





## Überblick

- **Einleitung**
- **Notwendigkeit von PV im Denkmalschutz**
  - **Ist es tatsächlich notwendig**
  - **Möglichkeiten zur Umsetzung**
- **Unterstützung**





## PV im Denkmalschutz

### Ist dies überhaupt notwendig?

- ✓ Heizungen: neue Heizung ab 2028 mit min. 65% EE
- ✓ Heizöl wird teuer – CO<sub>2</sub>-Steuer und Bio-Öl Anteil steigen
- ✓ Strom wird DIE Energiequelle im Wohngebäudebereich
  - Wärmepumpen werden überwiegend eingesetzt
  - E-Mobilität wird den Verkehrssektor dominieren
- ✓ Fernwärme wird einzige Option zur Wärmepumpe bleiben
  - **Druck auf Nutzung erneuerbarer Energien wird zunehmen, Wärmenetze gewinnen an Bedeutung**





## PV im Denkmalschutz

### Ist dies überhaupt notwendig? - JA

- ✓ Kann ich dem Bürger die eigene Energieerzeugung verwehren?
- ✓ Der Denkmalschutz hat einen außerordentlich hohen Stellenwert
- ✓ Gibt es Lösungen welche beides in Einklang bringen?
- ✓ Es wird nach wie vor eine Einzelfallentscheidung bleiben
- ✓ Wichtig ist, dass es unterschiedliche Lösungsansätze gibt, um die für den Einzelfall beste Lösung zu erhalten





## Überblick

- **Einleitung**
- **Notwendigkeit von PV im Denkmalschutz**
  - Ist es tatsächlich notwendig
  - Möglichkeiten zur Umsetzung
- **Unterstützung**





## PV im Denkmalschutz

### **PV im Denkmalschutz ist kostenintensiver als „Standard-PV“**

- ✓ Dennoch ist auch PV im Denkmalschutz rentabel
- ✓ **Wichtig** ist dafür aber keine Potentiale zu verschenken
  - Qualität und damit Lebensdauer
  - begrenzte Flächen gut ausnutzen
  - Wartungsfreundlichkeit
  - Reparaturfreundlichkeit
- ✓ Standardlösungen bleiben selten
- ✓ Produktvielfalt entsteht
- ✓ Der Einzelfall wird im Denkmalschutz trotzdem bleiben

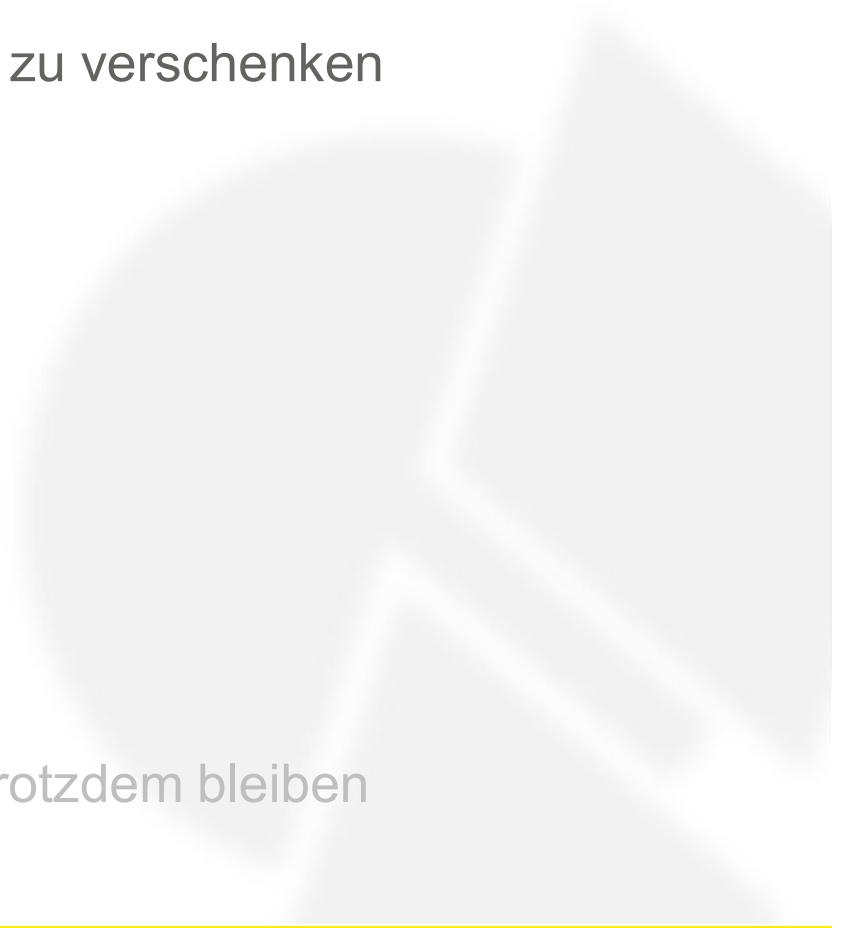




## PV im Denkmalschutz

### **PV im Denkmalschutz ist kostenintensiver als „Standard-PV“**

- ✓ Dennoch ist auch PV im Denkmalschutz rentabel
- ✓ **Wichtig** ist dafür aber keine Potentiale zu verschenken
  - Qualität und damit Lebensdauer
  - begrenzte Flächen gut ausnutzen
  - Wartungsfreundlichkeit
  - Reparaturfreundlichkeit
- ✓ Standardlösungen bleiben selten
- ✓ Produktvielfalt entsteht
- ✓ Der Einzelfall wird im Denkmalschutz trotzdem bleiben



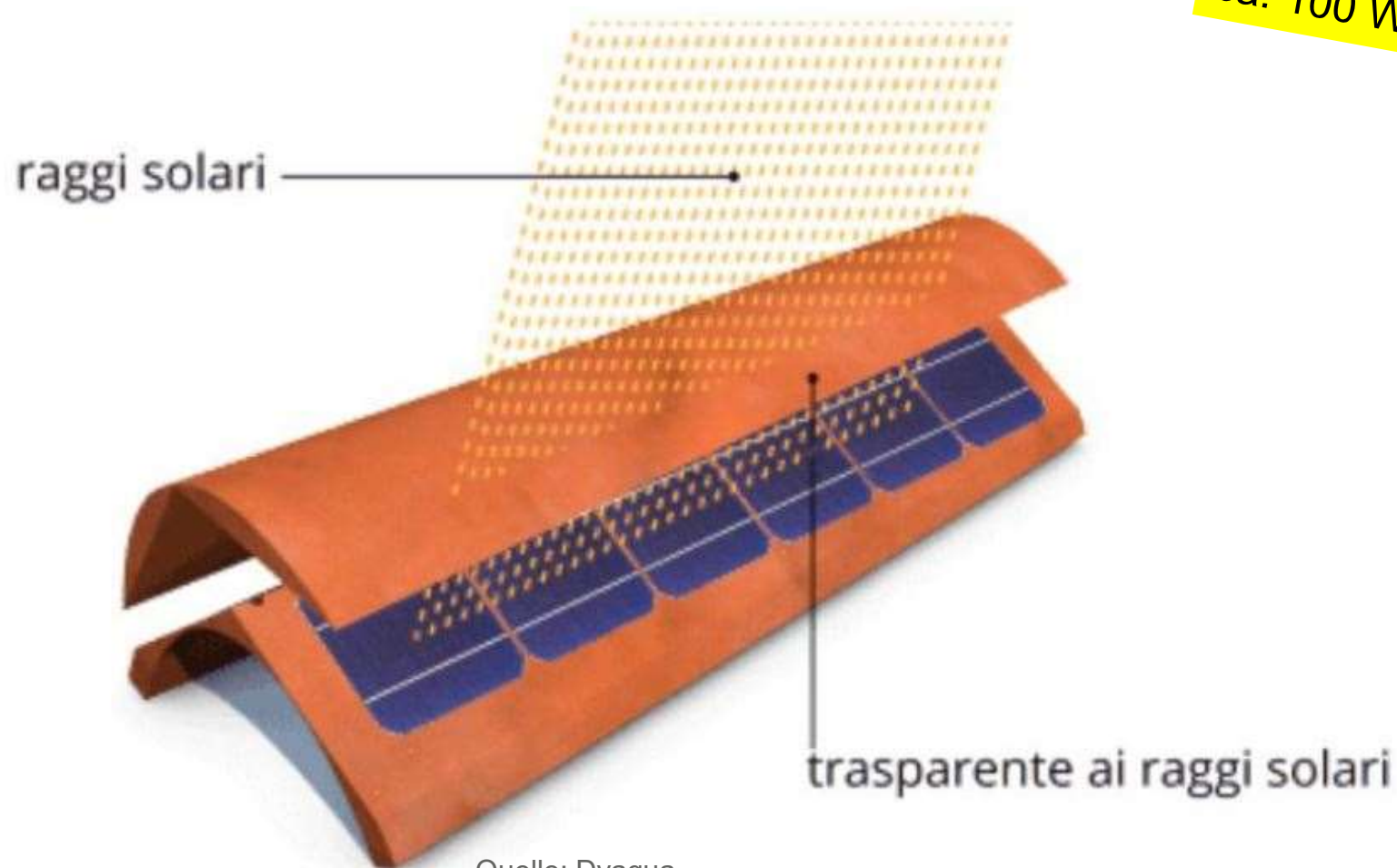
## PV-Qualität - optisch



Sichtbar ist bei einem Solarziegel von Dyaqua lediglich die lichtdurchlässige Abdeckung, die wie ein klassischer Terrakottaziegel aussieht.      Quelle: Dyaqua – Dach in Pompeii

## PV im Denkmalschutz

### PV-Qualität - optisch





## PV im Denkmalschutz

### PV-Qualität - optisch



Quelle: Integrated PV



Quelle: Stylist PV

ca. 70-100 W/m<sup>2</sup>



Quelle: Paxos Solar

## PV-Qualität - optisch



Quelle: EnBW

## PV-Qualität - optisch

ca. 100-150 Wp/m<sup>2</sup>



Quelle: Autarq

## PV-Qualität - optisch



Im Rahmen des Forschungsprojekts »PVHide« installierte das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE gemeinsam mit dem Modulhersteller AxSun Solar GmbH, der INTERPANE Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft mbH sowie der Stadt Eppingen eine ziegelrote Solaranlage direkt in das Dach einer Turnhalle (Foto: Sarah de Carvalho Fraunhofer ISE)

**PV-Qualität - optisch**

ca. 100-125 Wp/m<sup>2</sup>



Quelle: DAS Energy.com



ca. 100-125 Wp/m<sup>2</sup>

Quelle: Stylist PV

## PV-Qualität - optisch



Quelle: Marx Energieagentur



Quelle: Stylist PV

## PV-Qualität - optisch



Quelle: DAS Energy.com



Quelle: Dagmar Bohre-Glas - BR



## PV im Denkmalschutz

### PV-Qualität - optisch

#### **New: SOLARCOLOR Morpho**

SOLARCOLOR Morpho ermöglicht eine intensive Farbgebung mit Hilfe einer neuartigen Beschichtung ohne Farbpigmente. Die Beschichtung sorgt für eine gezielte Lichtbrechung, welche nur einen eng abgestimmten Bestandteil des Lichtes reflektiert. Dadurch entsteht der gewünschte Farbeindruck. Der grösste Teil des Lichtes erreicht ungehindert die Oberfläche der Solarzelle. Dank dieser Schmalbandigkeit der Reflektion verfügt ein SOLARCOLOR Morpho Solarmodul bis zu 94% des Wirkungsgrads im Vergleich eines konventionell schwarzen Solarmoduls. Der Farbeindruck bleibt dabei weitestgehend winkelstabil. Erfahren Sie mehr auf



Quelle: megasol



Quelle: ISE Fraunhofer



## PV-Qualität - optisch



Quelle: DAS Energy.com



## PV-Qualität – elektrische Verdrahtung



Quelle: Marx EASOB

Technische Details Solarziegel	
Stückbedarf pro qm <sup>2</sup>	12,4 Stück
mittlere Deckbreite (DB) in cm	23,1 cm
mittlere Decklänge (DL) in cm	35,0 cm
Ziegel pro Palette	192 Stück
Gewicht pro Stück in kg	4,6 kg/Stück
Dachneigung	RHE ≥ 30° / VB ≥ 25°
Ziegel pro Packung	4er - Kleinpäckchen

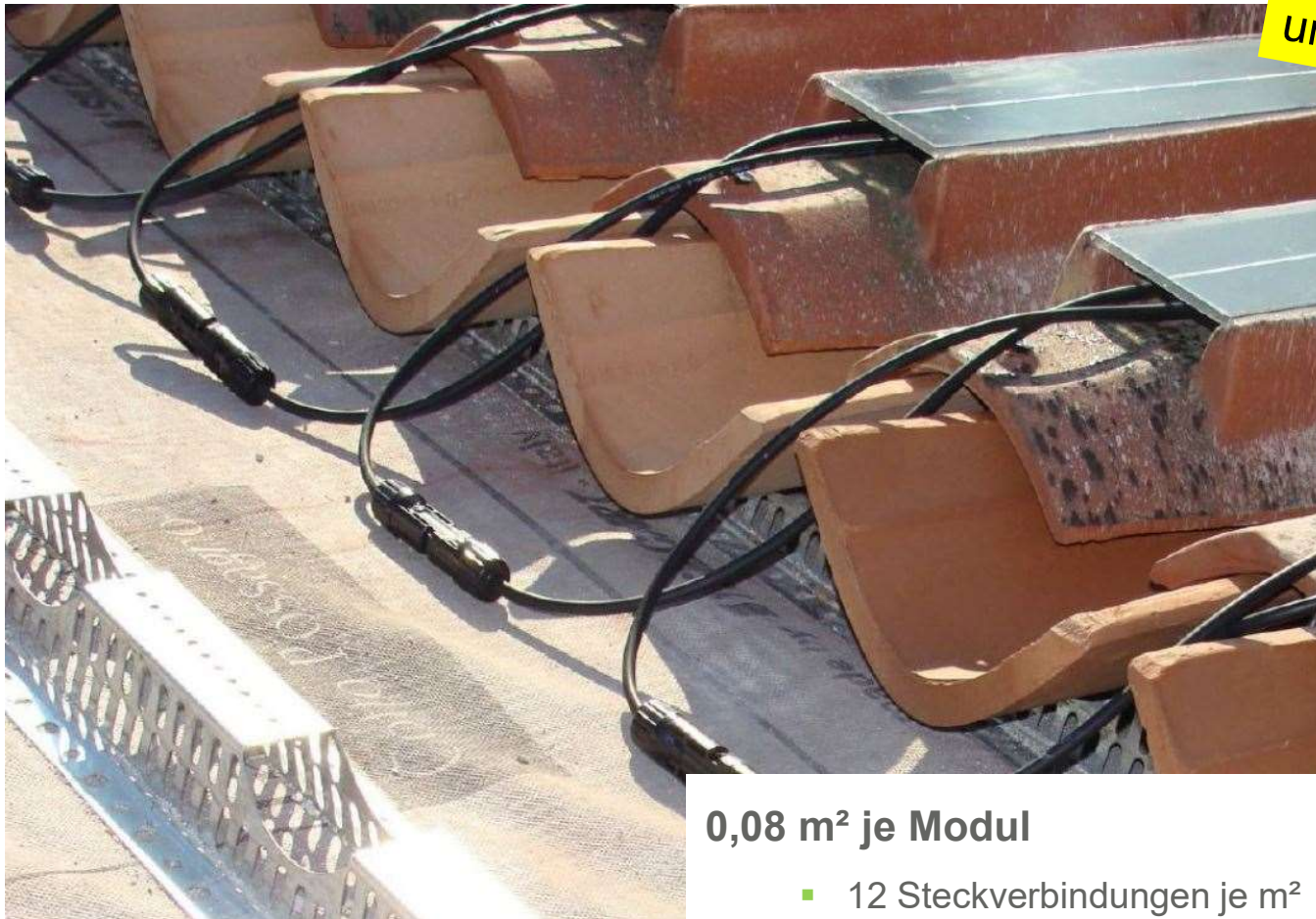
**1,67 m<sup>2</sup> je Modul**

- 0,6 Steckverbindungen je m<sup>2</sup>

**0,08 m<sup>2</sup> je Modul**

- 12 Steckverbindungen je m<sup>2</sup>

## PV-Qualität – elektrische Verdrahtung



Leistung  
unbekannt

**0,08 m<sup>2</sup> je Modul**

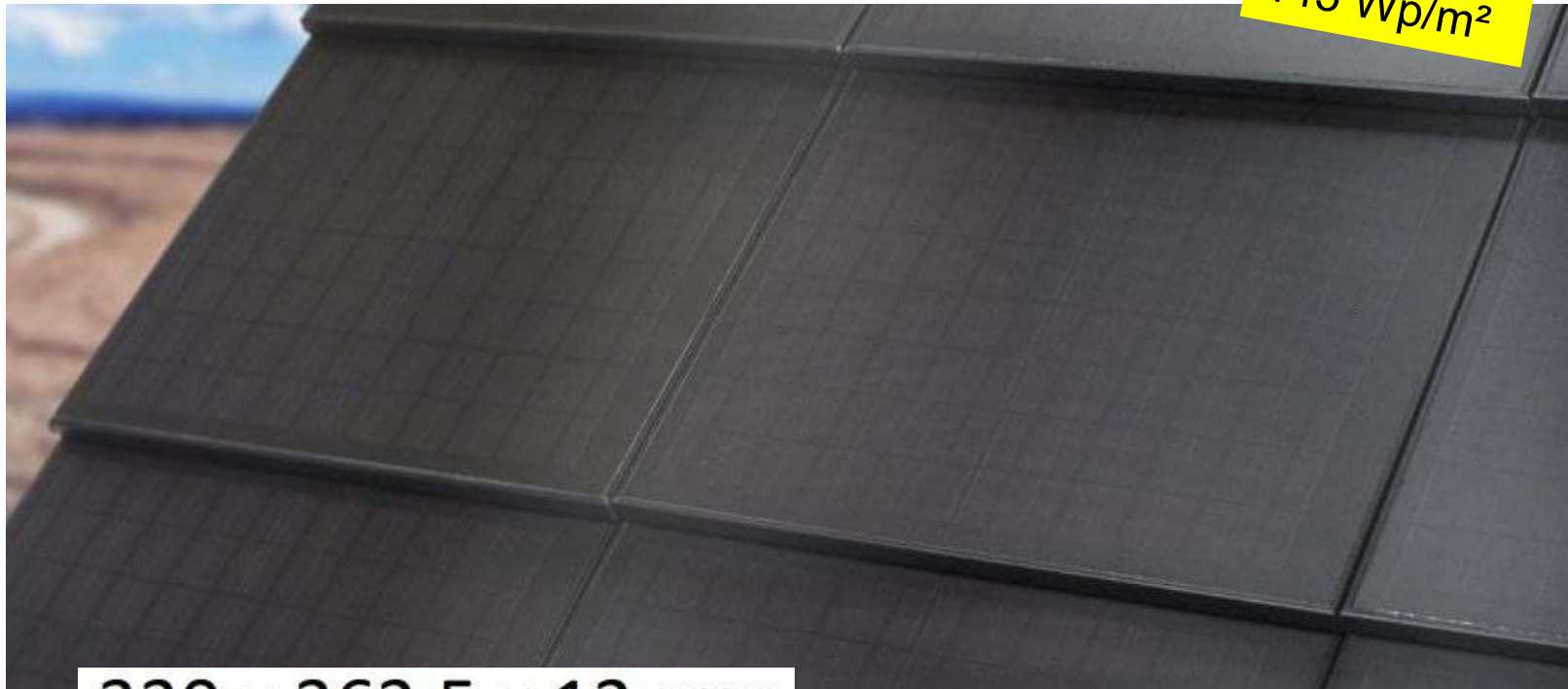
- 12 Steckverbindungen je m<sup>2</sup>

Quelle: integrated PV



## PV im Denkmalschutz

### PV-Qualität – elektrische Verdrahtung



330 x 362,5 x 12 mm

14,5 Wp

145 Wp/m<sup>2</sup>

Quelle: Paxos Solar



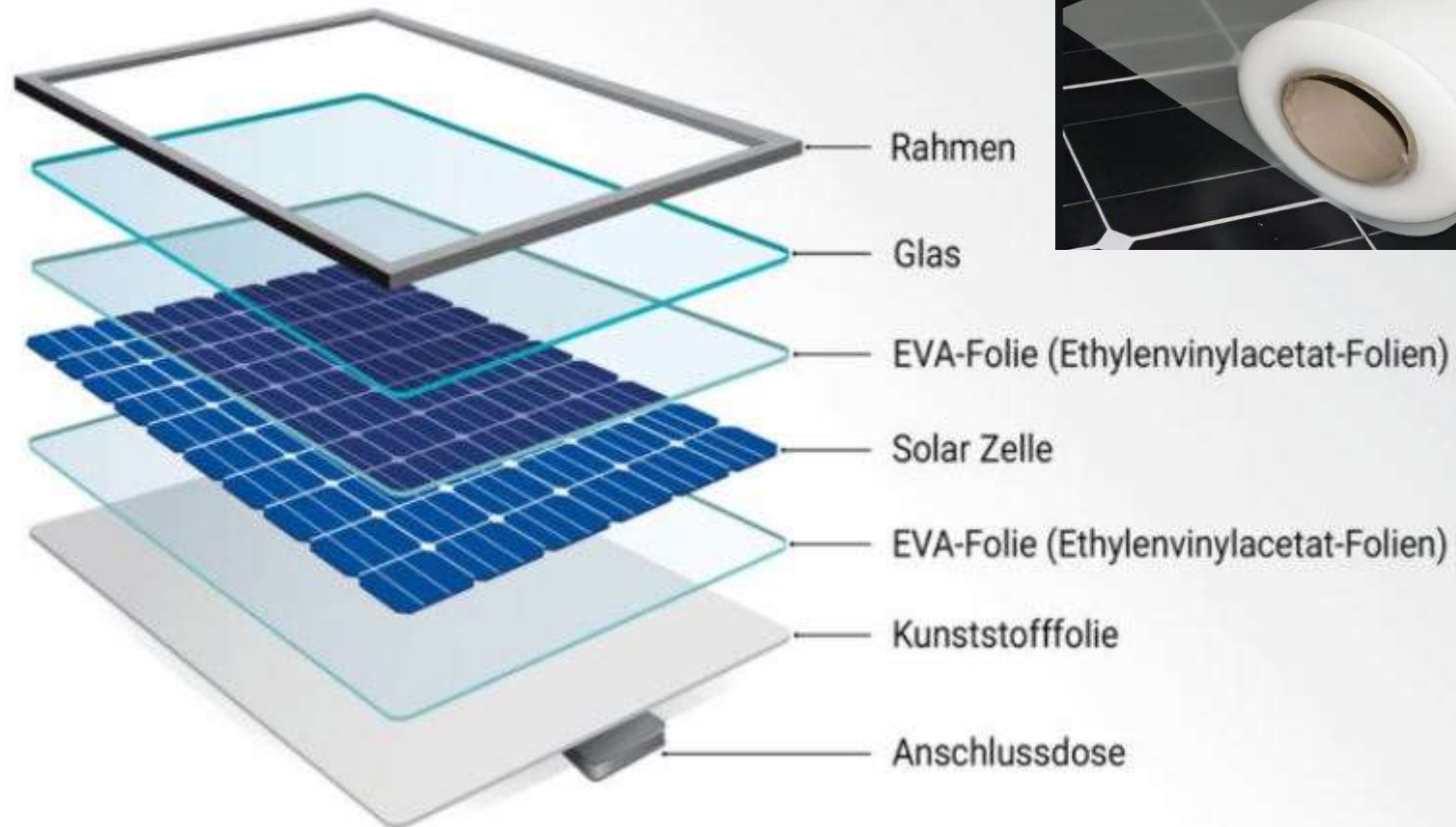
### PV-Qualität – PID-Effekt

## Was ist der PID-Effekt von Solarmodulen?

Der PID-Effekt, auch bekannt als potenzialinduzierte Degradation, tritt auf, wenn Komponenten über einen längeren Zeitraum mit hoher Spannung betrieben werden. Dies kann einen Leckstrom zwischen dem Deckglas, dem Verkapselungsmaterial des Solarmoduls und dem Rahmen verursachen. Der Unterschied in der elektrischen Ladung führt dazu, dass sich positive Ionen vom Glas, dem Rahmen und der Installationsstruktur zur Photovoltaik-Solarzelle bewegen. Wenn sich eine große Menge an Ladung auf der Oberfläche der Zelle ansammelt, kann dies den PN-Übergang der Zelle beschädigen. Der Passivierungseffekt auf der Oberfläche der Zelle verschlechtert sich, was zu einem Rückgang des Füllfaktors, des Kurzschlussstroms und der Leerlaufspannung führt. Dadurch wird die Leistung des Bauteils geringer als beabsichtigt, was zu einer Verschlechterung seiner Gesamtleistung führt.

Auswahl einer wirksamen Methode zur Verkapselung der Solarmodule. Luftfeuchtigkeit ist ein Faktor, der den PID-Effekt verursachen kann. Durch die richtige Verkapselung von Solarmodulen können Sie verhindern, dass Wasserdampf eindringt und eine Reaktion auslöst, bei der Essigsäure in der EVA-Folie entsteht. Diese Säure reagiert dann mit dem Alkali auf der Glasoberfläche und bildet Natriumionen, die sich frei bewegen können. Dies trägt dazu bei, das Auftreten des PID-Effekts wirksam zu verhindern.

## PV-Qualität – PID-Effekt



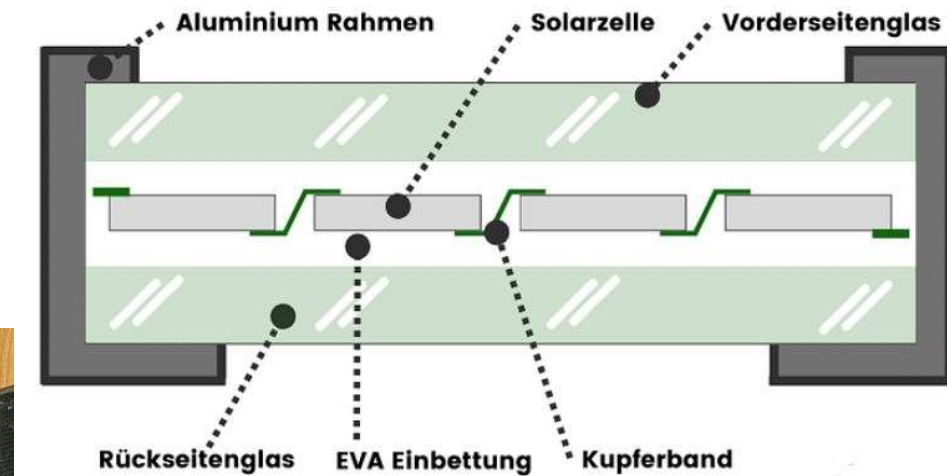
## PV im Denkmalschutz

### PV-Qualität – PID-Effekt

- ✓ Glas-Glas Module
- ✓ Gute Glasqualität



### Aufbau von Glas-Glas-Modulen



Quelle: grünes Haus

Quelle: Dagmar Bohre-Glas - BR

## PV-Qualität – Stabilität

- ✓ Glas-Glas Module
- ✓ Glas-Folienmodule

Elektronische Daten		
Nennleistung $P_{MPP}$	10 W (ca. 124 Watt/m <sup>2</sup> )	8 W (ca. 99 Watt/m <sup>2</sup> )
Nennspannung $U_{MPP}$	41 V	41 V
Materialdaten		
Abmessungen	270 x 420 mm	
Solarmodul-Größe	210 x 340 mm	
Mechanische Belastbarkeit	5400 Pa, hagel- und schneesicher, begehbar	
Frontglas	<u>3,2 mm gehärtetes, strukturiertes Solarglas (ESG)</u>	
Solarzellen	Monokristallines Silizium	
Betriebstemperatur	-40 bis +85°C	

Quellen: Stylist PV





## PV im Denkmalschutz

### PV-Qualität – Stabilität

- ✓ Flexible Module
  - ✓ Begehbar?
  - ✓ Hagelsicher?

#### **ULTRALEICHT**

Nur 3.3 kg/m<sup>2</sup>

#### **HOHE EFFIZIENZ**

Monokristalline Silizium Technologie  
Kein Dünnschichtmodul!

#### **HOHE ZUVERLÄSSIGKEIT**

Mind. 85 % Ertrag nach 40 Jahren

#### **PATENTIERTES DESIGN**

Maximaler Schutz gegen Mikrorisse  
Langlebig

#### **ETFE FOLIE**

Schmutzabweisend  
(Selbstreinigende Oberfläche)  
UV & Salzwasserbeständig  
Optimale Wärmeableitung



#### **HOHER ENERGIEERTRAG**

Multidirektionale Linsenstruktur



#### **FLEXIBEL | BIEGSAM**

Kleinster Biegedurchmesser (2m)



#### **EINFACHE INSTALLATION**

Einfache aber starke Klebefestigung  
Keine Unterkonstruktion erforderlich  
Kein zusätzlicher Ballast



#### **MASSGESCHNEIDERTE LÖSUNGEN**

Dimensionierung nach Kundenwunsch

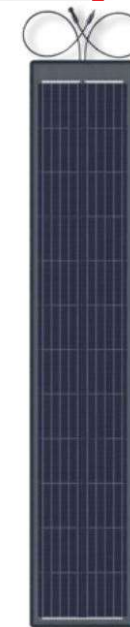


#### **EXTREM WITTERUNGSBESTÄNDIG**

Selbst bei Hitze, Sandstürmen oder in staubiger Umgebung bietet das Modul eine stabile und dauerhafte Leistung



**DO NOT STEP ON  
THE MODULES**



Quellen: DAS Energy



## PV im Denkmalschutz

### **PV im Denkmalschutz ist kostenintensiver als „Standard-PV“**

- ✓ Dennoch ist auch PV im Denkmalschutz rentabel
- ✓ **Wichtig** ist dafür aber keine Potentiale zu verschenken
  - Qualität und damit Lebensdauer
  - begrenzte Flächen gut ausnutzen
  - Wartungsfreundlichkeit
  - Reparaturfreundlichkeit
- ✓ Standardlösungen bleiben selten
- ✓ Produktvielfalt entsteht
- ✓ Der Einzelfall wird im Denkmalschutz trotzdem bleiben





## PV im Denkmalschutz

### PV-Qualität – Fläche ausnutzen



Quellen:  
Gerhard Marx EASOB



## PV im Denkmalschutz

### PV-Qualität – Fläche ausnutzen - Brandschutz

In Bayern ist nun mit Wirkung zum 01. März 2023 die Vereinheitlichung der PV-Dachabstände aus der MBO in die Bayerische Bauordnung (BayBO) überführt worden. Der betreffende [Artikel 30 Absatz 5 BayBO](#) lautet nun wie folgt:

„[...] Von **Brandwänden** und von **Wänden, die an Stelle von Brandwänden zulässig sind**, müssen

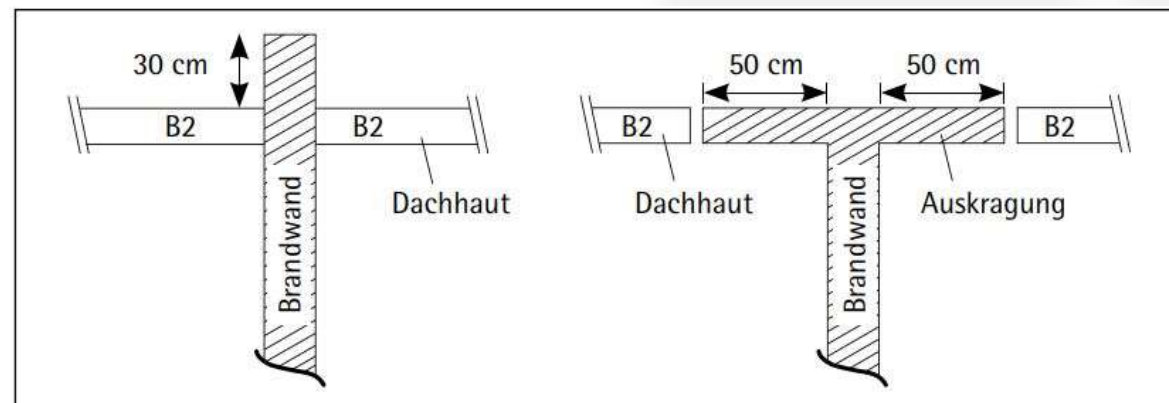
**1. mindestens 1,25 m** entfernt sein

a) [...]

b) **nicht dachparallel installierte Solaranlagen, Dachgauben und ähnliche Dachaufbauten aus brennbaren Baustoffen**, wenn sie nicht durch diese Wände gegen Brandübertragung geschützt sind, und

**2. mindestens 0,50 m** entfernt sein

**dachparallel installierte Solaranlagen**, wenn sie nicht durch diese Wände gegen Brandübertragung geschützt sind.“



Bildquelle: DGS-Berlin



### PV-Qualität – Fläche ausnutzen - Brandschutz

Solarwatt, ein führender deutscher Hersteller von Photovoltaiktechnologie, erhält für seine Glas-Glas-Module die bestmögliche Zertifizierung der Brandklasse A nach der Norm IEC 61730-2 (UL 790). Damit ist nachgewiesen, dass die vollverglasteten Solarmodule des Dresdner Premiumanbieters den höchsten Sicherheitsanforderungen genügen, sollten sie einem Feuer ausgesetzt sein. Das Zertifikat gilt für die gesamte Vision 60-Produktreihe von Solarwatt.

#### Brandverhalten von Baustoffen nach Norm

Als harte Bedachungen gelten gemäß DIN 4102-4 *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile*: Bedachungen oder Dachdeckungen der Baustoffklasse A, z.B. aus natürlichen oder künstlichen Steinen, sowie Ziegel aus Beton.

Die Baustoffklassen regelt die DIN 4102-1

- A1: Nichtbrennbar. Beispiele sind Zement, (Stahl-)Beton, Glas, Ziegel, Mörtel, Sand, Mineralfasern ohne organische Zusätze.
- A2: Auch A2 ist nichtbrennbar, die Baustoffe dürfen aber gewis-

se Anteile brennbarer Bestandteile enthalten. Beispiele sind Gipskartonplatten mit geschlossener

en-13501-1/150/13848/

Eine IEC 61730 Zertifizierung samt (ANSI/UL 790-)Brandklasse bringen viele Module mit, eine nach DIN 4102 oder DIN EN 13501 nur manche und wenn dann erreichen sie dort erwartungsgemäß „B2 normalentflammbar“. Zwischen den über die IEC 61730 ermittelten aufsteigenden (ANSI/UL 790-)Brandklassen C, B und A kann keine Entsprechung zu den Baustoffklassen der DIN EN 13501 bzw. DIN 4102 abgeleitet werden. Auch ein Modul mit der höchsten Brandklasse, Klasse A, nach ANSI/UL 790 ist nicht nichtbrennbarDIN. Und nur nichtbrennbareDIN Baustoffe dürften ohne weitere Maßnahmen bis an eine Brandwand herangeführt werden. Und so kommt es, dass nach deutscher Bauprodukteverordnung PV-Module auf Abstand bleiben.



### PV-Qualität – Fläche ausnutzen - Brandschutz

Kein seitlicher Abstand ist dann nötig, wenn die Brandwand über das Dach geführt wird und so Schutz vor einer seitlichen Brandübertragung bietet. Bei dachintegrierten Anlagen (Indach-Systeme) handelt es sich laut den [Vollzugshinweisen](#) vom November 2021 nicht um Dachaufbauten im Sinne des Gesetzes, sondern um einen Bestandteil der Dachhaut. Ein Abstand zu einer Brandwand oder einer entsprechenden Wand ist dadurch nicht erforderlich.

Wichtig ist im Kontext der Abstandregelung auch, wann die Abschlusswand eines Gebäudes laut BayBO überhaupt als Brandwand auszuführen ist und wann nicht. Hier besteht gemäß [Art 28 Abs. 2 S. 2](#) seit Juli 2023 ein neuer Ausnahmetatbestand, bei dem die strengeren Anforderungen an eine Brandwand nicht zwingend erfüllt werden müssen, sondern auch an der Grundstücksgrenze eine feuerhemmende Trennwand zwischen den Nutzungseinheiten ausreichend ist. Dies betrifft Gebäude bis 7 m Höhe und bis zu zwei Nutzungseinheiten mit insgesamt maximal 400 m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche, sowie land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude ([Gebäude](#)).

möglich, brennbare Baustoffe über diese hinweg  
einzuhalten (vgl. [Vollzugshinweise](#) vom Juli 2023).

#### **Zum Ersten: Indachsysteme**

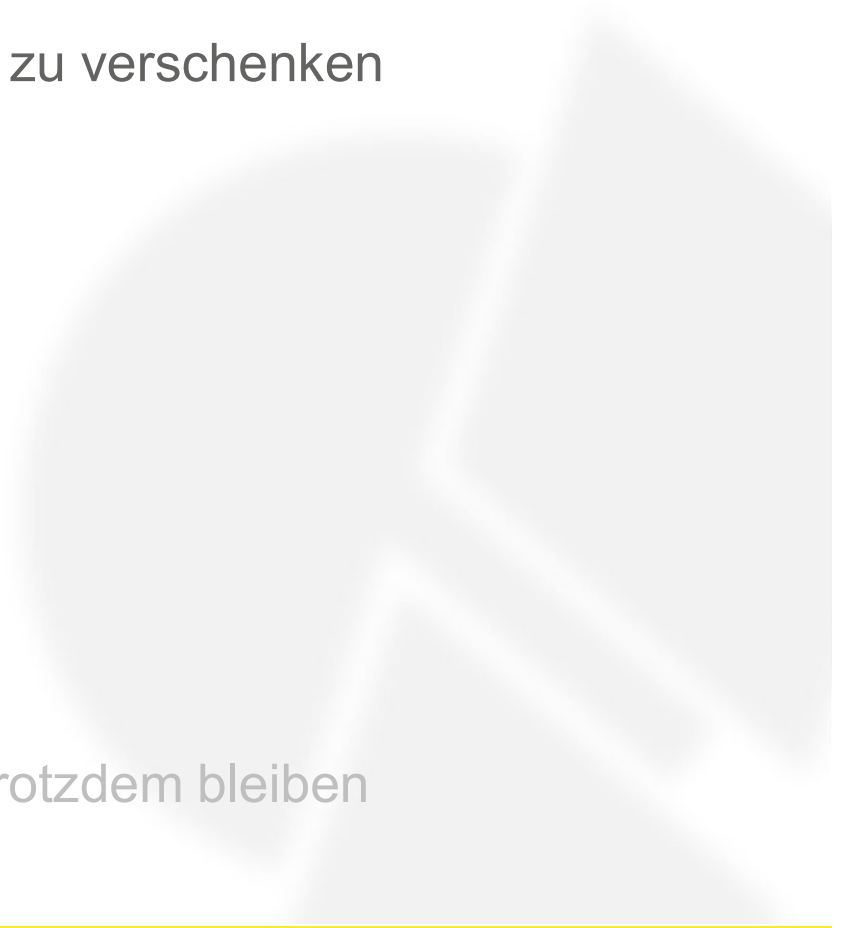
Solaranlagen, die in die Bedachung integriert sind, bzw. deren Funktion übernehmen, nennt man Indachsysteme. Sie sind keine „Solaranlagen“ oder „(ähnliche) Dachaufbauten“ im Sinne von MBO-Entwurf § 32 Abs. (5), sondern Bestandteil der Dachhaut. Eine Dachhaut muss nach MBO § 32 Abs. (1) die Anforderungen an eine „harte Bedachung“ erfüllen. Indachsysteme werden vom Hersteller also entsprechend zertifiziert. Das Zertifikat sollte beim Hersteller immer leicht erhältlich sein. Und dann ist kein Abstand zu Brandwänden erforderlich. Indachsysteme haben keine weite Verbreitung. Wie sieht es also bei Aufdach-Solaranlagen aus, im speziellen bei Aufdach-PV-Anlagen?



## PV im Denkmalschutz

### PV im Denkmalschutz ist kostenintensiver als „Standard-PV“

- ✓ Dennoch ist auch PV im Denkmalschutz rentabel
- ✓ **Wichtig** ist dafür aber keine Potentiale zu verschenken
  - Qualität und damit Lebensdauer
  - begrenzte Flächen gut ausnutzen
  - Wartungsfreundlichkeit
  - Reparaturfreundlichkeit
- ✓ Standardlösungen bleiben selten
- ✓ Produktvielfalt entsteht
- ✓ Der Einzelfall wird im Denkmalschutz trotzdem bleiben





## PV im Denkmalschutz

### PV-Qualität – Wartungs- & Reparaturfreundlichkeit

- ✓ Anzahl Steckverbindungen - Fehlersuche
- ✓ UV-Schutz Kabel
- ✓ Module begehbar - Rutschgefahr
- ✓ Reinigungsmöglichkeit – Form - Stellfläche
- ✓ Austausch - Formfaktor



Quellen: DAS Energy



**0,08 m<sup>2</sup> je Modul**

- 12 Steckverbindungen je m<sup>2</sup>



## Technische Details - Leistungen

PV-Ziegel – rot

ca. 70-150 Wp / m<sup>2</sup>

PV-Ziegel – schwarz

ca. 100-150 Wp / m<sup>2</sup>

Flexible PV-Module

ca. 155 Wp / m<sup>2</sup>

Integrierte PV-Module – rot

ca. 100-165 Wp / m<sup>2</sup>

Integrierte PV-Module – schwarz

ca. 230 Wp / m<sup>2</sup>

„Reguläre“ PV-Module (blau)

ca. 230 Wp / m<sup>2</sup>



## Überblick

- **Einleitung**
- **Notwendigkeit von PV im Denkmalschutz**
  - Ist es tatsächlich notwendig
  - Möglichkeiten zur Umsetzung
- **Unterstützung**





## Beratungsangebot für Bürgerinnen & Bürger

### Neutrale Energie-Erstberatung

- ✓ Antworten auf Energie-Fragen
- ✓ Beleuchtung der Vor- & Nachteile von Maßnahmen
- ✓ Aktuelle Entwicklungen
- ✓ Persönlich, telefonisch, per Video
- ✓ Anmeldung (erforderlich) per Telefon 0861 58-7039 oder per Email [info@energieagentur-suedost.bayern](mailto:info@energieagentur-suedost.bayern)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Das Team



TEAM ENERGIEWENDE BAYERN



**Bettina Mühlbauer**  
Tel. 0861 58-7038

**Magdalena Grübl**  
Tel. 0861 58-7683

**Thomas Hasenöhl**  
Tel. 0861 58-7636



**Peter Pospischil**  
Tel. 0861 58-7045



**Stefanie Obermayer**  
Tel. 0861 58-7039



**Gerhard Marx**  
Tel. 0861 58-7089

**Stefan Koller**  
Tel. 0861 58-7228



**Johanna Schneller**  
Tel. 0861 58-7500



**Gregor Dachs**  
Tel. 0861 58-7045



**Stefan Schatz**  
Tel. 0861 58-7514



## Photovoltaik im Denkmalschutz

Technische Varianten

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Gerhard Marx, Fachkraft für Energieberatung