Advanced Bifacial  
Efficiency



## Anschlussdosen

an der Kante



in der Fläche

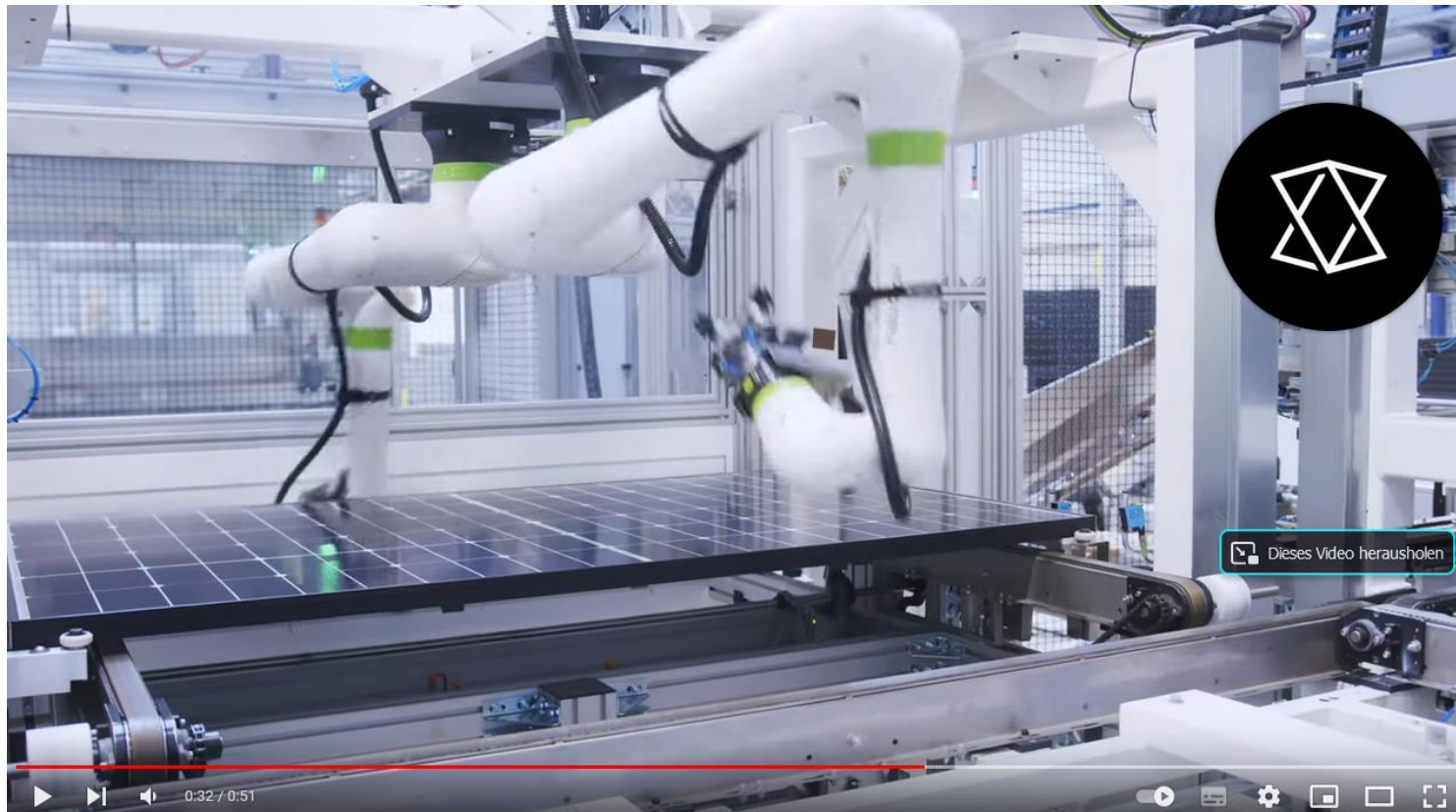


Achtung – Glasbohrung!



Meyer Burger Fertigung:

<https://www.youtube.com/watch?v=Dd-L6rQD0IA>



## Der Preis ist heiß!

### verschieden Ansätze:

- Stromerzeugung steht im Vordergrund -> Wp Preis („Elektrikerkalkulation“)
- Zweitnutzen steht im Vordergrund -> Funktion („Glasbaukalkulation“)

### Standardmodule

- gerahmt Glas/Folie ca. 0,25 €/Wp
- gerahmt Glas/Glas 2+2 ca. 0,32 €/Wp
- ungerahmt Glas/Glas 3+3 ca. 0,65 €/Wp
- ungerahmt Glas/Glas 4+4 ca. 0,75 €/Wp
- ungerahmt Glas/Glas 6+6 ca. 1,2 €/Wp

### Auf Maß gefertigte Module

- Ungerahmt Glas/Glas 4+4 ca. 1,75 €/Wp

Photovoltaik im konstruktiven Glasbau heißt:

**bauen mit 2+2mm V(S)G!!**

bzw. um jeden mm Glasdicke kämpfen...


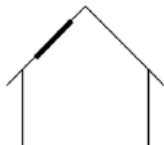
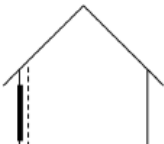
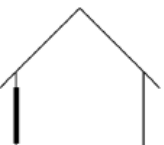

## Normen und Regelwerke für die Anwendung als BIPV (Auszug)

- OVE EN IEC 61215 - Terrestrische Photovoltaik(PV)-Module - Bauarteignung und Bauartzulassung
- OVE EN 50583 – BIPV Module
- ÖNORM B3716
- DIN 18008
- OIB RL 4
- OIB RL 2
- MVV TB
- Technische Baubestimmungen für PV-Module als Bauprodukte und zur Verwendung in Bauarten (ALLIANZ BIPV)
- ...



BIPV wird aus den unterschiedlichsten Blickwinkeln geregelt!  
...bzw versucht zu regeln....

EN 50583-2:2016

**Tabelle 2 – Montagekategorien A – E**

<b>Kategorie A:</b>	<b>schräg, dachintegriert, nicht zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von 0° bis 75° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert, mit einer unterlegten Sperre zum Schutz vor dem Herunterfallen größerer Glasstücke in darunter befindliche zugängliche Bereiche.	
<b>Kategorie B:</b>	<b>schräg, dachintegriert, zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von 0° bis 75° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert.	
<b>Kategorie C:</b>	<b>nicht schräg (vertikal) eingebaut, nicht zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von einschließlich 75° bis einschließlich 90° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert, mit einer hinterlegten Sperre zum Schutz vor dem Hineinfallen größerer Glasstücke oder Personen in angrenzende tiefer gelegene Bereiche im Gebäudeinneren.	
<b>Kategorie D:</b>	<b>nicht schräg (vertikal) eingebaut, zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von einschließlich 75° bis einschließlich 90° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert.	
<b>Kategorie E:</b>	<b>äußerlich integriert, zugänglich oder nicht zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind am Gebäude montiert und bilden eine zusätzliche funktionelle Schicht (wie in 3.1 definiert) außerhalb der Gebäudehülle (z. B. Balkone, Geländer, Rollläden, Markisen, Jalousien, Brise-Soleil, usw.).	

## Technische Baubestimmungen für PV-Module als Bauprodukte und zur Verwendung in Bauarten (ALLIANZ BIPV)

Einbausituation	Randbedingungen	Anforderung	Nachweis
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fassaden und Brüstungen mit Neigungswinkel <math>\geq 80^\circ</math></li> <li>■ PV-Modul = VG<sup>1</sup>, 4-seitig linienförmig gelagert</li> <li>■ PV-Aufbau (Deckschicht, Zellen und Einkapselung) mit VSG als Rückglas oder PV-Modul als Bestandteil von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) mit innenliegendem VSG</li> </ul> 	<p><b>Brandschutz</b> Brandverhalten PV-Modul (siehe Tabelle 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mindestanforderung: i. d. R. schwerentflammbar</li> <li>■ je nach Anwendung ggf. höhere Anforderungen: nichtbrennbar</li> </ul> <p><b>Mechanische Festigkeit und Standsicherheit</b> Übereinstimmung mit</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Produktnorm VG/VSG/MIG und</li> <li>2) Technischen Baubestimmungen zu Einbau, Befestigung, Planung, Bemessung, Ausführung, d. h. Einbau nach DIN 18008</li> </ol>	<p>Klassifizierungsbericht für PV-Modul durch Prüfstelle oder objektbezogenes Brandschutzkonzept</p>
4	<p>Abweichungen von Zellen 1 und 2, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Modulfläche &gt; 2,0 m<sup>2</sup></li> <li>■ Überkopfverglasung mit PV <math>\neq</math> VSG (z. B. EVA statt PVB)</li> <li>■ Einbau nicht in Übereinstimmung mit DIN 18008</li> <li>■ geklebte Glasbefestigung ohne AbZ/aBG</li> </ul> 	<p><b>Brandschutz</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Brandverhalten PV-Modul (siehe Tabelle 2):             <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mindestanforderung: normalentflammbar</li> <li>■ je nach Anwendung ggf. höhere Anforderungen: schwerentflammbar oder nichtbrennbar</li> </ul> </li> <li>2) ggf. harte Bedachung</li> </ol> <p><b>Mechanische Festigkeit und Standsicherheit</b> je nach Abweichung von</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Produkt und/oder</li> <li>2) Anwendung: Technische Baubestimmungen zu Einbau, Befestigung, Planung, Bemessung, Ausführung</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Klassifizierungsbericht für PV-Modul durch Prüfstelle oder objektbezogenes Brandschutzkonzept</li> <li>2) abP für BIPV-System durch Prüfstelle oder objektbezogenes Brandschutzkonzept</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) abZ, alternativ ZIE</li> <li>2) aBG, alternativ vBG</li> </ol>

## OVE EN 50583

### 2) Steifheit von Verbundglas, welches PV-aktive Komponenten enthält:

Bei der Berechnung der mechanischen Steifheit von PV-Modulen müssen bei der Bestimmung des oberen Temperatur-Grenzwertes der Zwischenschicht der solare Absorptionsgrad und die Wärmedurchlässigkeit der vollständigen Komponente berücksichtigt werden. Wenn keine Werte zur Verfügung stehen, muss eine Zwischenschichttemperatur von

- 85 °C als oberer Grenzwert für PV-Module, die den Vorderteil eines Wärmedämmungspanels bilden,
- 80 °C als oberer Grenzwert für PV-Module, die das vordere Element einer Isolierglaseinheit bilden,
- 65 °C als oberer Grenzwert für alle anderen PV-Module

verwendet werden.

**ANMERKUNG** Die Temperaturen von PV-Modulen können erheblich abweichen, wenn die Belüftung blockiert ist. Darauf kann durch den Systementwurf stark Einfluss genommen werden.

vgl. VSG im Parapetbereich mit Email?!  
B3716-1 kurzzeitige Einwirkungen  $G=0,4 \text{ N/mm}^2$

## Versuchsaufbau Fritsche



- Elektrisch nicht angeschlossen
- Temperaturen bis 85°C konnten bestätigt werden
- Bei Wind schneller Temperaturabfall!

$G=0,4 \text{ N/mm}^2$  OKAY (?)



## EN 50583-1:2016

### 3) PV-Module und Resttragfähigkeit nach Bruch:

Bei der Prüfung von PV-Modulen auf ihre Resttragfähigkeit nach Bruch

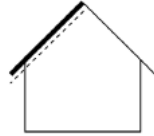

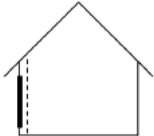
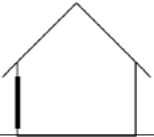

- muss die Temperatur des PV-Moduls für PV-Module, welche auf ihre Tragfähigkeit unter Windlast geprüft werden,  $(65 \pm 2)$  °C betragen. Die Prüfung muss mit einer Windlast durchgeführt werden, die 50 % der Entwurfs-Windlast entspricht;
- muss die Temperatur des PV-Moduls für PV-Module, welche auf ihre Tragfähigkeit unter Schneelast geprüft werden,  $(22 \pm 2)$  °C betragen. Die Prüfung muss mit einer Windlast durchgeführt werden, die 100 % der Entwurfs-Schneelast entspricht.

Genauer Prüfablauf? Alle Scheiben gebrochen? Wie lange wird belastet?

Vertikalverglasungen vgl.OIB RL 4 / B 3716 -> keine Anforderungen (außer f. ESG)

EN 50583-1:2016

**Tabelle 2 – Montagekategorien A – E**

<b>Kategorie A:</b>	<b>schräg, dachintegriert, nicht zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von 0° bis 75° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert, mit einer unterlegten Sperre zum Schutz vor dem Herunterfallen größerer Glasstücke in darunter befindliche zugängliche Bereiche.	
<b>Kategorie B:</b>	<b>schräg, dachintegriert, zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von 0° bis 75° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert.	
<b>Kategorie C:</b>	<b>nicht schräg (vertikal) eingebaut, nicht zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von einschließlich 75° bis einschließlich 90° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert, mit einer hinterlegten Sperre zum Schutz vor dem Hineinfallen größerer Glasstücke oder Personen in angrenzende tiefer gelegene Bereiche im Gebäudeinneren.	
<b>Kategorie D:</b>	<b>nicht schräg (vertikal) eingebaut, zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von einschließlich 75° bis einschließlich 90° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert.	
<b>Kategorie E:</b>	<b>äußerlich integriert, zugänglich oder nicht zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind am Gebäude montiert und bilden eine zusätzliche funktionelle Schicht (wie in 3.1 definiert) außerhalb der Gebäudehülle (z. B. Balkone, Geländer, Rollläden, Markisen, Jalousien, Brise-Soleil, usw.).	

## 4.3.2.3 Zusätzliche Anforderungen für Kategorie A: schräg, dachintegriert, nicht zugänglich vom Gebäudeinneren

**Tabelle 3 – Zusätzliche Anforderungen für BIPV-Module – Kategorie A**

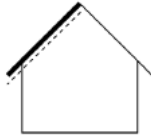
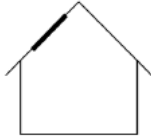

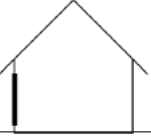
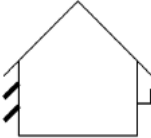
CPR-Anforderungen	Normen, Vorschriften, Prüfverfahren	Bemerkung
1. Mechanische Festigkeit und Standsicherheit		
2. Brandschutz	EN 13501-2	Brandschutzklassifizierung
3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz		
4. Nutzungssicherheit		
5. Schallschutz		
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz	EN 410 und A.3	Berechnung der Eigenschaften von Licht und Solarenergie. Nur anwendbar, wenn die darunter liegende Schicht transparent ist.  Das PV-Modul muss bei Bedingungen mit unterbrochenem Stromkreis charakterisiert werden.
	EN 673 oder EN 674 oder EN 675	Bestimmung der thermischen Eigenschaften von Glas in Gebäuden.  Das PV-Modul muss bei Bedingungen mit unterbrochenem Stromkreis charakterisiert werden.
7. Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen		

keine Anforderungen



EN 50583-1:2016

**Tabelle 2 – Montagekategorien A – E**

<b>Kategorie A:</b>	<b>schräg, dachintegriert, nicht zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von 0° bis 75° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert, mit einer unterlegten Sperre zum Schutz vor dem Herunterfallen größerer Glasstücke in darunter befindliche zugängliche Bereiche.	
<b>Kategorie B:</b>	<b>schräg, dachintegriert, zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von 0° bis 75° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert.	
<b>Kategorie C:</b>	<b>nicht schräg (vertikal) eingebaut, nicht zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von einschließlich 75° bis einschließlich 90° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert, mit einer hinterlegten Sperre zum Schutz vor dem Hineinfallen größerer Glasstücke oder Personen in angrenzende tiefer gelegene Bereiche im Gebäudeinneren.	
<b>Kategorie D:</b>	<b>nicht schräg (vertikal) eingebaut, zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind in einem Winkel von einschließlich 75° bis einschließlich 90° (siehe Bild 1) in die Gebäudehülle montiert.	
<b>Kategorie E:</b>	<b>äußerlich integriert, zugänglich oder nicht zugänglich vom Gebäudeinneren</b>	
	Die PV-Module sind am Gebäude montiert und bilden eine zusätzliche funktionelle Schicht (wie in 3.1 definiert) außerhalb der Gebäudehülle (z. B. Balkone, Geländer, Rollläden, Markisen, Jalousien, Brise-Soleil, usw.).	



**Tabelle 7 – Zusätzliche Anforderungen für BIPV-Module – Kategorie E**

CPR-Anforderungen	Normen, Vorschriften, Prüfverfahren	Bemerkung
1. Mechanische Festigkeit und Standsicherheit		
2. Brandschutz		
3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz		
4. Nutzungssicherheit		Zusätzlich dürfen nationale Vorschriften für absturzsichernde Verglasungen gelten.
5. Schallschutz		
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz	EN 410	Berechnung der Eigenschaften von Licht und Solarenergie. Das PV-Modul muss bei Bedingungen mit unterbrochenem Stromkreis charakterisiert werden.
	EN 14500	Abhängig von der Anwendung
7. Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen		

Horizontalverglasung?!

## 3.1

### gebäudeintegrierte Photovoltaik-Module

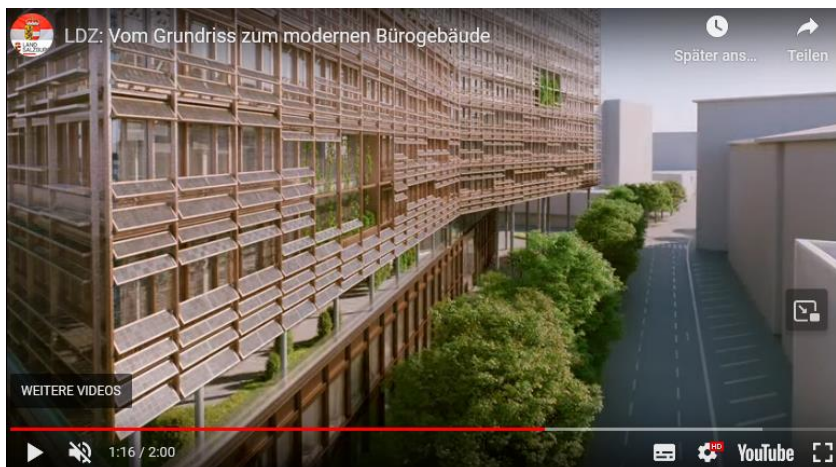
#### BIPV-Module

Photovoltaik-Module gelten als gebäudeintegriert, wenn die PV-Module eine konstruktive Komponente des Gebäudes darstellen und eine der in der Verordnung (EU) für Bauprodukte CPR 89/106/EWG<sup>NT1</sup>) definierten Funktionen erfüllen. Somit ist das BIPV-Modul eine Voraussetzung für die Integrität der Funktionalität von Gebäuden. Wenn das integrierte PV-Modul demontiert wird (im Fall von strukturell eingebundenen Modulen schließt die Demontage das angrenzende Bauprodukt mit ein), müsste das PV-Modul durch ein geeignetes Bauprodukt ersetzt werden.

Die Gebäudelfunktionen im Zusammenhang mit BIPV sind eine oder mehrere der folgenden:

- mechanische Festigkeit und strukturelle Integrität;
- primärer Witterungsschutz: Regen, Schnee, Wind, Hagel;
- Energieeinsparung, wie z. B. Abschattung, Tageslichtbeleuchtung, Wärmedämmung;
- Brandschutz;
- Schallschutz;
- Trennung von Innen- und Außenumgebungen;
- Sicherung, Schutz oder Sicherheit.

Die eigenen elektrotechnischen Eigenschaften von PV, wie z. B. Antennenfunktion, Energieerzeugung und elektromagnetische Abschirmung usw., sind allein nicht ausreichend, um PV-Module als gebäudeintegriert zu qualifizieren.



Keine Anforderung zur Nutzungssicherheit bei Sonnenschutzlamellen?

Achtung – Schnee!



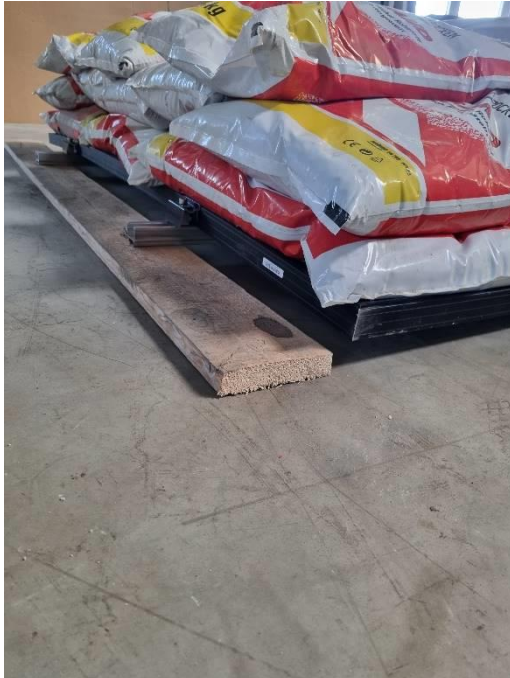
## Statik

IEC 61215:

Mechanical Load

Front Side Max. 5400Pa, Rear Side Max. 2400Pa

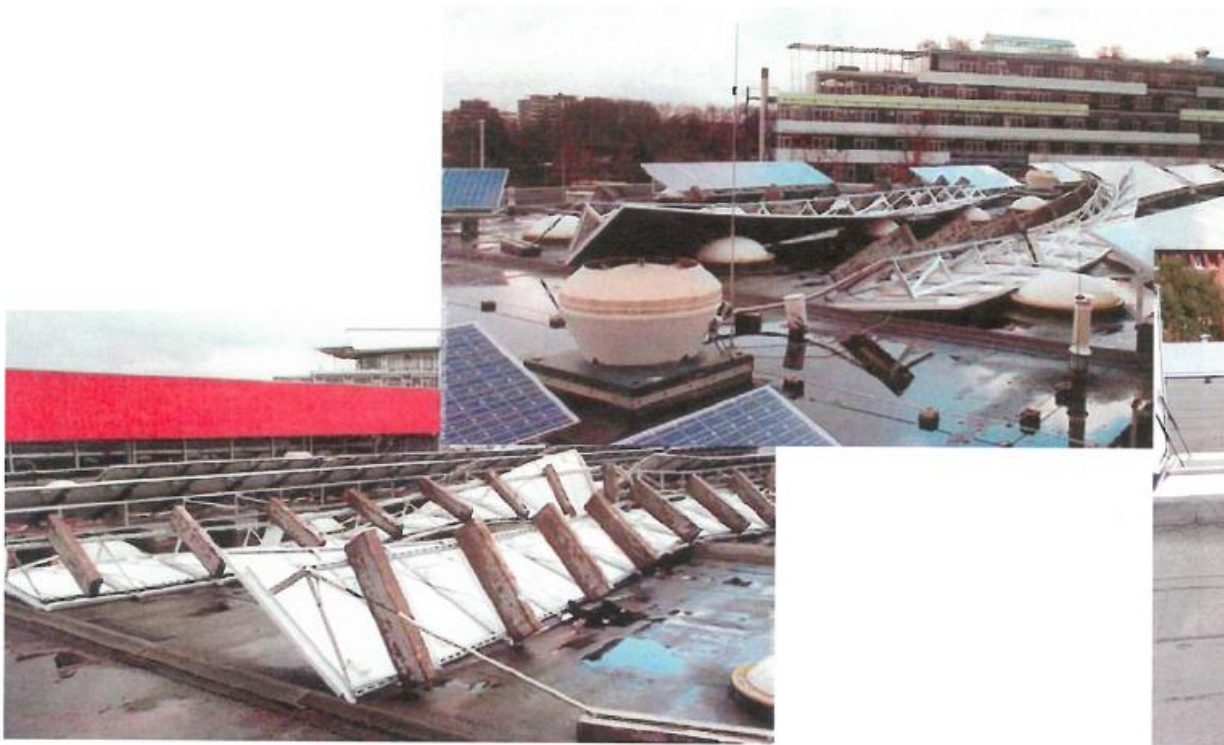
Zellbrüche bereits ab  $2,4 \text{ kN/m}^2$  (=2400Pa)!!





Einbauort: Innerkrems  
 $Sk = 4,2\text{kN/m}^2$







## BIPV SYSTEME



## Indachsysteme

- Ersetzen die Dachhaut
- kleinteilig -> gut bei kleinen Dachflächen
- Homogenes Erscheinungsbild
- Färbige Gestaltung möglich
- Stark wachsender Markt
- Arten
  - Dachziegel
  - Dachplatten
  - Standard Glas/Glas Module

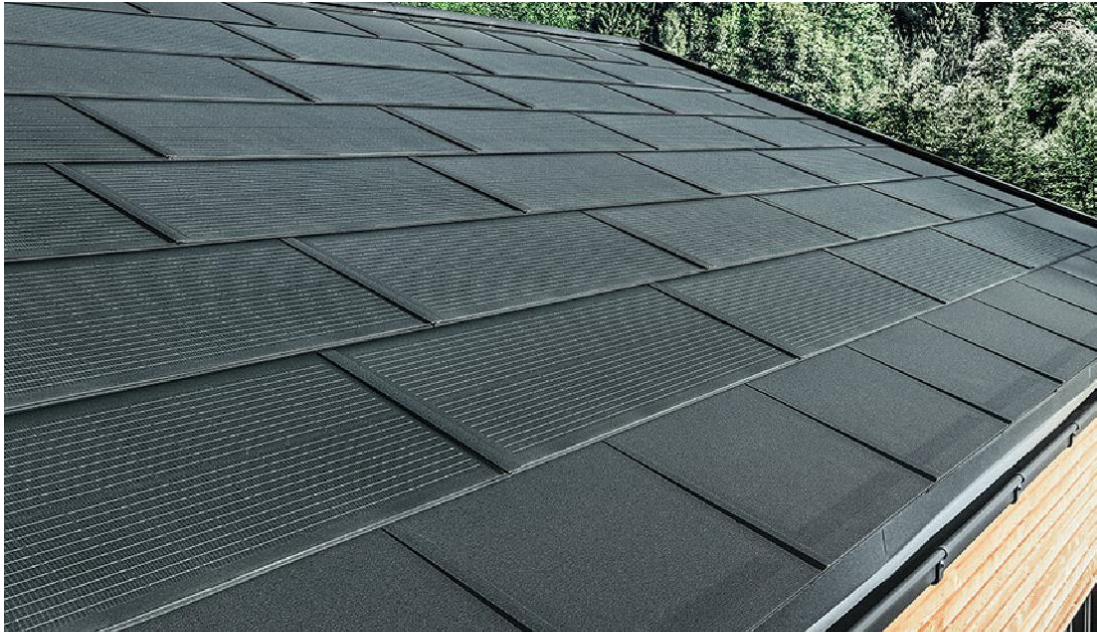
## Solar Dachziegel



### Achtung:

- schwer optimierbar
- viele Steckkontakte

## PV Dachplatten



## friSolar Indach



- Auf Basis friSolar roof
- Ersetzt die Dachhaut
- Wirtschaftlich durch Standardmodule
- Montiert auf bestehende Ziegellattungen
- Sehr hoher Wirkungsgrad
- Hohe Belastbarkeit und Hagelfestigkeit



## friSolar Indach



nach dem Saharasandereignis 03/2022



nach dem Regen

Sehr guter Selbstreinigungseffekt!

## friSolar ROOF



PV-Glasdachsystem für:

- Holz-, Stahl-, Alu-Unterkonstruktion
- Statisch für und Ö und D als Dach ausgelegt
- bifaciale Zelltechnologie ca. 15% mehr Ertrag
- Resthelligkeit

## friSolar ROOF



✓ **keine Querriegel notwendig**  
 durch überlappende Glasmontage

**ZUM PATENT  
 ANGEMELDET**

✓ **einfachste Montage**  
 durch vorgefertigte Bausätze

✓ **ungehinderter Wasserabfluss**  
 ohne Querpressleisten

✓ **für extreme Belastungen**  
 bis 7,2 kN/m<sup>2</sup> Schneelast

✓ **verdeckte Kabelführung**  
 in den Auflagekeilen

Alles aus einer Hand.

**fritsche**  
 Glas • Metall • Kunststoff

**root**  
**friSolar**  
 PHOTOVOLTAIK SYSTEME

Statik nach  
 ONORM B3718  
 DIN 18336

Version 2.0 - 2023

Technikprospekt

**PUR** | grenzenlos elegant  
**4S** | hoch belastbar  
**4S+** | leicht und wirtschaftlich

Johannes Fritsche GmbH | Glas-Metall-Kunststoff | Großhandel | office@fritsche.eu.com | www.fritsche.eu.com

**Montageanleitung** friSolar ROOF  
 Schritt 1  
 Montage der untersten Keile (Traufe)

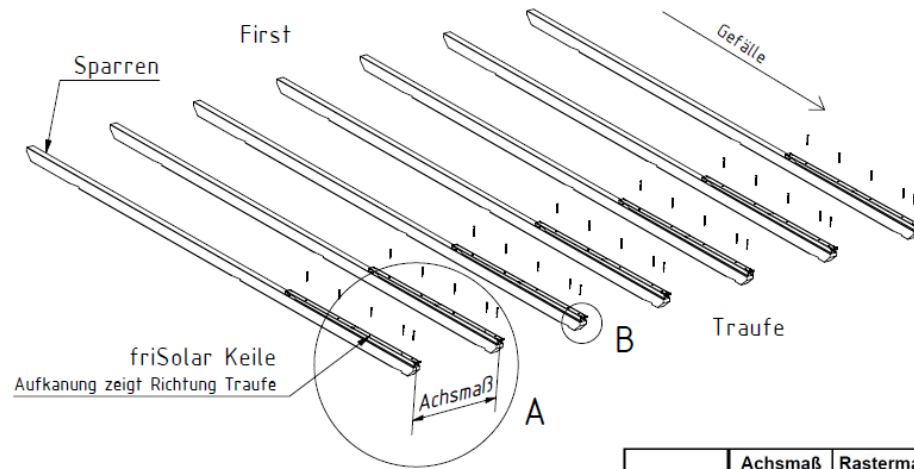
Achtung! Achsmaße lt. Tabelle einhalten +/- 2mm

	Achsmaß	Rastermaß
CP130HG	1116	1053
CP130HG	811	753
CP60	1041	1077
CP72	1041	1087
CP64	1041	1072
CP72-A	1041	1097

Detail: "A" (geprägter Schrauben verschraubt Bausatz)

Detail: "B" (Keile der untersten Reihe OHNE Gerinneabdeckung)

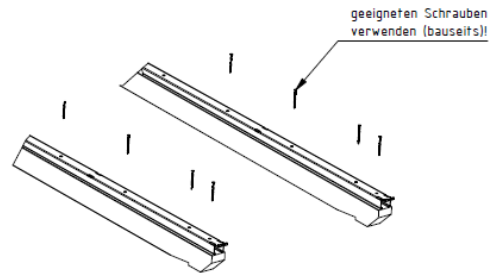
01001



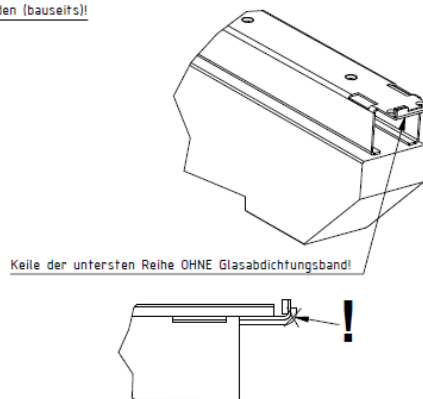
**!**  
Achtung! Achsmaße lt. Tabelle einhalten  $\pm 2\text{mm}$

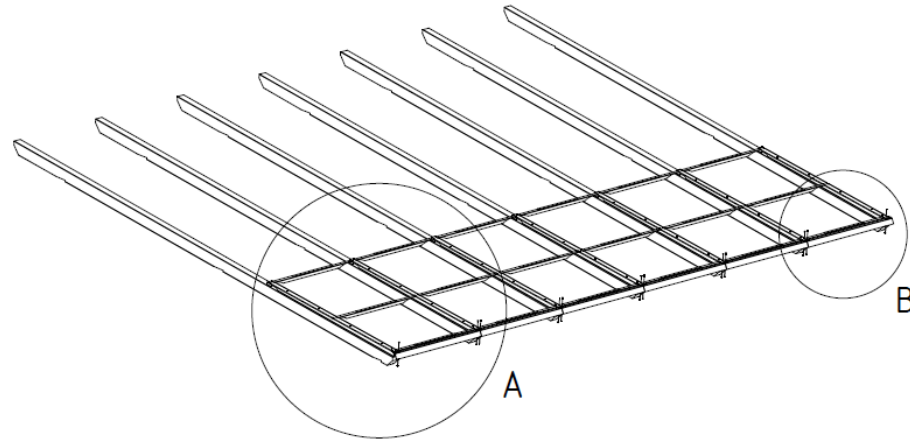
	Achsmaß	Rastermaß
CP132HC	1116	1933
CP88HC	811	1933
CP60	1041	1677
CP72	1041	1997
CP60-4	1041	1677
CP72-4	1041	1997

## Detail: "A"

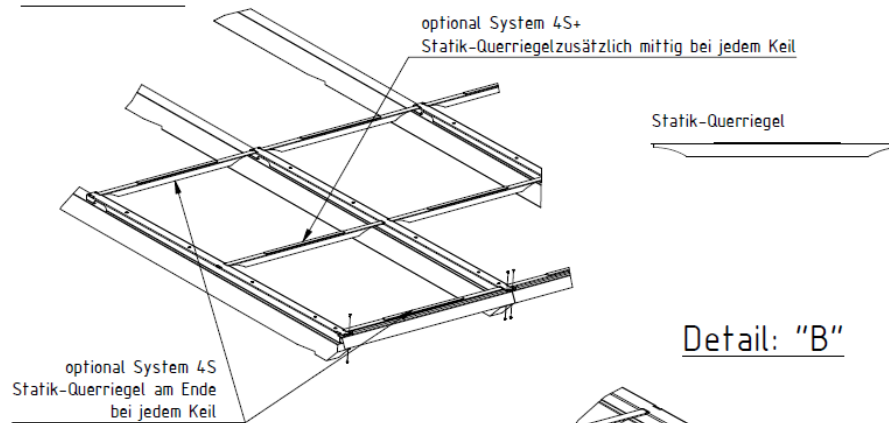


## Detail: "B"

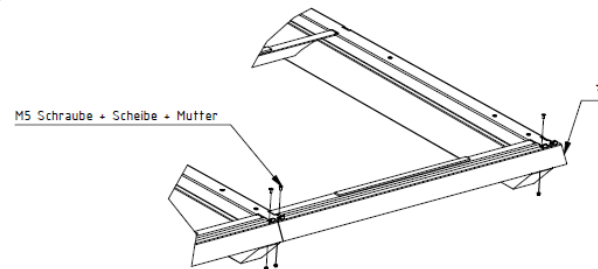




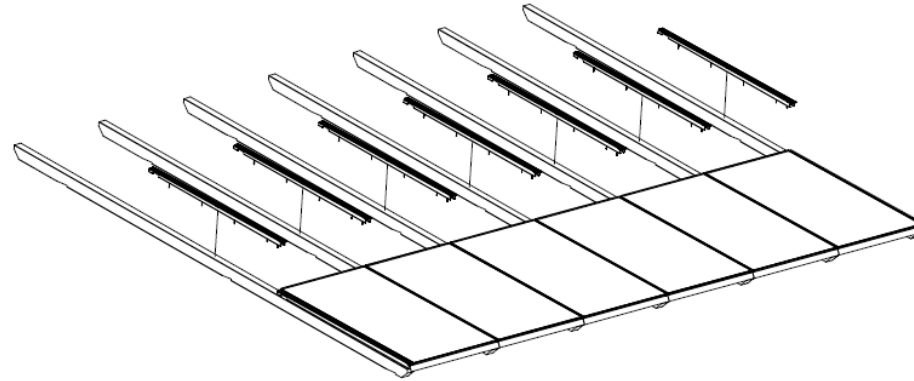
## Detail: "A"



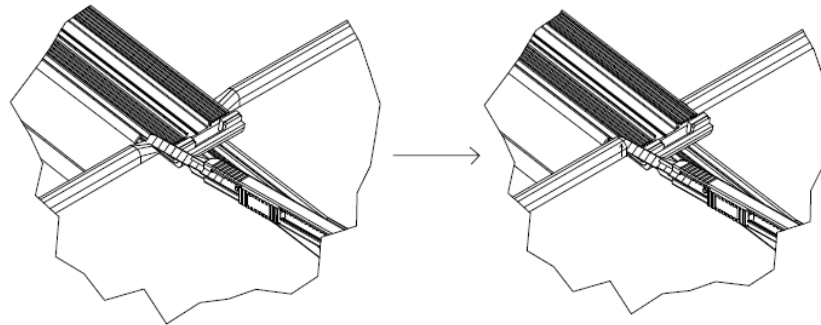
## Detail: "B"



Traubbleche mit M5 Schrauben inkl. Scheibe und Mutter verschrauben und Folie des Klebestreifen entfernen.  
\* Achtung! Seitliche Traubbleche sind länger!

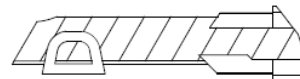


Montage der 2. Keilreihe direkt anstoßend an die untersten Keile und Aufkleben des Auflagegummis.



Glasdichtung mit dem aufliegenden Keil mitgequetscht.

Bündiger (!) Schnitt mit Cuttermesser. Glasdichtung klappt sich auf.

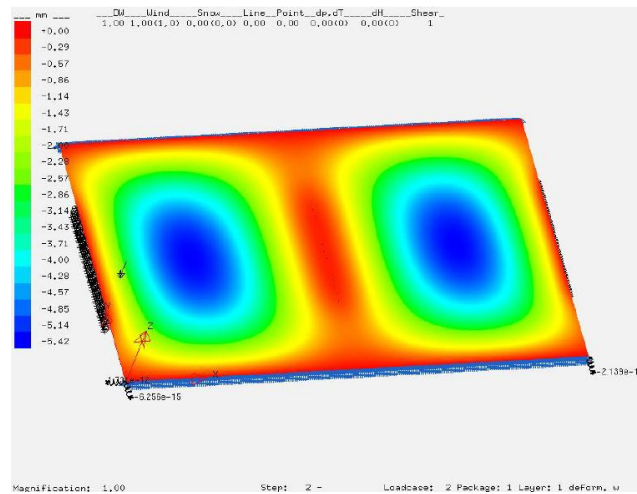
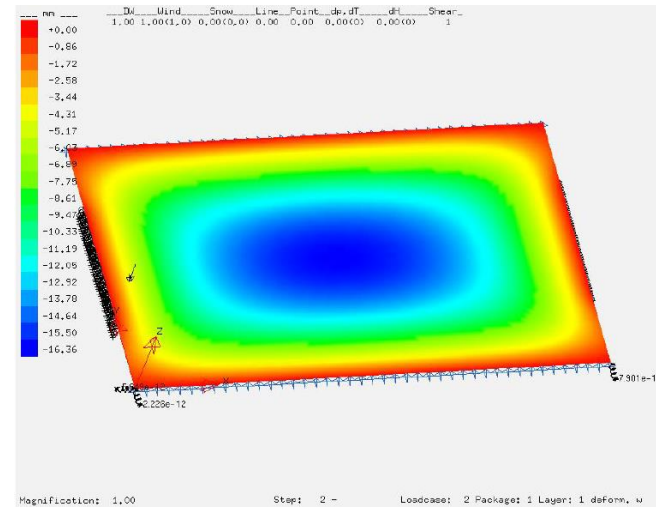
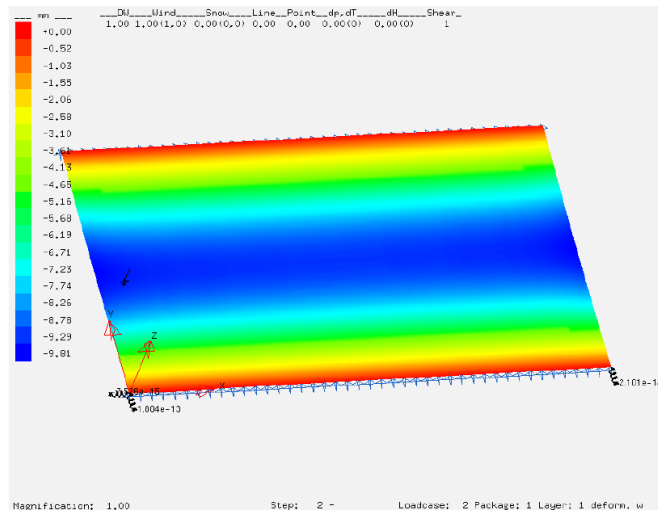


Dichtung nicht komplett durchschneiden!  
Nur bis zum unteren Steg!

## friSolar ROOF



Auflage 2-seitig, 4-seitig oder noch mehr??



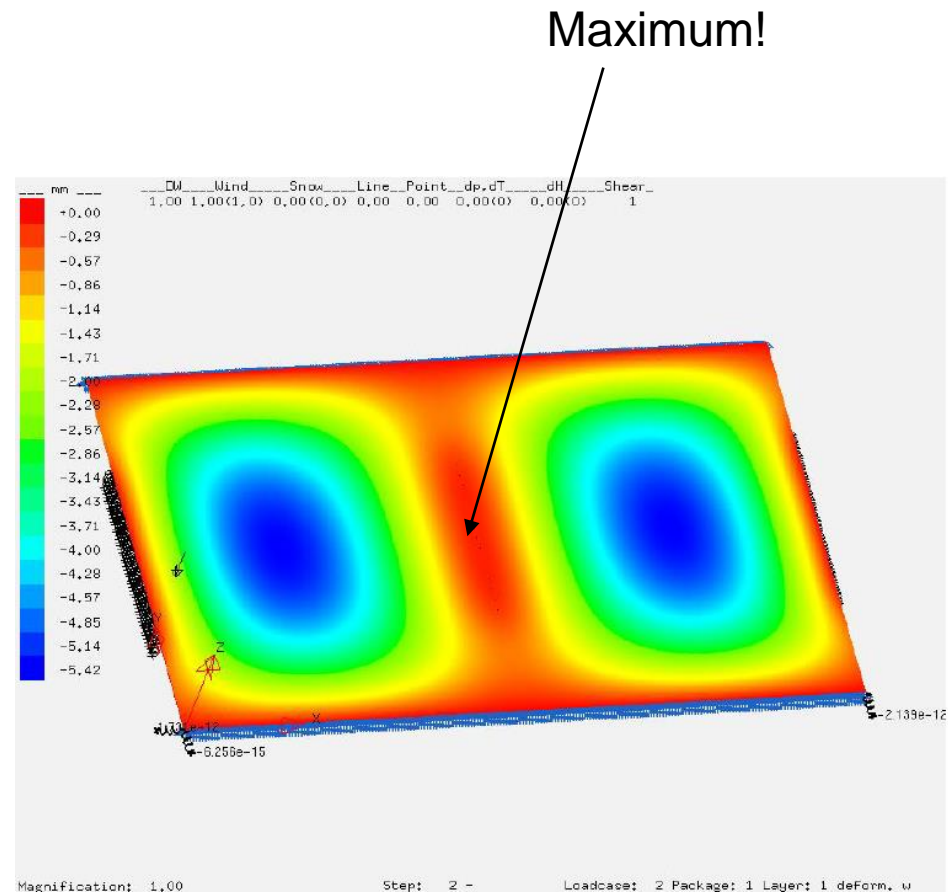


## Bemessungskriterium

2-seitige Auflage: GZG

4-seitige Auflage: GZG

mit Mittenauflage: GZT !!



d.h. bei Anwendung wo die Gebrauchstauglichkeit nicht relevant ist  
 -> besser OHNE zusätzliche Abstützung

Achtung bei Produkten mit zusätzlicher statischer Versteifung!

Glasformat	Lagerungssystem	Aufnehmbare Last gem. DIN 18008 $q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]		Aufnehmbare Last mit Durchbiegungskriterium L/50 $q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
		Drucklast	Zuglast	Drucklast	Zuglast
CP 60-3 995 x 1700 mm 2 x 3 mm TVG	System PUR	0,15	0,63	0,57	1,04
	System 4S	0,84		2,42	
	System 4S+	2,40		2,40	

zB Indach PV

## BV Carport BH Seekirchen





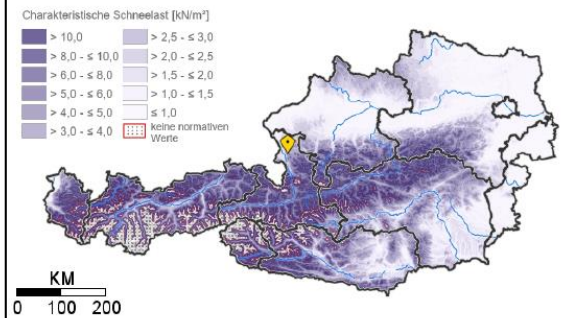
- PV Modul Solarwatt GM 3.0 construct
- 2+2mm Glas/Glas
- Umlaufender Rahmen 40mm
- 1780 x 1052mm
- Auflage des Moduls auf 4 Punkte
- Auskragung ca. 350mm

## Charakteristische Schneelast am Boden $s_k$ (50-jährlich) sowie 25- und 100-jährliche Schneelast ( $s_{25}$ und $s_{100}$ )

Geogr. Länge: 13,12381° O  
Geogr. Breite: 47,88813° N

Seehöhe: 507 m

$s_k$ : 1,9 kN/m<sup>2</sup>  
 $s_{25}$ : 1,5 kN/m<sup>2</sup>  
 $s_{100}$ : 2,4 kN/m<sup>2</sup>



Wind und Schnee:  
max. Druck 2,47 kN/m<sup>2</sup>  
max. Sog -2,39 kN/m<sup>2</sup>

## GZG

- mit Schubverbund  $G=0,4\text{N/mm}^2$
- nicht linear

Minimale und maximale Verformungen w:

Paket	--- Ort ---		Verformung
	x	y	
	mm	mm	mm
1	526.00	930.45	-24.33 (min)
	0.00	0.00	0.00 (max)

$l/100 = -10,5\text{mm} \ll 24,33!!$   
Nachweis nicht möglich

Nachweis Modulrahmen und Tragprofile?

## GZT

- mit Schubverbund  $G=0,4\text{N/mm}^2$
- linear

Maximale Hauptzugspannung:

Paket	Schicht	x	y	$\sigma$	$\sigma$ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	1046.35	5.73	95.86	95.86
	(unten)	5.65	5.73	76.94	
1	1 (oben)	1046.35	1774.27	59.64	128.65
	(unten)	526.00	909.70	128.65	

Auf Anfrage an Anywhere Solar und dem Elektroplaner:  
-> leider keine Antwort (!)

Gelebte Praxis?

**Zertifizierte mechanische  
Belastbarkeit nach IEC 61215**

Soglast bis 3.600 Pa (Testlast 5.400 Pa)  
Auflast bis 8.100 Pa (Testlast 12.150 Pa)

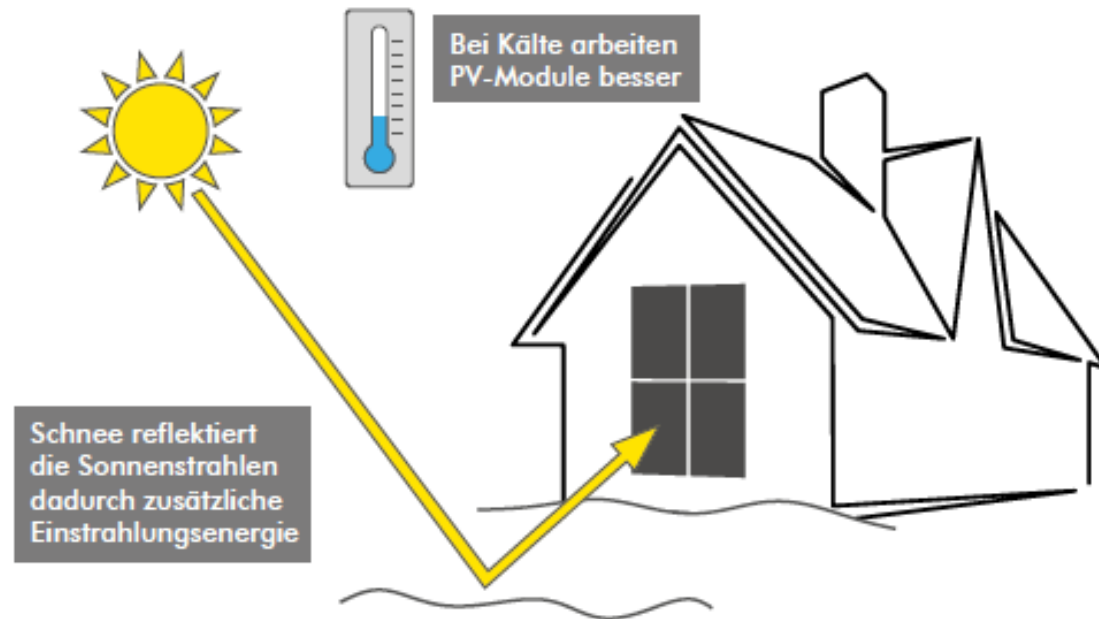
## Photovoltaik Fassaden





## **Vertikale Photovoltaik Systeme**

- vertikale PV Systeme bleiben schneefrei und sind witterungsfest
- Schnee kann Sonnenstrahlen Richtung PV reflektieren
- Sonne steht in den kalten Jahreszeiten tief (optimaler Einfallswinkel)
- je kälter desto besser arbeitet eine PV (ca. +4% Ertrag/-10° C)



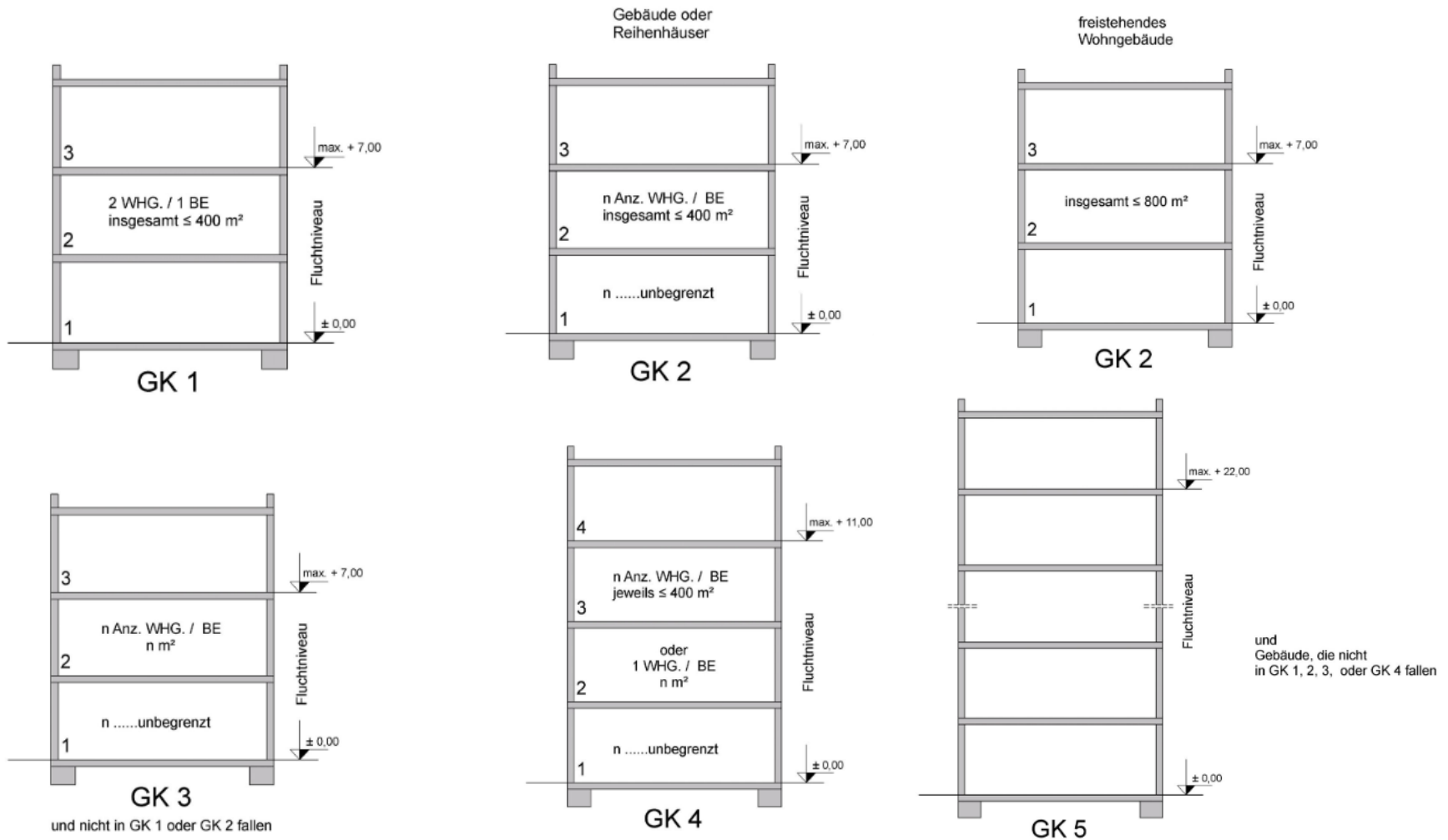
## Herausforderung

- Multifunktional (Stromerzeugung, Wetterschutz, Bauphysik, Dichtheit, Ästhetik...)
- Wärmedämmung
- OIB RL4 (herabstürzende Teile)
- Blendung
- Statik (Windlast etc.)
- **OIB RL 2(Brandschutz!!)**
- ...

**Tabelle 1a: Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten**

Gebäudeklassen (GK)	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	
					≤ 6 oberirdische Geschoße	> 6 oberirdische Geschoße
<b>1 Fassaden</b>						
1.1 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme	E	D	D	C-d1	C-d1	C-d1
1.2 Fassadensysteme, vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete						
1.2.1 Gesamtsystem <i>oder</i>	E	D-d1	D-d1	B-d1 <sup>(1)</sup>	B-d1 <sup>(1)</sup>	B-d1
1.2.2 Einzelkomponenten						
- Außenschicht	E	D	D	A2-d1 <sup>(2)</sup>	A2-d1 <sup>(2)</sup>	A2-d1 <sup>(3)</sup>
- Unterkonstruktion stabförmig / punktförmig	E / E	D / D	D / A2	D / A2	D / A2	C / A2
- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	E	D	D	B <sup>(2)</sup>	B <sup>(2)</sup>	B <sup>(3)</sup>
1.3 Vorhangfassaden - Einzelkomponenten						
- Profil (Rahmen, Pfosten oder Riegel)	E	D	D	D	D <sup>(12)</sup>	A2
- Ausfachung als Verglasung	E	D	D	C-d2	B-d1	B-d1
- Ausfachung als Paneel	E	D	D	A2-d1 <sup>(12,13)</sup>	A2-d1 <sup>(12,13)</sup>	A2-d1
- Abdichtung zwischen Ausfachung und Profil	E	E	E	E	E	E
- Beschichtung (sofern nicht mit Profil oder Ausfachung mitgeprüft)	E	D	D	D	B	B
1.4 Sonstige Außenwandbekleidungen oder –beläge sowie nichttragende Außenbauteile	E	D-d1	D-d1	B-d1 <sup>(4)</sup>	B-d1 <sup>(4)</sup>	B-d1
1.5 Gebäudetrennfugenmaterial	E	E	E	A2	A2	A2
1.6 Geländerfüllungen bei Balkonen, Loggien u. dgl.	-	-	-	B <sup>(4)</sup>	B <sup>(4)</sup>	B

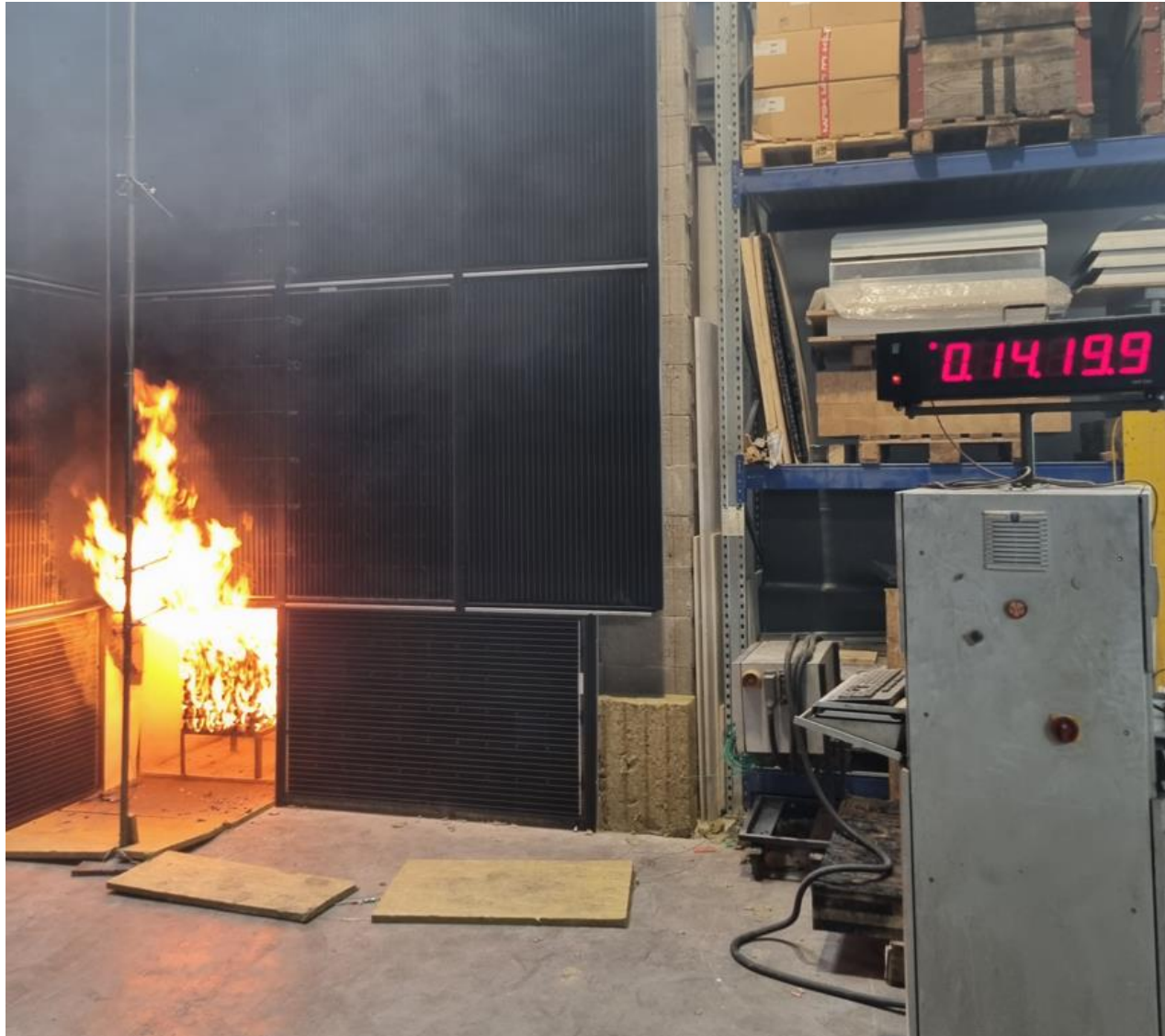
## Gebäudeklassen



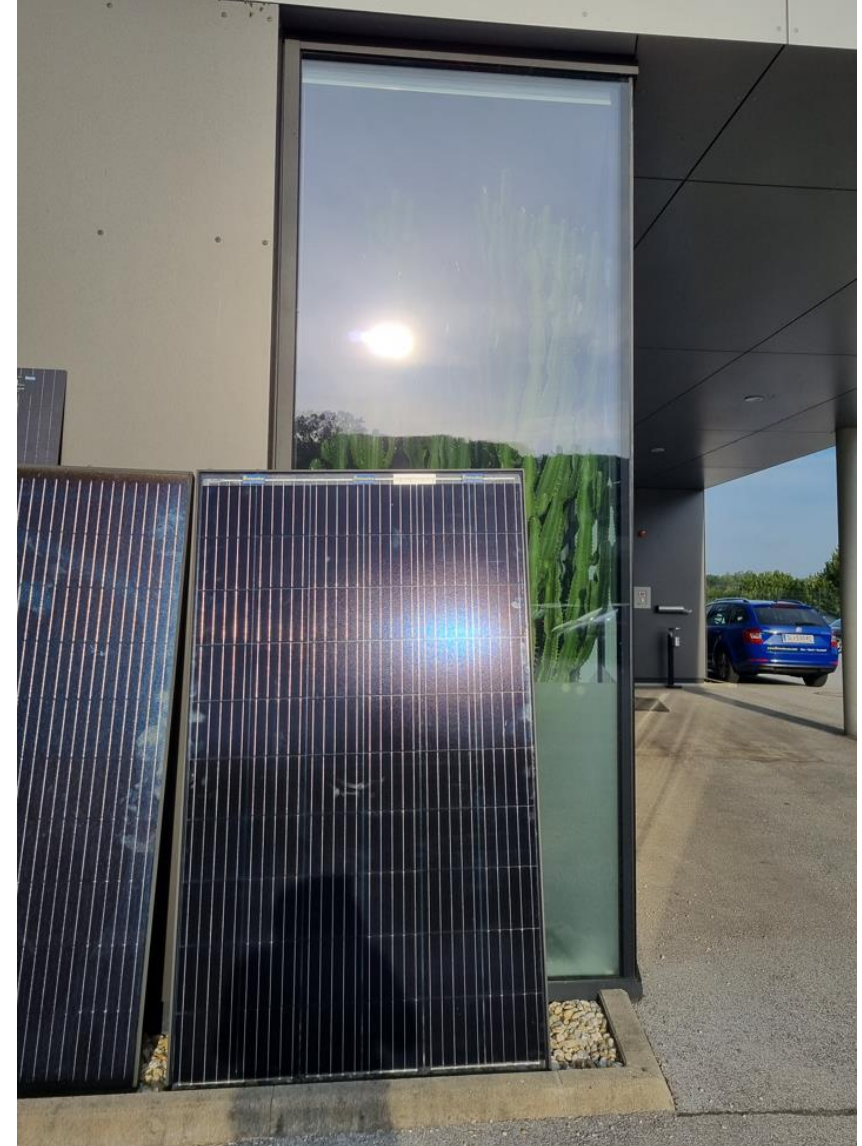
## Brandtest nach EN13501 (SBI Test)



## Fassadenbrandtest nach ÖNORM B3800-5



## Blendung



## Verschiedene Ansätze

- mit individuell gefertigten Glas/Glas Modulen
- mit Standard Glas/Glas Modulen
- mit Standard gerahmten Glas/Glas Modulen



## Individuelle PV Fassade

- Individuelle Optik und Abmessung
- Materialpreis ca. 500 – 700 €/m<sup>2</sup>
- Aufwändige Planung
- Geringer Ertrag ca. 100 – 160 Wp/m<sup>2</sup>
- I .d. R. nicht brandgeprüft!



## PV Fassade mit Standard Glas/Glas Module



- Individuelle Optik
- Materialpreis ca. 300 – 400 €/m<sup>2</sup>
- Geringer Ertrag ca. 120 – 160 Wp/m<sup>2</sup>
- I .d. R. nicht brandgeprüft!

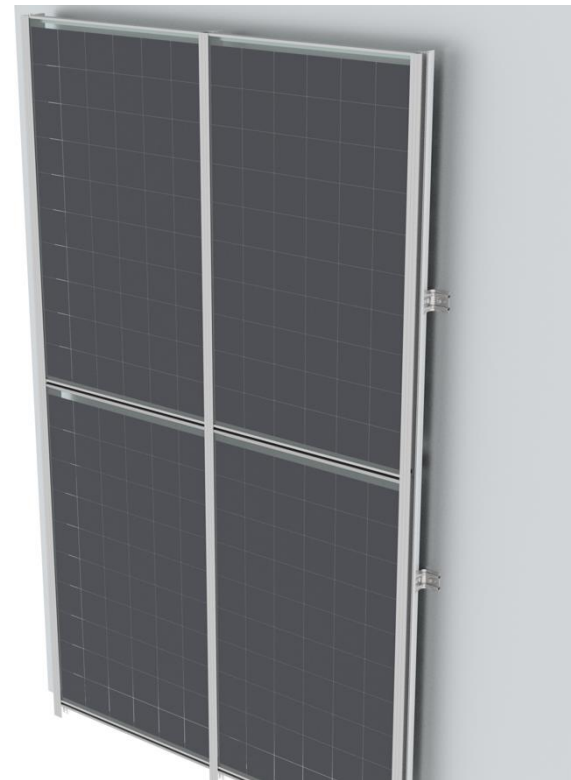
Passfelder mit Blindmodule oder Fassadenplatten



## PV Fassade mit Standard gerahmten Glas/Glas Modulen

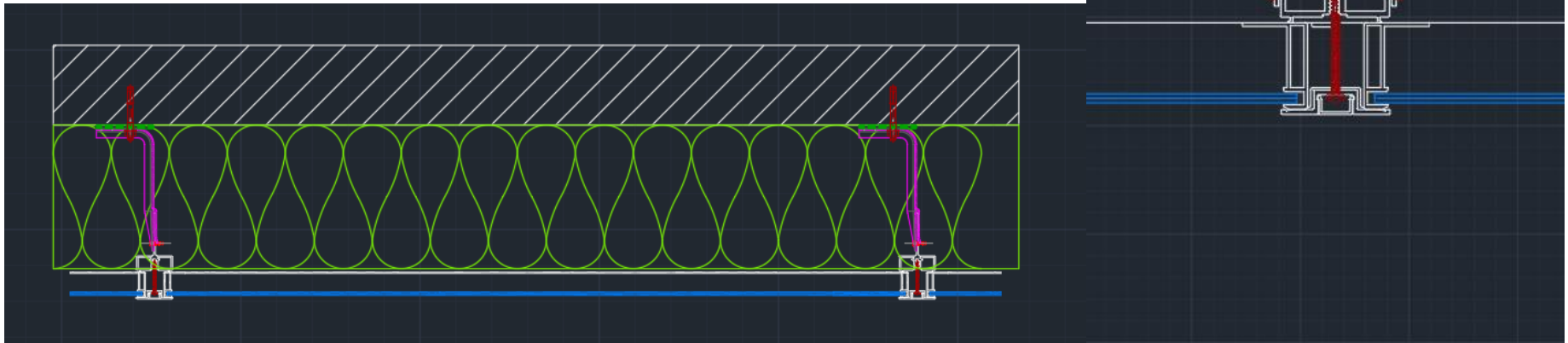


- Photovoltaik Fassade mit Standardpaneele
- sehr wirtschaftlich
- Hohe Erträge im Winter
- Geprüft nach EN13501 und B3800-5



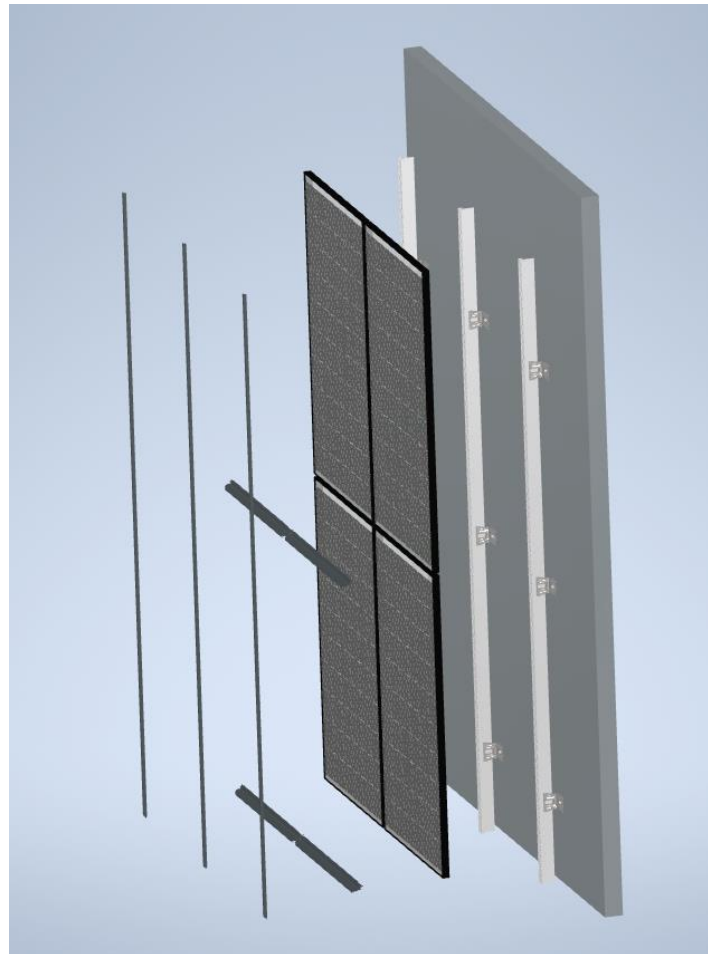
## friSolar WALL

- Als neue VHF Fassade
- Als Sanierungslösung
- Auf bestehende Fassaden
- Preis ca. wie HPL Fassade

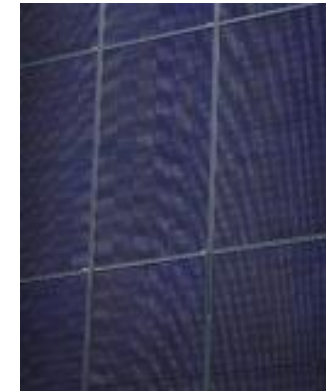
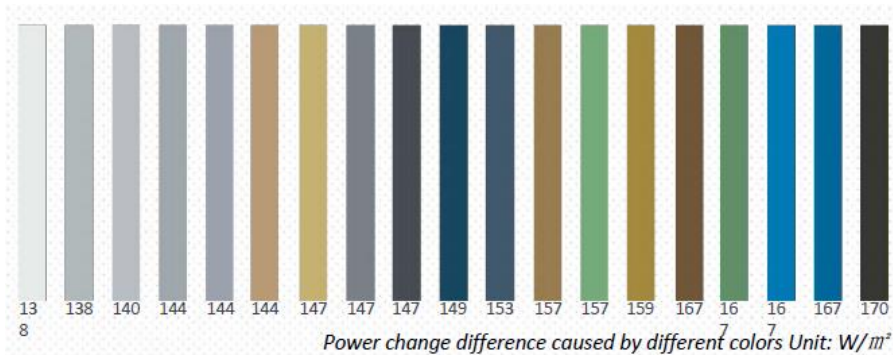


## friSolar WALL

- Als Baukastensystem fertig zugeschnitten und bearbeitet



## Vergleich Erträge



derzeit ca. 220Wp/m²

PV Fassade mit individuell gefertigten  
Glas/Glas Modulen  
oder mit Standard Glas/Glas Modulen -  
färbig

mit Standard gerahmten Glas/Glas  
Modulen - dunkel

## **Amortisationsbeispiel:**

- ▶ *friSolar wall, Süd-Ausrichtung*  
*Ertrag pro m<sup>2</sup> ca. 155 kWh/Jahr*  
*= € 42,63/Jahr/m<sup>2</sup> Ertrag\**

*Bei 20 m<sup>2</sup> Fassade in 20 Jahren*  
*ca. € 17.000,- Ertrag!*

- ▶ *Aufpreis auf Alu-Verbundplattenfassade:*  
*ca. € 100,-/m<sup>2</sup>*
- ▶ *Amortisationszeit: nur ca. 2,4 Jahre!*

- ▶ *CO<sub>2</sub> Einsparung ca. 28.000 kg!\*\**
- ▶ *förderfähig!*

\* Beispiel gerechnet mit üblichen Einstrahlungswerten in Salzburg, 50% Eigenverbrauch, 40 Cent/kWh Bezugspreis, 15 Cent/kWh Einspeisetarif. \*\* Energiemix Deutschland ca. 420 g CO<sub>2</sub>/kWh

## Statik bei Fassaden mit 2+2mm Standardmodul – Beispiel Projekt Würth

### 2.1 Belegungsplan der PV-Module am Gebäude 113

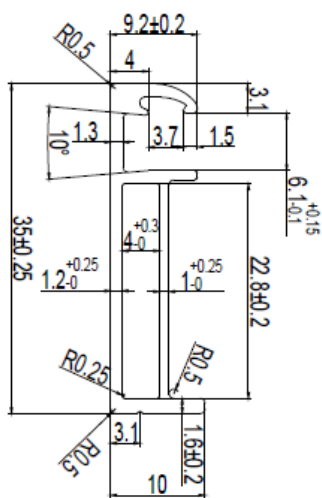


gesamt ca. 1MWp Leistung

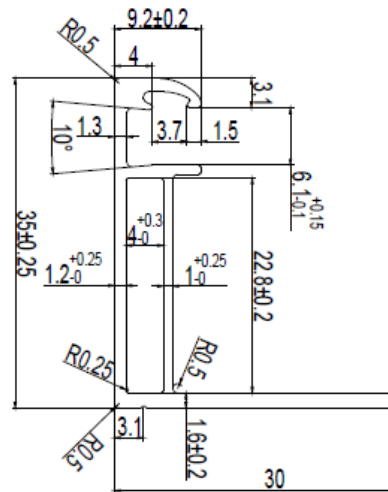


- Windlast:  $w_k = -1,41 \text{ kN/m}^2$
- Modul: friSolar 430Wp Topcon, 2+2mm Glas/Glas, 1134 x 1722mm
- NUR VG -> kein Schubverbund
- Berechnung geometrisch nicht linear
- vBG erforderlich

branchenübliche Systeme nur linienförmige Auflage über lange Kante!



kurze Kante

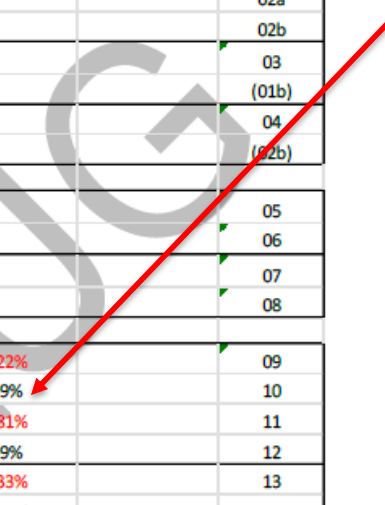


lange Kante

## 7 Zusammenfassung der Ergebnisse

			Wind $w_k$	Ausnutzung GZT Glas	Ausnutzung GZG Glas	Ausnutzung GZT PV-Rahmen	Ausnutzung GZT Fugenprofil	Variante	
			$kN/m^2$						
2-seitige Linienlagerung	$f_k = 75 N/mm^2$	$G = 0,0 N/mm^2$	0,29	100%	431%			01a	
		$G = 0,0 N/mm^2$	0,14	50%	100%			01b	
		$G = 0,4 N/mm^2$	0,74	100%	190%			02a	
		$G = 0,4 N/mm^2$	0,54	74%	100%			02b	
	$f_k = 90 N/mm^2$	$G = 0,0 N/mm^2$	0,35	100%	622%			03	
		$G = 0,0 N/mm^2$	0,14	50%	100%			(01b)	
		$G = 0,4 N/mm^2$	0,89	100%	276%			04	
		$G = 0,4 N/mm^2$	0,54	74%	100%			(02b)	
4-seitige Linienlagerung	$f_k = 75 N/mm^2$	$G = 0,0 N/mm^2$	1,23	100%	62%			05	
		$G = 0,4 N/mm^2$	1,70	100%	58%			06	
	$f_k = 90 N/mm^2$	$G = 0,0 N/mm^2$	1,48	100%	74%			07	
		$G = 0,4 N/mm^2$	2,00	100%	70%			08	
2-seitige Linienlagerung mit Randbalken (PV-Rahmen ohne Fugenprofil)	$f_k = 75 N/mm^2$	$G = 0,0 N/mm^2$	-1,31	59%	100%	122%		09	
		$G = 0,0 N/mm^2$	-1,12	49%	81%	99%		10	
		$G = 0,0 N/mm^2$	1,26	57%	100%	181%		11	
		$G = 0,0 N/mm^2$	0,80	36%	55%	99%		12	
		$G = 0,4 N/mm^2$	-1,74	68%	100%	133%		13	
		$G = 0,4 N/mm^2$	-1,39	53%	71%	100%		14	
		$G = 0,4 N/mm^2$	1,68	69%	100%	195%		15	
		$G = 0,4 N/mm^2$	0,99	42%	45%	100%		16	
2-seitige Linienlagerung mit Randbalken (PV-Rahmen mit Fugenprofil)	$f_k = 75 N/mm^2$	$G = 0,0 N/mm^2$	-1,67	100%	90%	40%	88%	17	
		$G = 0,0 N/mm^2$	-1,84	107%	100%	45%	100%	18	
		$G = 0,0 N/mm^2$	1,71	100%	93%	61%	118%	19	
		$G = 0,0 N/mm^2$	1,50	92%	81%	51%	100%	20	
	$f_k = 90 N/mm^2$	$G = 0,4 N/mm^2$							
		$G = 0,4 N/mm^2$							
		$G = 0,4 N/mm^2$							
		$G = 0,4 N/mm^2$							
		$G = 0,0 N/mm^2$							
		$G = 0,0 N/mm^2$							

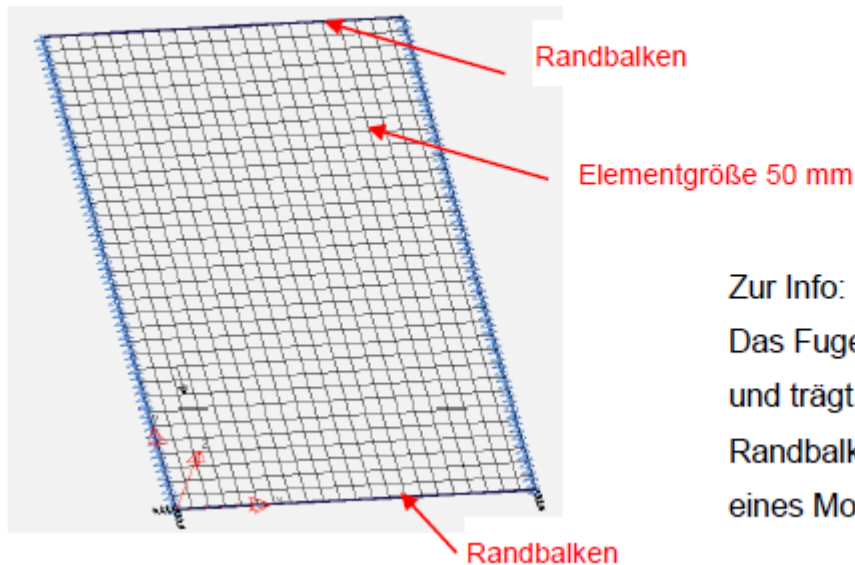
1,12 < 1,41



## Statischer Ansatz:

- 2-seitige Auflage mit Randbalken
- Mindesteinstand >5mm
- Verklebung Glas mit Rahmen nicht berücksichtigen – keine Langzeitwerte

## FEM-Netz:

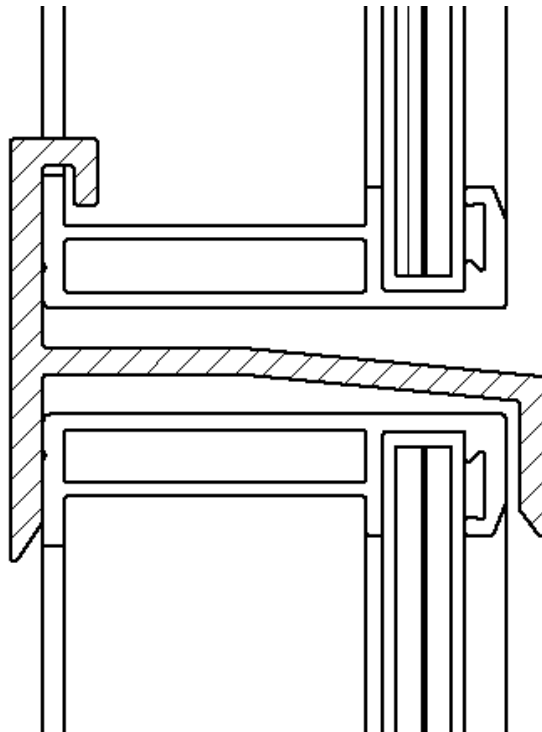


## Zur Info:

Das Fugenprofil sitzt zwischen zwei Modulen und trägt bei beiden zur Steifigkeit des Randbalkens bei. Daher wird für die Bemessung eines Moduls nur die Hälfte angesetzt.

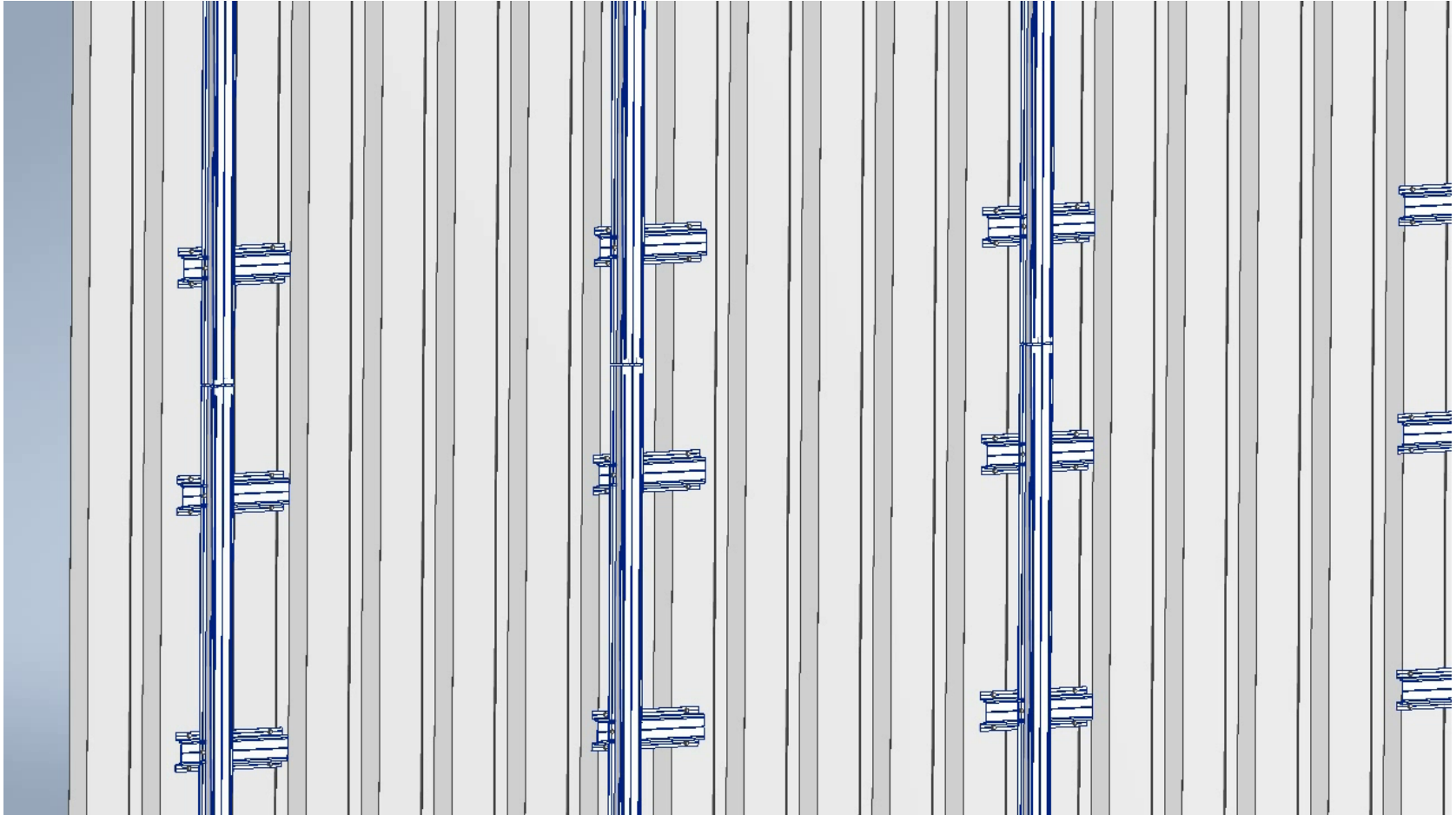
Verstärkung des PV Rahmens notwendig!

- Optimales Verhältnis Flächenträgheitsmoment
- kein Profil darf zu viel Last an sich ziehen



Vorteile:

- statische Verstärkung
- Montagehilfe
- verbessertes Brandverhalten
- geschlossene Fassade
- Eigengewichtsbtragung



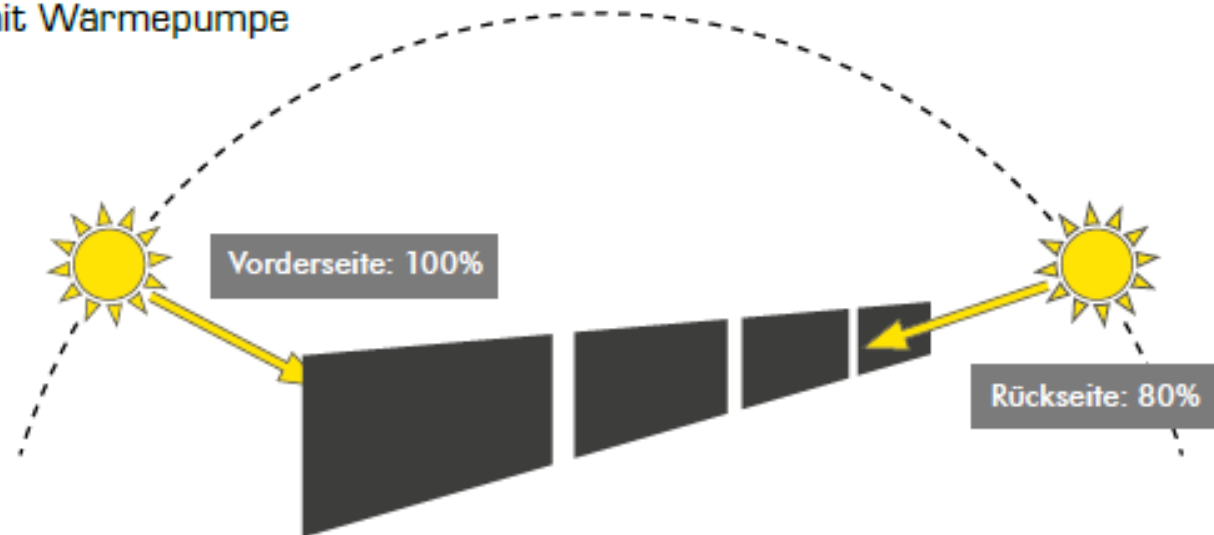
## friSolar Geländer



- PV Nurglasgeländer oder Alu Steher
- Komplett verdeckt verkabelt
- Vorgefertigt als Bausatz geliefert
- Absturzsichernde Verglasung nach ÖNORM B3716
- Bifaciale Zelltechnologie für bis zu 25% Mehrertrag

## ***Bifaciale Zelltechnologie***

- bifaciale Zelltechnologie ermöglicht bei Balkonen und Zäunen einen Energiegewinn von bis zu +30%
- optimal für Ost-West Anlagen
- ideale Kombination mit Wärmepumpe

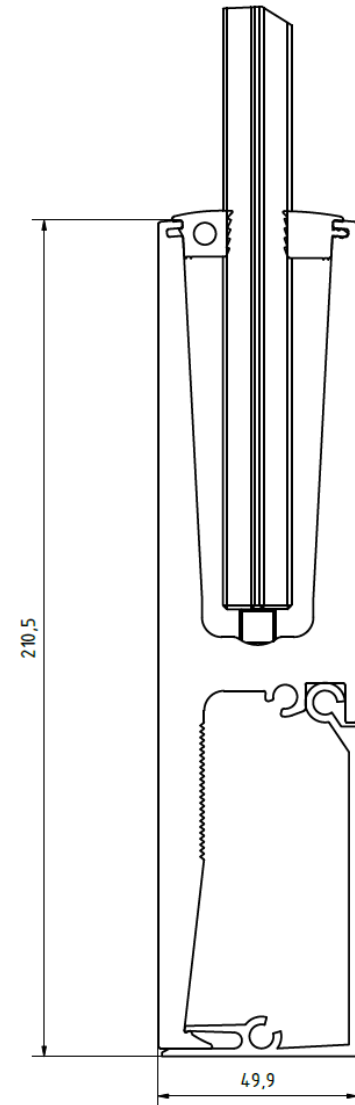
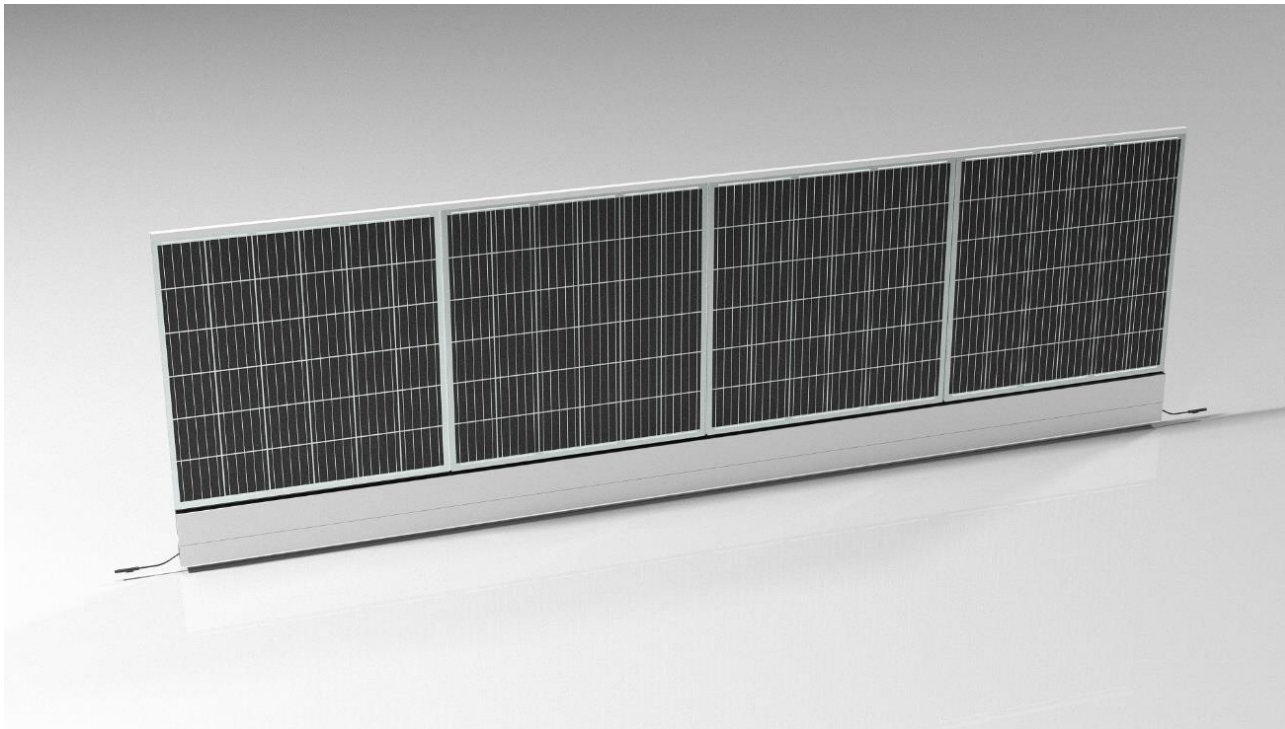


## friSolar Geländer





## friSolar Railing Pure



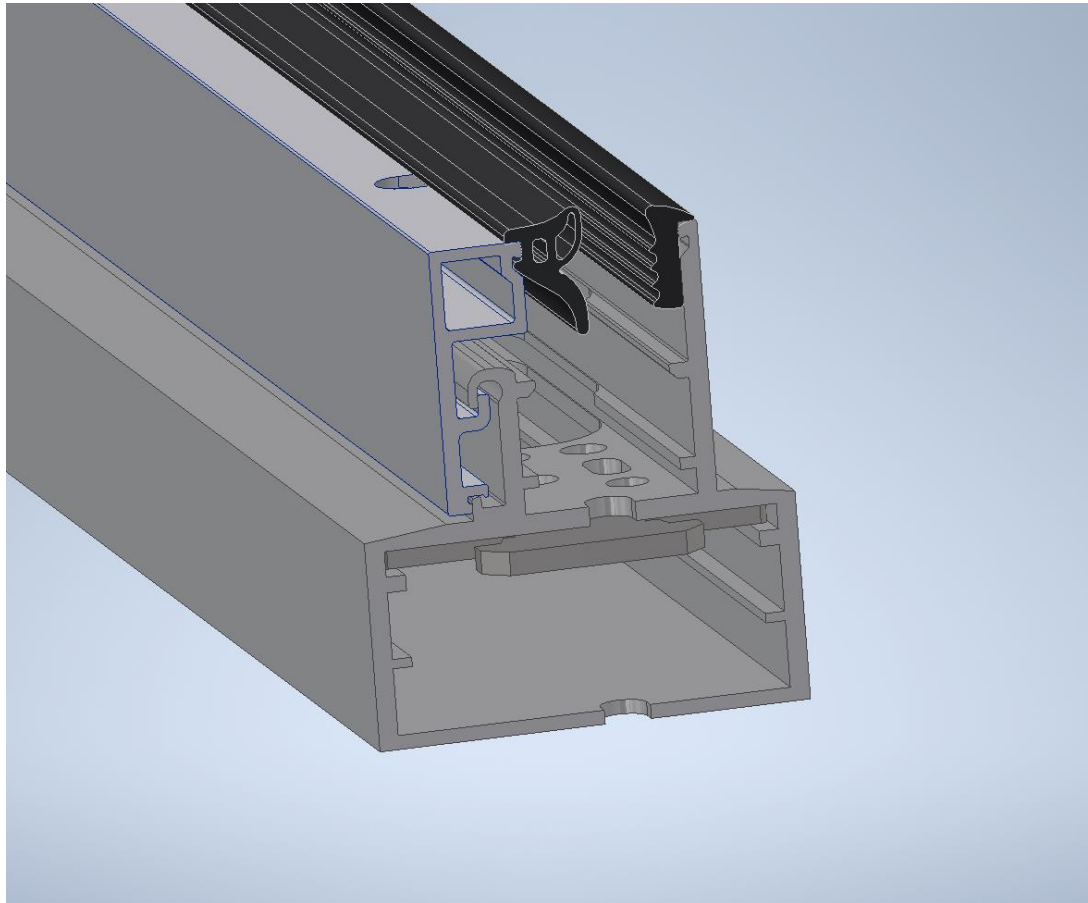
## friSolar Railing Classic

- PV Geländer mit Handlauf





## Anspruchsvolle Profilgeometrie für verdeckte Kabelführung





Auftraggeber  
Client Julius Fritsche GmbH  
Gewerbepark 3, 5102 Anthering, Österreich

---

Identifikation  
Identification friSolar Solitek B.60

Bezeichnung  
Designation PV-Modul als Geländerausfachung / PV module used as a railing infill

Abmessungen Glas  
Dimensions of  
glazing Breite / Width 1770 mm  
Höhe / Height 1049 mm

Rahmenmaterial  
Frame material Aluminium

2x3mm ESG!!

Füllelement  
Filling element friSolar Solitek B.60

Profilsystem  
Profile system friSolar railing classic  
friSolar railing classic

Glaslagerung  
Glass support Zweiseitig horizontal  
Two-sided horizontal




---

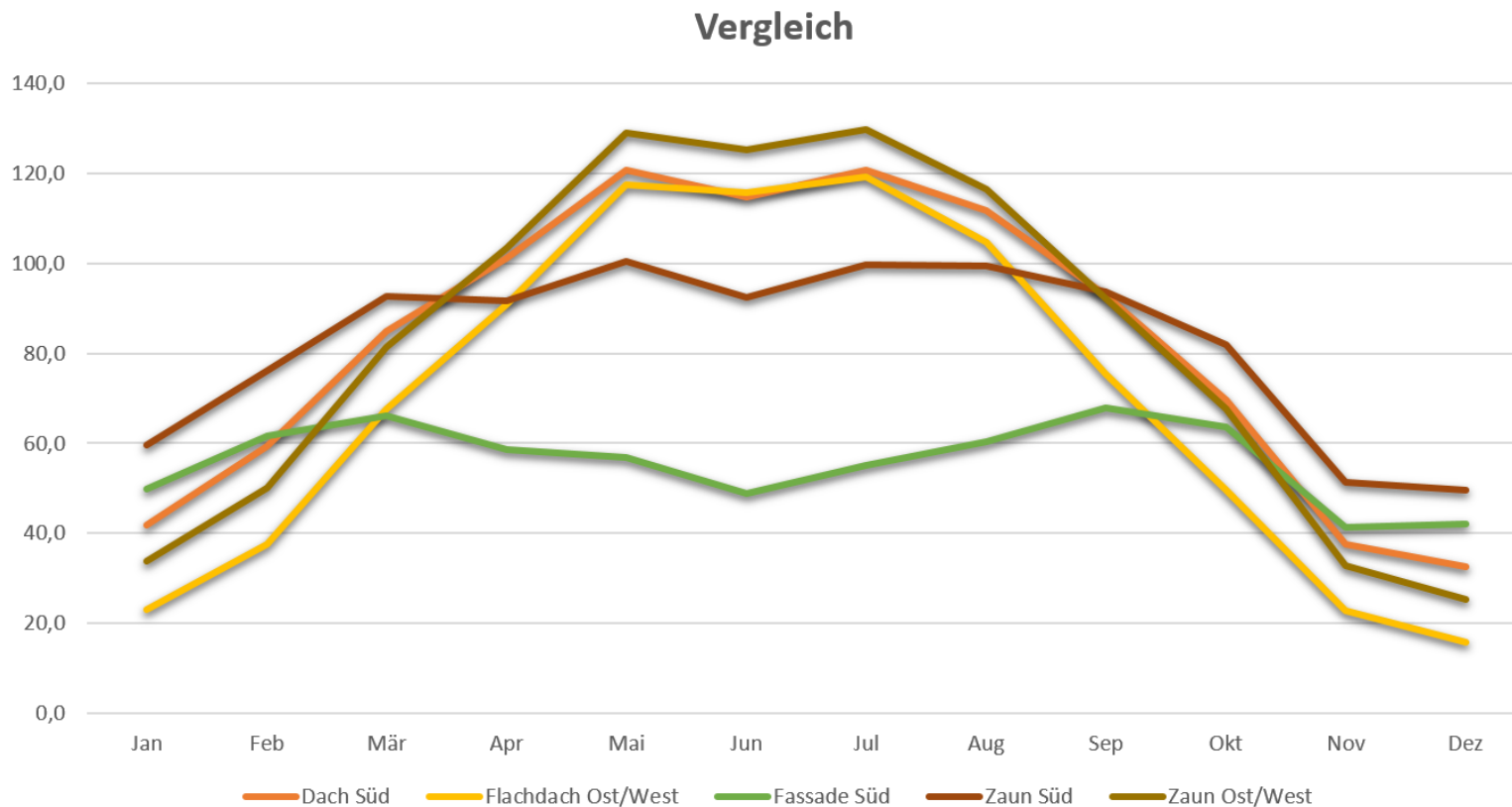
### Einstufung Prüfelement lt. Angabe Hersteller / Grading test element acc. to manufacturer

Rahmenabmessungen Frame dimensions		Glasabmessungen Glass dimensions		Fallhöhe Drop Hight
Breite / Width	1990 mm	Breite / Width	1770 mm	<b>450 mm</b>
Höhe / Hight	1119 mm	Höhe / Hight	1049 mm	

Die Geländerausfachung friSolar Solitek B.60 erfüllt die Kriterien der ÖNORM B 3716-3 für eine maximale Pendelfallhöhe von 450 mm.

## friSolar Geländer

- Ideal in Kombination mit Wärmepumpen
- Hohe Erträge im Winter



## friSolar Zaun

- Für Heimanwendung oder Agrar





Zum Schluss:

- PV wird bzw. ist Bestandteil von Glasanwendungen
- fachübergreifende Kompetenzen notwendig
- Normung / Regelwerke müssen mit technologischen Fortschritt mithalten
- schnelle Zulassungsverfahren notwendig

ganz zum Schluss:



KI generiertes Bild: DALL-E Eingabe: “a picture that shows the importance of photovoltaics in the future for the fight against the climate change”

-> Sich nur auf die Technik und Innovation verlassen ist ein schlechter Ansatz!

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Mehr Informationen über die Firma Fritsche, sowie über unsere  
Produkte finden Sie im Internet unter:

**[www.fritsche.eu.com](http://www.fritsche.eu.com)**