



Gebäudeintegrierte Solartechnik

Beispiele – Richtwerte – Rahmenbedingungen

(illustriert durch Einreichungen aus dem
„Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik“)

Fabian Flade

1 MW PV-Anlage Solardach Messe München Weltgrößte Aufdachanlage bei Errichtung (1997)

Solarenergieförderverein
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Non-Profit-Organisation
rd. 5 Mio EUR an Fördermitteln

Schwerpunktthema

Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik

Solarenergieförderverein
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



1. Preis (2000): Universitätsbauamt Erlangen



1. Preis (2014): René Schmid Architekten



1. Preis (2011): Deppisch Architekten



1. Preis (2005): Rolf + Hotz Architekten



1. Preis (2020): Fabeck Architectes



1. Preis (2001): PMP Architekten



1. Preis (2008): Beat Kämpfen



1. Preis (2017): Architekturbüro Klärle



1. Preis (2022): Megasol Energie

Schnittstelle Solartechnik/Architektur

International ausgeschriebener Wettbewerb



Photovoltaik vs. Solarthermie

Altbau mit Aufstockung + Neubau Büro
72 m² PV (8,64 kW), 24 m² Solarthermie (O/W-Ausrichtung)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



opusHouse, Darmstadt (2007)
opus Architekten BDA

Foto: Eibe Sönnecken



technische Integration

vs.

optische Integration

Gesamtsanierung einer landwirtschaftlichen Hofanlage

80 kW Aufdach-PV-Anlage mit Standard-PV-Modulen

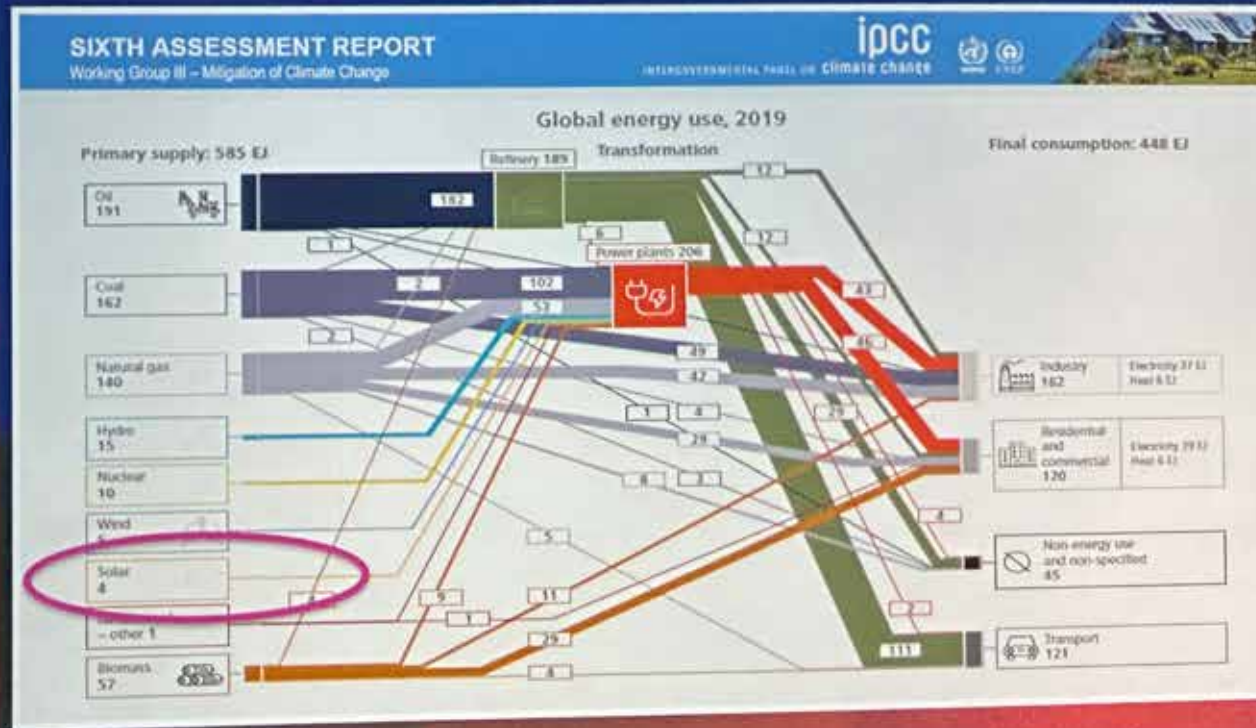
Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

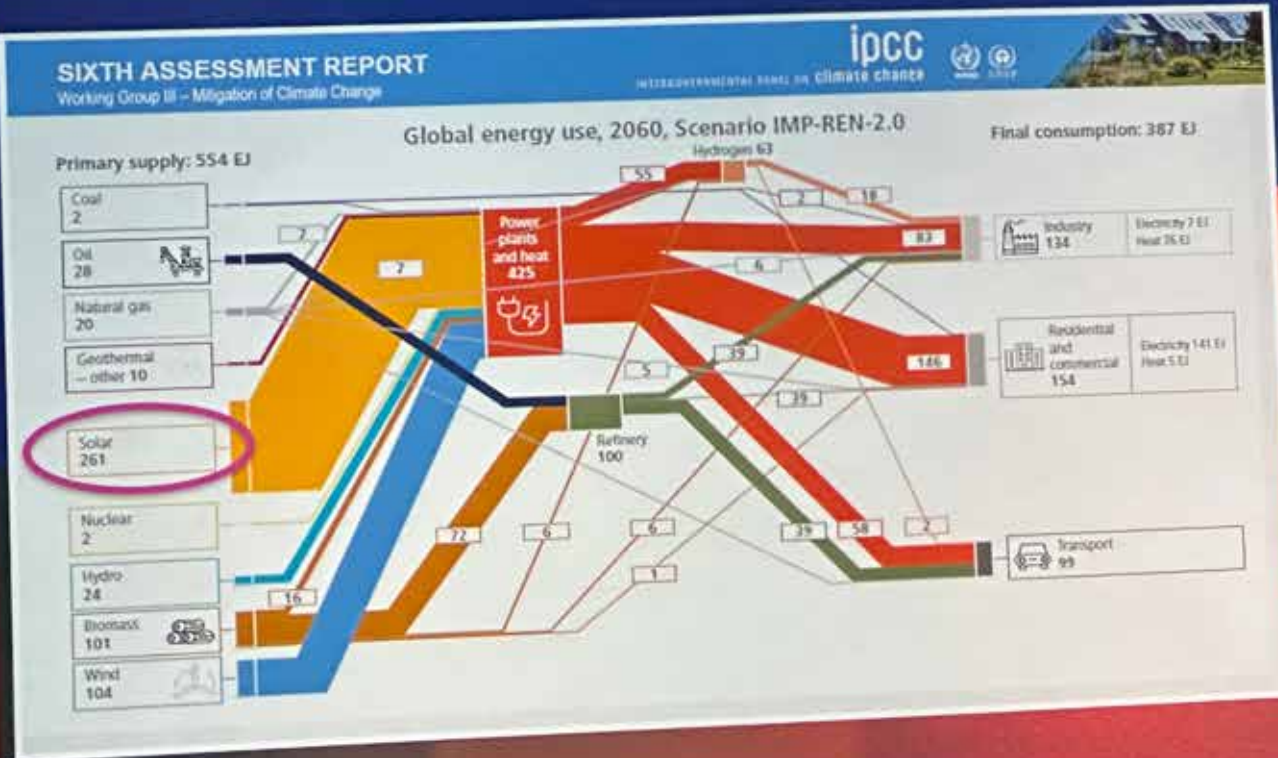
Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Hof 8, Schäfersheim (2014)
Architekturbüro Klärle

Foto: Brigída González





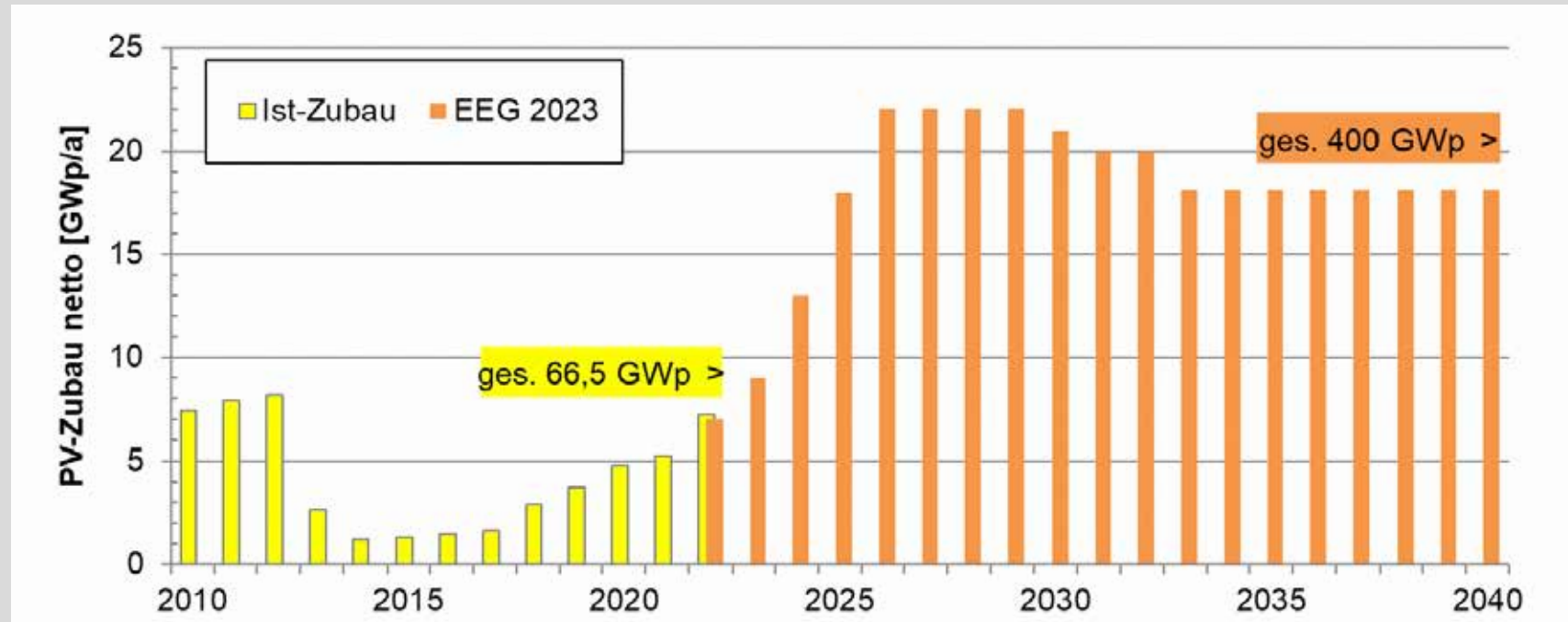
EUPVSEC

EU PVSEC 2023

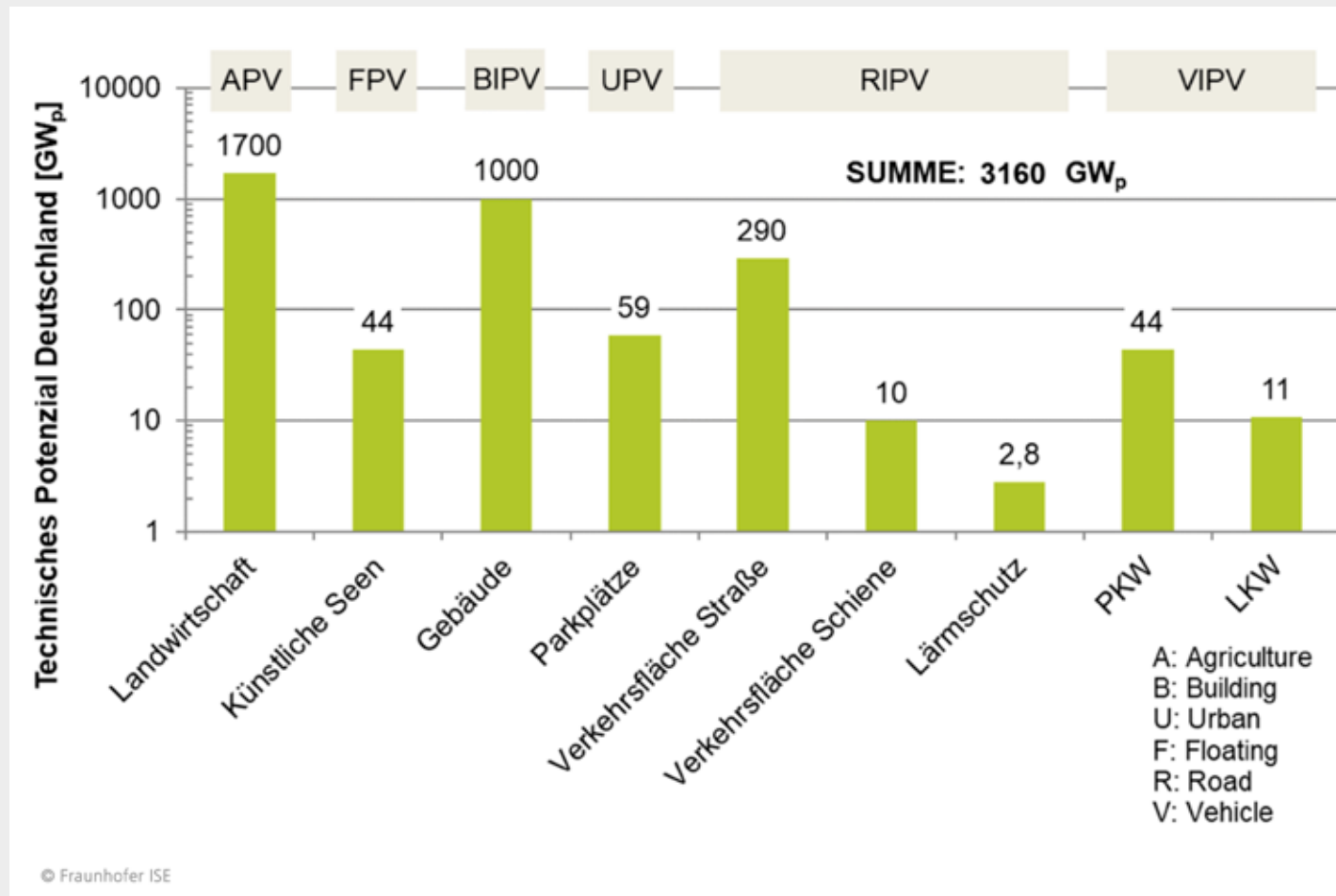


#EUPVSEC
www.eupvsec

Quelle: Prof. Dr. Diana Ürge-Vorsatz, Vice-Chair IPCC
„Photovoltaics in the Context of the Climate Crisis“, Key Note Speech,
EU PVSEC 2023



Netto-PV-Zubau: Ist-Werte bis 2022, Ausbaupfad zur Erreichung der gesetzlichen Ziele [EEG 2023]



Akzeptanz

Gebäude nur als Unterkonstruktion für Solaranlagen

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



© Bildarchiv Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, München; Fotograf: Joachim Gattenlöhner, Kitzingen



Das Bauen gehört zu den größten Klimasünden

- Null- bzw. Plusenergiegebäude als Treiber,
Gebäude werden vom Energieverbraucher zum Energieerzeuger

Solarenergie wird eine weitaus stärkere Rolle spielen:

REPowerEU (320 GW bis 2025; 600 GW bis 2030)

D: 54 GW (2020) EU: 136 GW (2020)

- benötigt Flächen
- Technologie wird sichtbarer: Akzeptanzproblematik

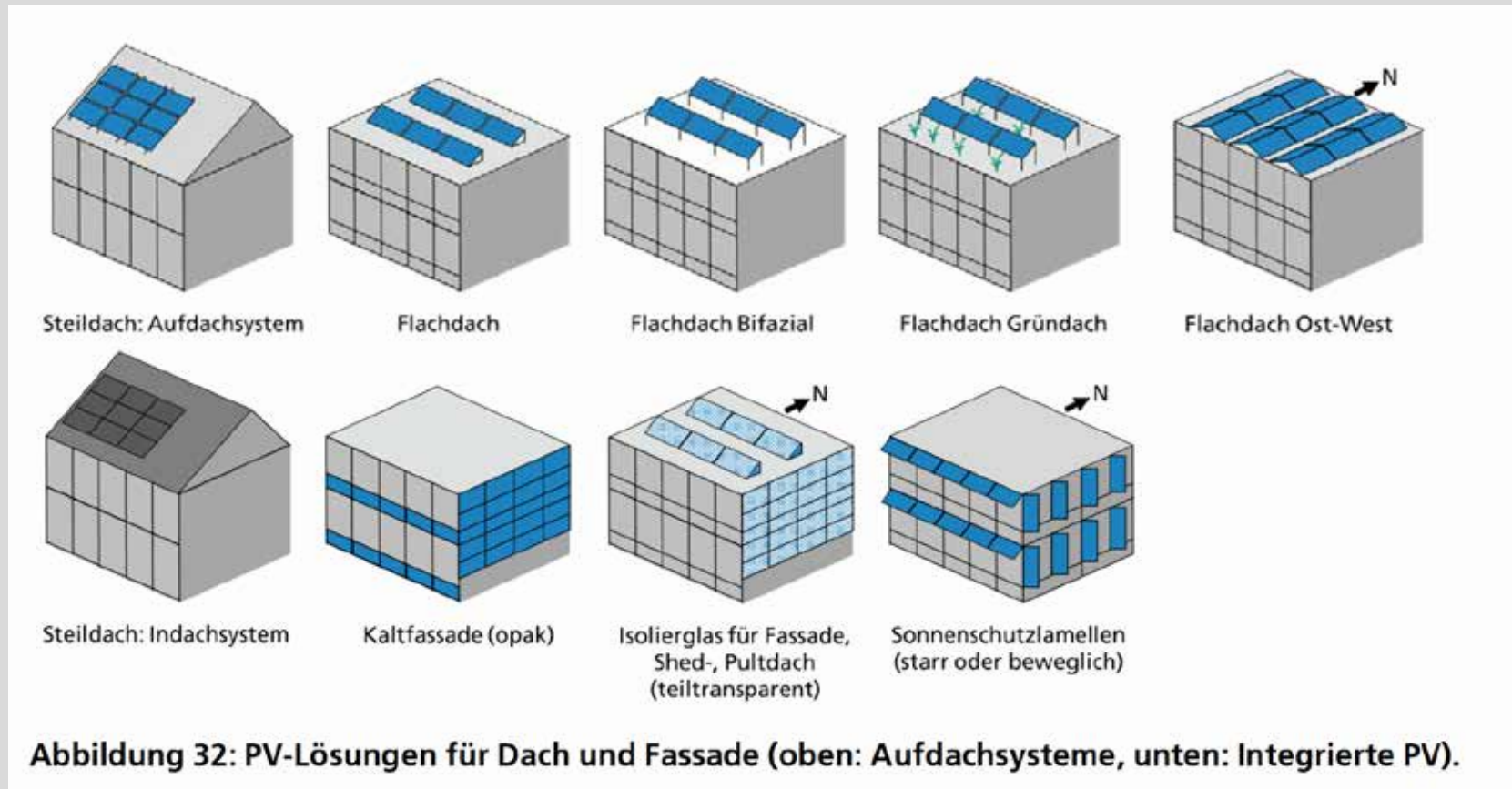


Abbildung 32: PV-Lösungen für Dach und Fassade (oben: Aufdachsysteme, unten: Integrierte PV).



Orientierung:		Ost		Südost				Süd		Südwest				West	
		-90°	-75°	-60°	-45°	-30°	-15°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	
Neigung	Horiz. 0°	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	
	10°	83%	85%	87%	89%	90%	91%	91%	91%	90%	88%	87%	85%	83%	
	20°	82%	86%	90%	92%	95%	96%	96%	96%	94%	92%	89%	85%	81%	
	30°	81%	86%	90%	94%	97%	99%	99%	98%	96%	93%	89%	84%	79%	
	40°	78%	84%	90%	94%	98%	100%	100%	99%	97%	93%	88%	82%	76%	
	50°	74%	81%	87%	92%	96%	98%	99%	97%	95%	91%	85%	79%	72%	
	60°	70%	77%	83%	88%	92%	94%	95%	94%	91%	86%	81%	75%	67%	
	70°	64%	71%	78%	83%	86%	88%	89%	88%	85%	81%	75%	69%	62%	
	80°	57%	64%	70%	75%	79%	81%	81%	80%	77%	73%	68%	62%	55%	
Vertikal	90°	50%	56%	62%	66%	69%	70%	71%	70%	68%	64%	60%	54%	48%	

Abbildung 37: Relatives Ertragspotenzial, unverschattet, Standort Freiburg, berechnet online mit https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/.



Standardmodul vs. Sondermodul



Technologien

monokristallin (22 % Wirkungsgrad) –
polykristallin (18 % Wirkungsgrad)

Dünnschicht (amorphes Silizium,
CIGS, CdTe, Polymer)
Wirkungsgrad 5 - 10 %

Kenndaten

1 kW installierter Leistung $\approx$ 1.000 kWh/a

1 kW monokristallin $\approx$ 7 m² Modulfläche

1 kW polykristallin $\approx$ 8 m² Modulfläche

1 kW Dünnschicht $\approx$ 11 m² Modulfläche



Abmessungen und Geometrien

- Abhängig von der Anzahl der Zellen

Standard kristallines Modul: 60 Zellen á 156 x 156 mm = 1700 x 1000 mm

Trend: Halbzellenmodule mit 120 Zellen, verschaltet in zwei Hälften

Sondermodule von 40 x 40 mm - 2000 x 5000 mm

Aufbau

- Glas/Folien-Module – Glas/Glas-Module

1.945 kW PV-Anlage (Aufdach)
Sanierung einer denkmalgeschützten Markthalle von 1890

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Abattoirs d'Anderlecht
Skysun

Foto: Skysun

PV-Anlage mit der Ästhetik eines Zink-Stehfalzdaches
Low tech-Lösung mit Alu-Profilen im Montagesystem

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



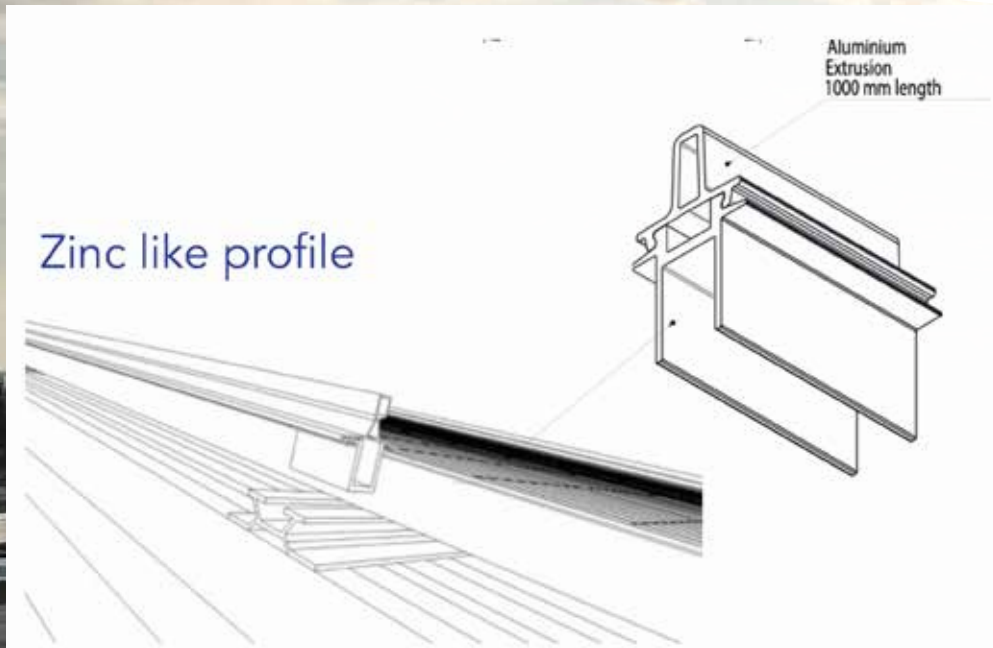
Abattoirs d'Anderlecht
Skysun

Foto: Skysun

PV-Anlage mit der Ästhetik eines Zink-Stehfalzdaches Low tech-Lösung mit Alu-Profilen im Montagesystem

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Abattoirs d'Anderlecht
Skysun

Foto: Skysun

370 W Glas/Folie-PV-Module mit schwarzem Rahmen und schwarzer Folie

Zielmarkt: Zink-Dächer in Paris (Baron Haussmann)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Abattoirs d'Anderlecht
Skysun

Foto: Skysun

3,3 MW auf 7 Hallen

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Gare Maritime, Brüssel
Nextensa

Foto: Nextensa

Abstimmung mit Denkmalschutzbehörden
leicht mattierte Oberfläche der PV-Module

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



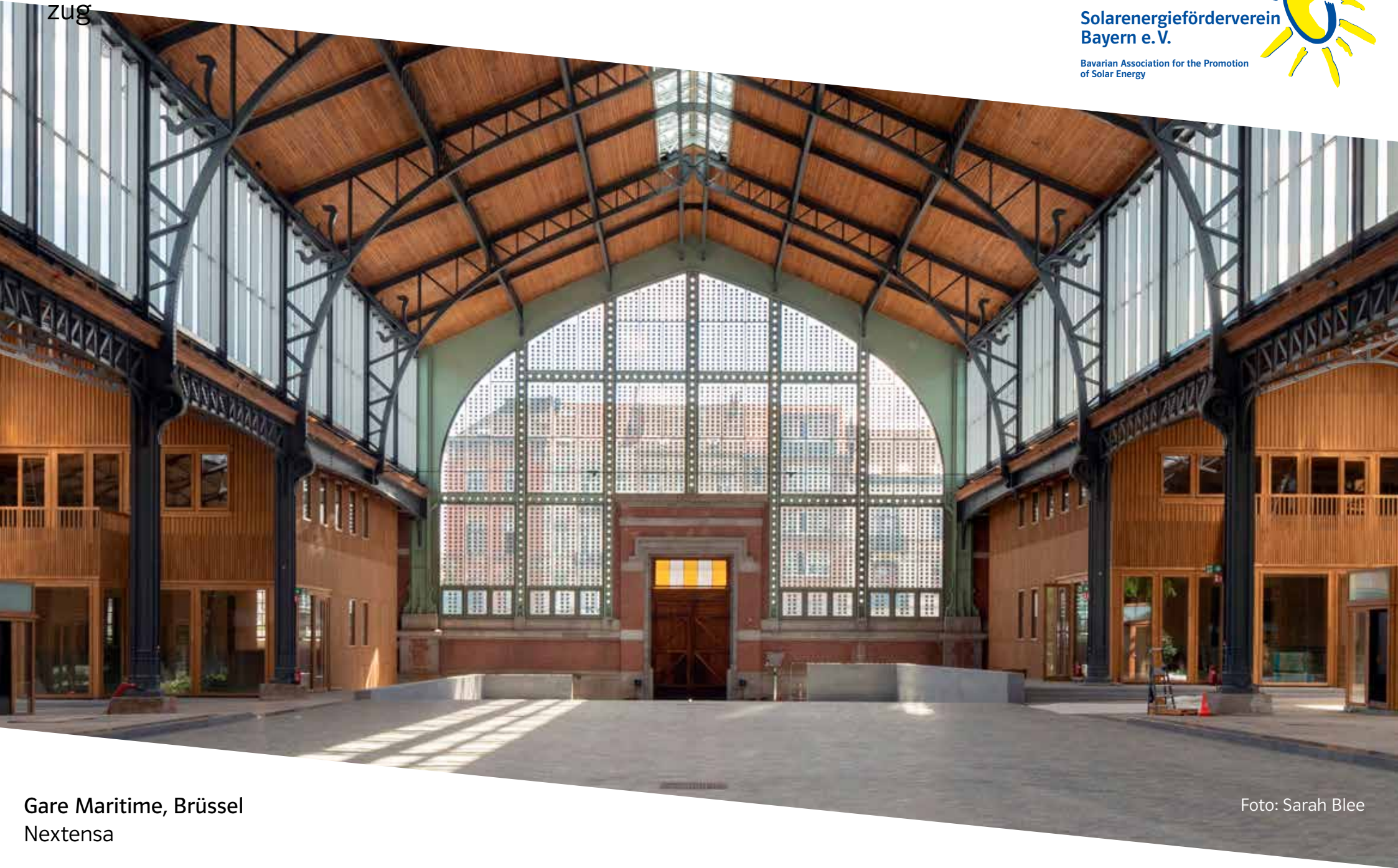
Gare Maritime, Brüssel
Nextensa

Foto: Tim Fisher

38,8 kW PV-Fassade mit großzügigem Zellabstand
Mehrfachnutzen: Energie, Sonnenschutz, Tageslicht, Innen-Außen-Be-
zug

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Gare Maritime, Brüssel
Nextensa

Foto: Sarah Blee

Energetische Ertüchtigungen im Gebäudebestand

158 kW PV-Fassade in den Brüstungsbändern

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Sanierung Coop-Hauptsitz, Basel
Burckhardt-Partner

Foto: Mark Niedermann

158 kW PV-Fassade in den Brüstungsbändern
leicht schwarz mattierte PV-Module

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Sanierung Coop-Hauptsitz, Basel
Burckhardt-Partner

Foto: Mark Niedermann

Sanierung eines Bestandsbaus mit enormem Stromverbrauch

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Solarradiologie, Marburg
Hagen Plaehn, Architekt

Foto: A-P-I

55 kW Fassaden-PV-Anlage
Sanierung, 28 verschiedene Geometrien der Sondermodule

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Solarradiologie, Marburg
Hagen Plaehn, Architekt

Foto: A-P-L

55 kW PV-Anlage (gewölbte PV-Fassade)
(Radien ab 450 mm möglich, hier 2500 mm)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Foto: APL

Solarradiologie, Marburg
Hagen Plaehn, Architekt

Sanierung zweier MFH aus den 1980er Jahren zu Plusenergiegebäuden

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Sóley, Münsingen
SKS Architekten/Pensionskasse Bernische Kraftwerke

Foto: SKS Architekten

235,5 kW PV-Fassade

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Foto: SKS Architekten

Sóley, Münsingen
SKS Architekten/Pensionskasse Bernische Kraftwerke



Farbe

sichtbar vs. unsichtbar

Druck vs. Folie

76 kW PV-Anlage (Indach) (799 m²)
Dach-Sanierung

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Schutz und Rettung, Zürich (2020)
3S Swiss Solar Solutions

Foto: Daniel Baggenstos

Gebäude steht unter Bestandschutz als Randbebauung in einem dichtbesiedelten Bereich Zürichs.

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



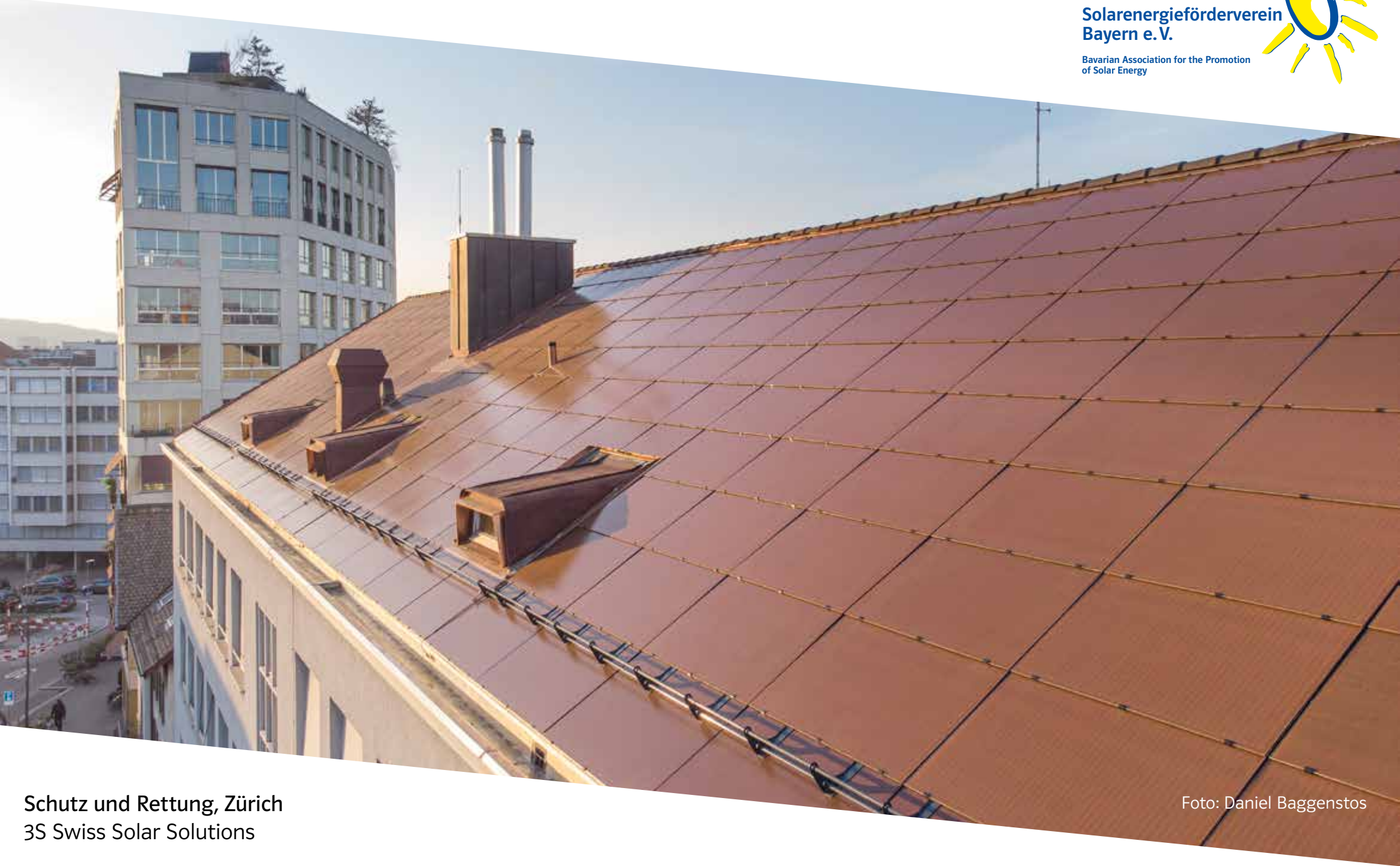
Schutz und Rettung, Zürich
3S Swiss Solar Solutions

Foto: Daniel Baggenstos

Solares Bauprodukt
590 Module MegaSlate II Flair á 145 W (1.300 x 875 mm)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



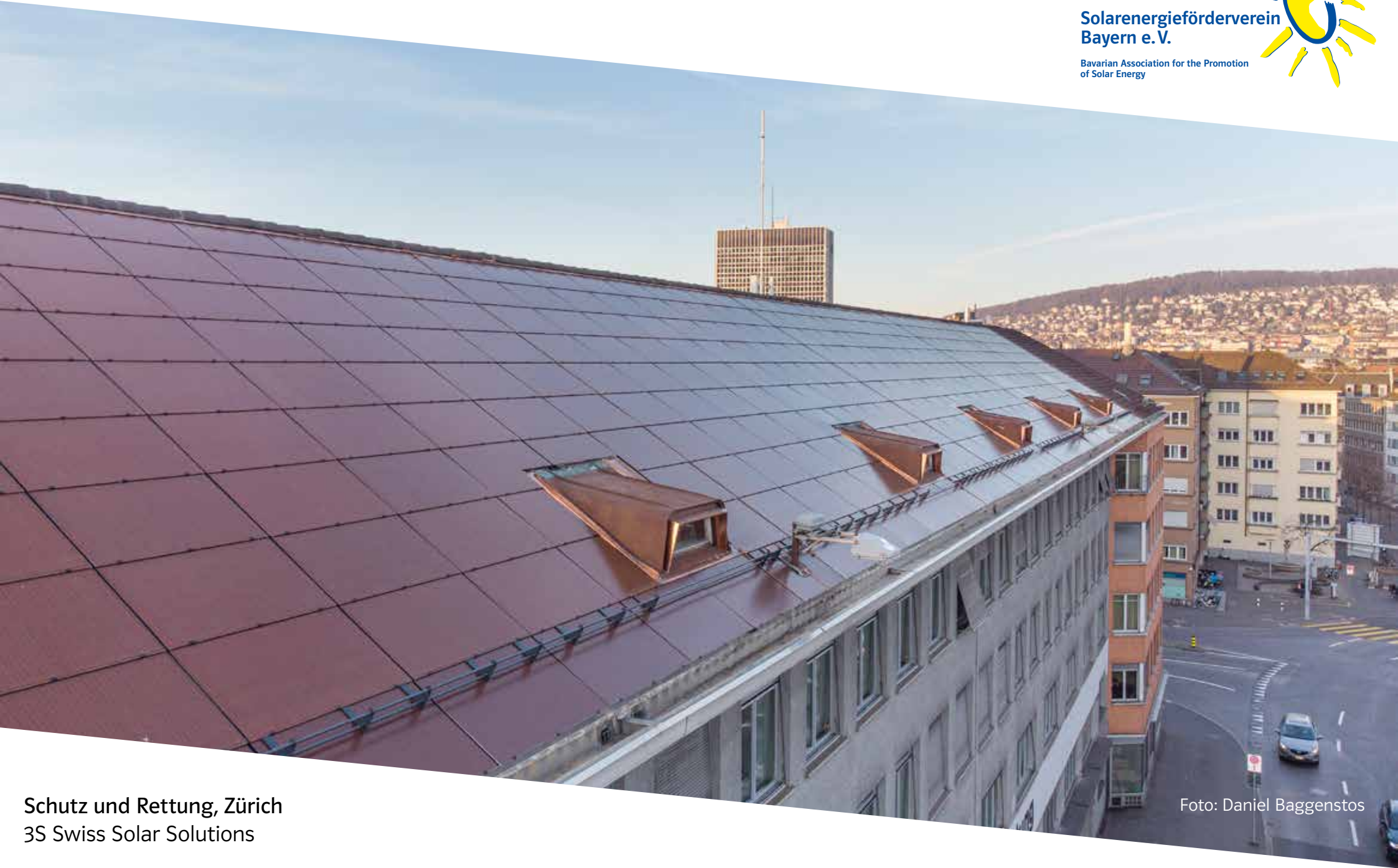
Schutz und Rettung, Zürich
3S Swiss Solar Solutions

Foto: Daniel Baggenstos

Nanofolie (Solaxess), dadurch satiniertes Solarglas (5 mm ESG) möglich
Minderleistung: - 18 % (Herstellerberechnung)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Schutz und Rettung, Zürich
3S Swiss Solar Solutions

Foto: Daniel Baggenstos



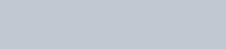
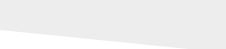
Schutz und Rettung, Zürich
3S Swiss Solar Solutions

Foto: Daniel Baggenstos





Vielzahl von Schichten, um sichtbares Licht zu reflektieren, während die Infrarot-Strahlung zu den Solarzellen geleitet wird. Die Reflektion des weißen Lichtanteils wird durch eine zusätzliche Mikrostruktur auf der Rückseite der Folie erreicht. Dies führt zu einer weißen, homogenen Oberfläche. Andere Farben werden durch eine Anpassung der Kombination der Filter oder durch Zugabe von Farbpigmenten erreicht.

 STANDARD COLORS (05.2022)		Approximative color codes (satin glass)			Performance Retained (%)
Name	Color	RAL Classic	RAL Design	NCS 1950	
White		1005-R80B			55%
Light Grey		260 80 05			75%
Dark Grey		6005-R80B			90%
Terracotta		8002		6020-Y50R	82%
Dark Brown		040 30 10			88%
Grey-Beige		4005-G80Y			80%
Barbados Beige		090 70 10 3005-Y20R			70%
Light Terracotta		4010 Y50R			71%
Pine Green		6028	160 40 20		80%
Verdigris		160 70 10			61%
Ocean Blue		220 50 15			72%
Falu Red		3009		5040-Y80R	64%
Terra Orange		040 60 40 3040 Y 80R			53%
Gold					72%

- Bedrucken der Gläser (Vorder- oder Rückseite); keramische Tinte (ColorQuant)
- Farbige Folien, farbige Solarzellen
- Bragg-Spiegel (Morphocolor, spektralfarben möglich)



Technical activities

Comparison of different coloring techniques for EPoG elements

Code	Technology	Main contributing partner	Extra cost (compared to standard PV modules)		Aesthetic				Lifetime	Power
			Raw Mat.	Process	Color	White	Image	Pattern		
CT1	Colored encapsulant	CSEM								
CT2	Interferential filter	SOLAXESS								
CT3	Laminate Interlayer (Mesh/fabric)	ISSOL								
CT4	Laminate Interlayer (PET Based)	ISSOL								
CT5	Digital Interlayer (PET based)	SGDE								
CT6	Digital Printing (non ceramic)	ISSOL								
CT7	Digital Printing (ceramic)	SGDE								
CT8	Ceramic fritting	SGDE								
CT9	Enameling	SGDE								
CT10	Fused pigments	SGDE								
Symbol explanation										
Least advantageous									Most advantageous	

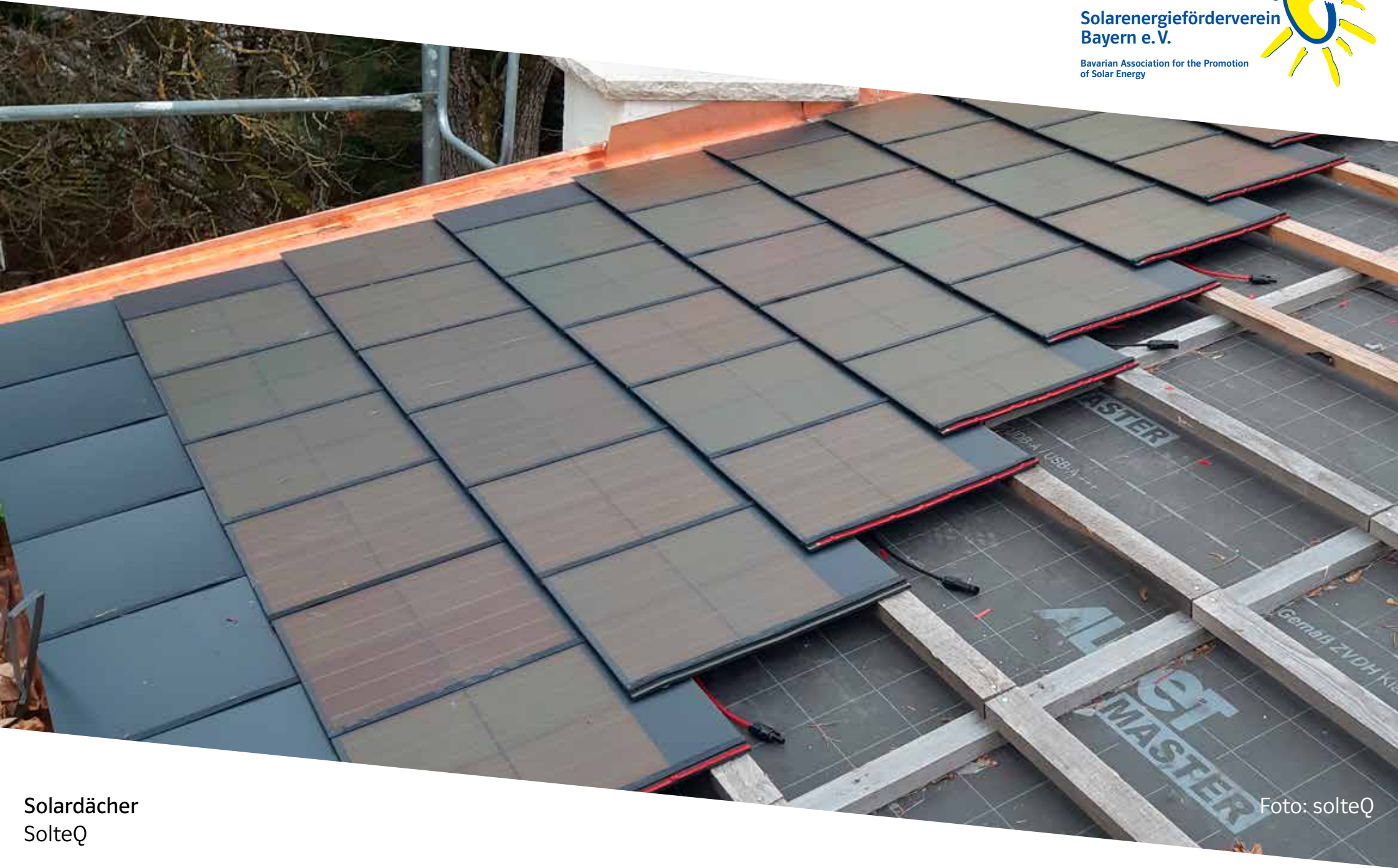


The Be-Smart project has received funding from The European Union's
Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement
No 818809.

Solarschindeln, kombinierbar mit marktüblichen Kunststein- oder Echt-Schieferplatten (171 W/m²)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Solardächer
SolteQ

Foto: solteQ

Solarschindeln, kombinierbar mit marktüblichen Kunststein- oder Echt-Schieferplatten (171 W/m^2)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Solardächer
SolteQ

Foto: solteQ

8,32 kW, Belegung mit Solarziegeln kupferrot engobiert mit rotem Modul (passend zu „Creaton Domino“)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Sanierung, Tübingen
GWG Tübingen/Stadtwerke Tübingen/Orth Architekten

Foto: Susanne Buchholz

8,32 kW, Belegung mit Solarziegeln kupferrot engobiert mit rotem Modul (passend zu „Creaton Domino“)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Sanierung, Tübingen
GWG Tübingen/Stadtwerke Tübingen/Orth Architekten

Foto: GWG Tübingen

82,42 kW PV-Fassadenanlage
PV wird unsichtbar (keine Solarzellen, keine Befestigung)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Bürogebäude Westspitze, Tübingen (DE)
a+r Architekten

Foto: Brigida González

82,42 kW PV-Fassadenanlage PV wird unsichtbar (keine Solarzellen, keine Befestigung)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Photovoltaik-FASSADE:

PV-Dünnschicht-Module: AVANCIS GmbH - SKALA

Anzahl: 634 Module

Abmessungen Module: 1587 mm x 664 mm

Beschichtung Module: Farbton Bronze

Photovoltaik-Fläche: 659 m²

Leistung je Modul: 130 W

Anlagenleistung: 82,42 kWp

Kosten Module: ca. 300-330 € / m² netto
(Angabe Fa. Avancis 04 / 2022)

- Farbe Aluminium auf PV-Module abgestimmt
- bronze-farbene Beschichtung vermindert Energieertrag um ca. 7 % gegenüber schwarzen bzw. anthrazit-farbenen Modulen
- „lebendiger“ Farb-Effekt der PV-Module

FARBE

SKALA-Solarmodule zeichnen sich standardmäßig durch eine einheitliche schwarze Oberfläche aus. Darüber hinaus sind die Architekturmodule auch in verschiedenen Farben erhältlich. Im Unterschied zu anderen farbigen PV-Modulen wird die lebendige Farbe bei SKALA durch die Reflexion des Sonnenlichts erzeugt.



Black



Anthracite



Blue



Green



Grey



Bronze

Bürogebäude Westspitze, Tübingen (DE)
a+r Architekten

Foto: Brigida González



Material

Glas vs. Folie

56 kW Indach-PV-Anlage
Akzentuierung und stimmige Ergänzung des Mauerwerks

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



PTT Binnenrotte, Rotterdam
Orange Architects

Foto: Frank Hanswijk

10 kW PV-Anlage, glasfaserverstärkter Kunststoff, in dessen Schichten monokristalline Zellen laminiert sind; sehr leicht ($3,3 \text{ kg/m}^2$)

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Dachgeschoss, Wien (Ensembleschutzzone)
DAS Energy

Foto: DAS Energy

21,6 kW PV-Anlage, Stehfalzeindeckung mit PV werkseitig vorgefertigt
Verschaltung der Module auf der Rückseite

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



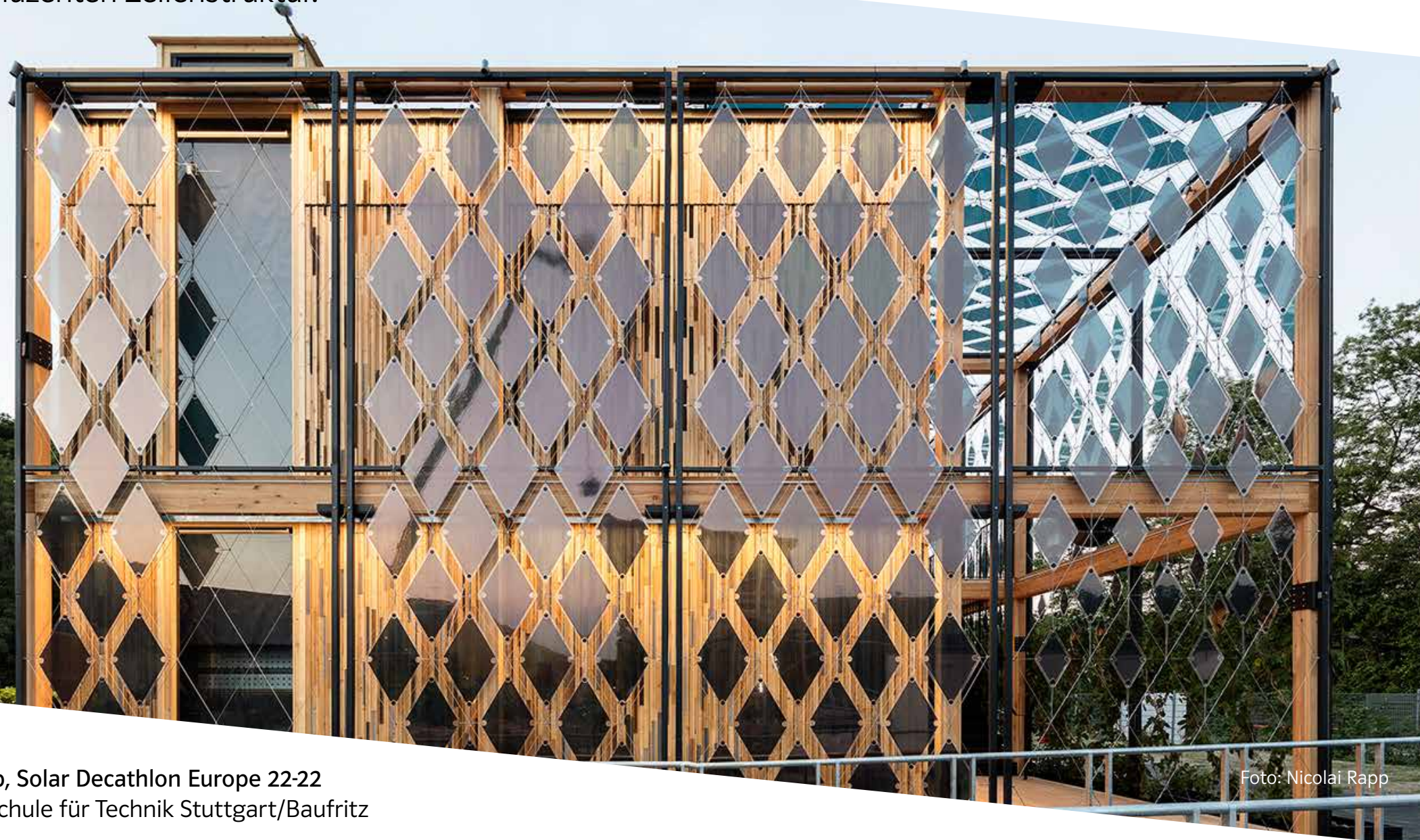
Dominikanerkloster, Mechelen
DAS Energy/Kalzip

Foto: DAS Energy/Kalzip

Die rautenförmigen **OPV**-Zellen bestehen aus einem organischen Halbleiter auf Polymerbasis und werden in feinen Schichten auf eine dünne Folie "gedruckt". Diese zum Witterungsschutz zwischen zwei transparenten, 3 mm starke Polycarbonatplatten einlaminiert - es entsteht ein sogenanntes OPV-Modul mit einer transluzenten Zellenstruktur.

Solarenergieförderverein
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



coLLab, Solar Decathlon Europe 22-22
Hochschule für Technik Stuttgart/Baufritz

Foto: Nicolai Rapp

36 kW Solare OPV-Medienfassade

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



Novartis Pavillon, Basel
ASCA

Foto: iart

36 kW Solare OPV-Medienfassade

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy

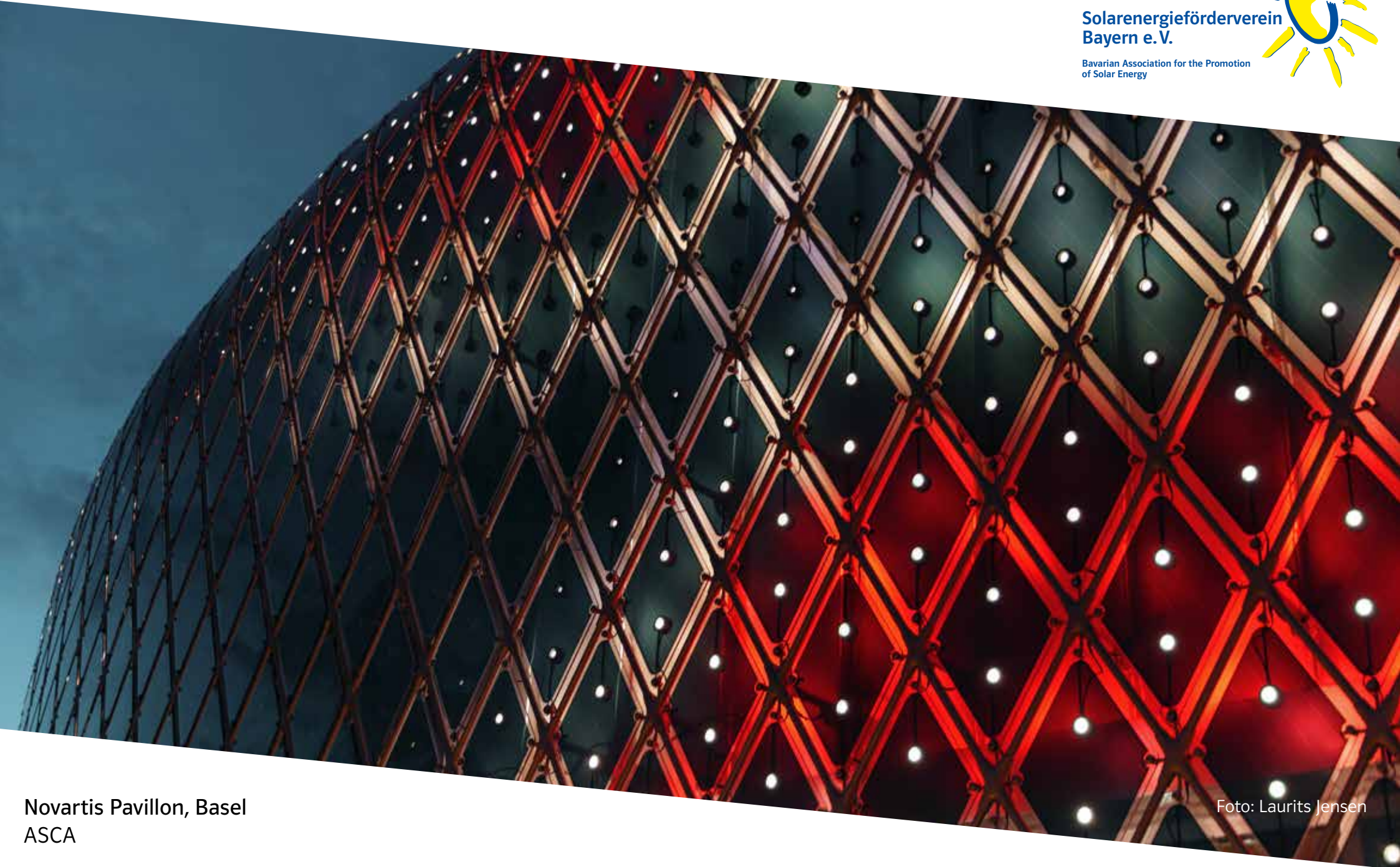


Foto: Laurits Jensen

Novartis Pavillon, Basel
ASCA

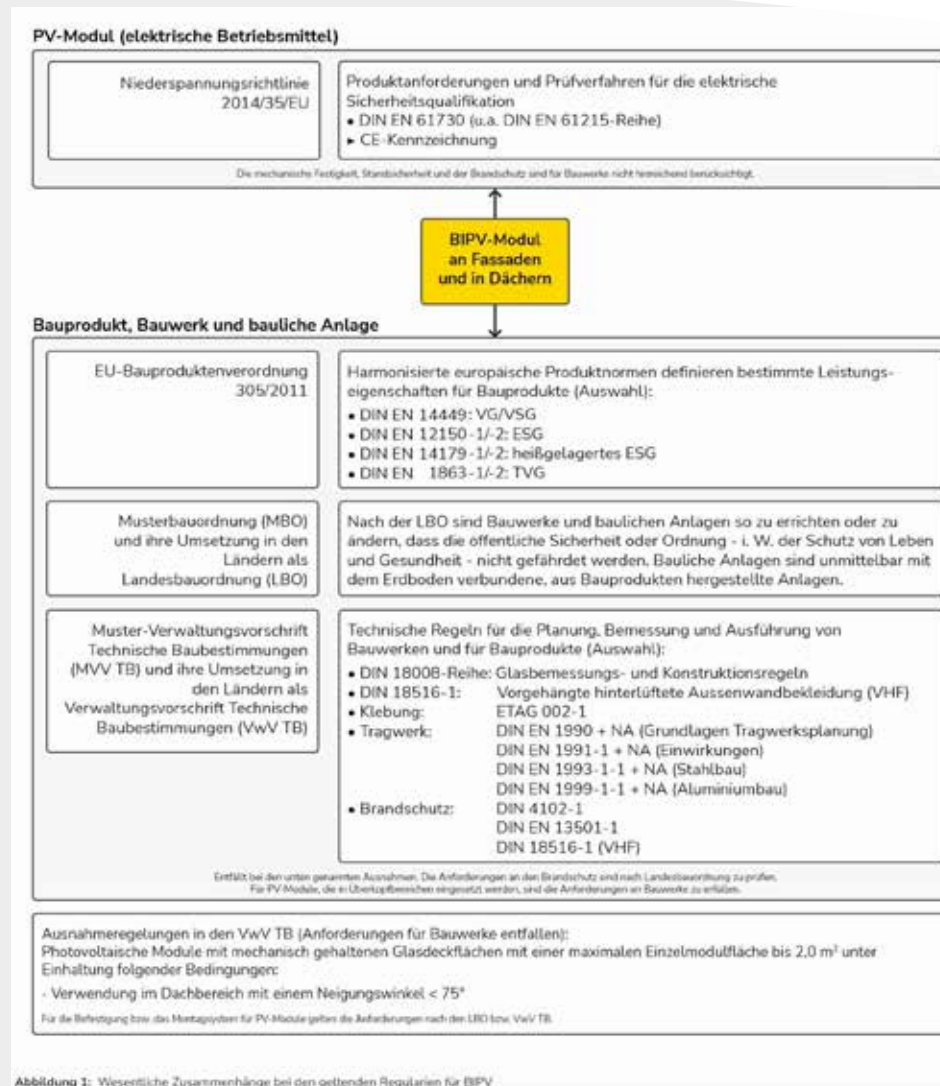


Abbildung 1: Wesentliche Zusammenhänge bei den geltenden Regularien für BIPV

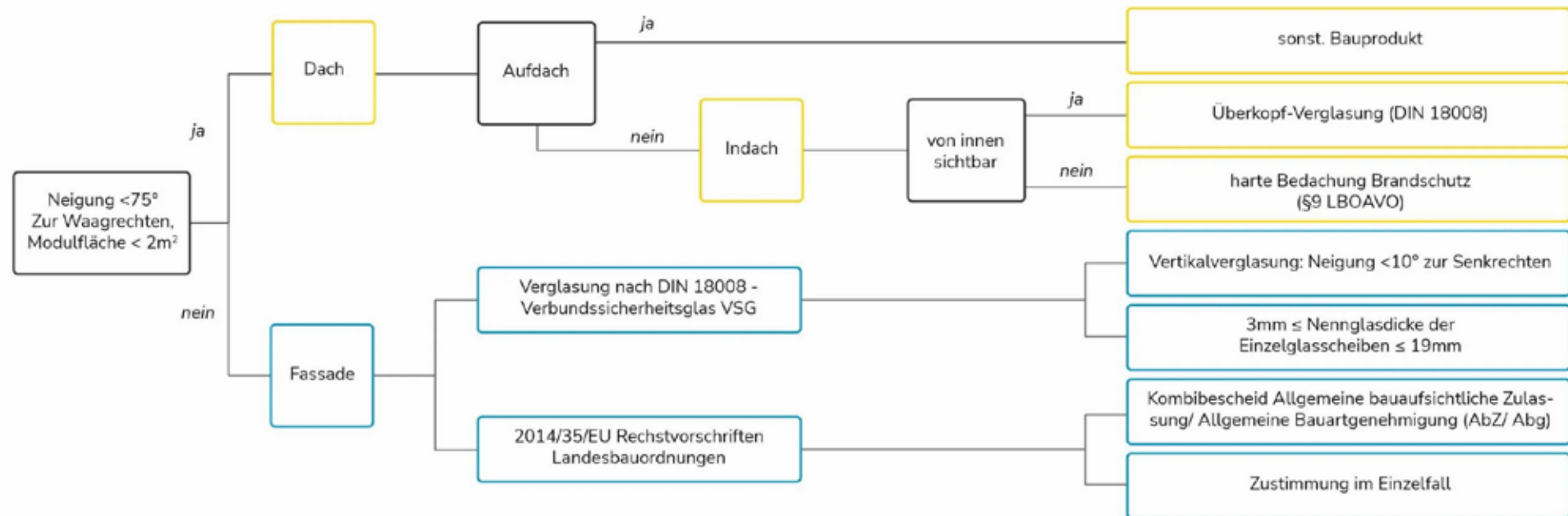
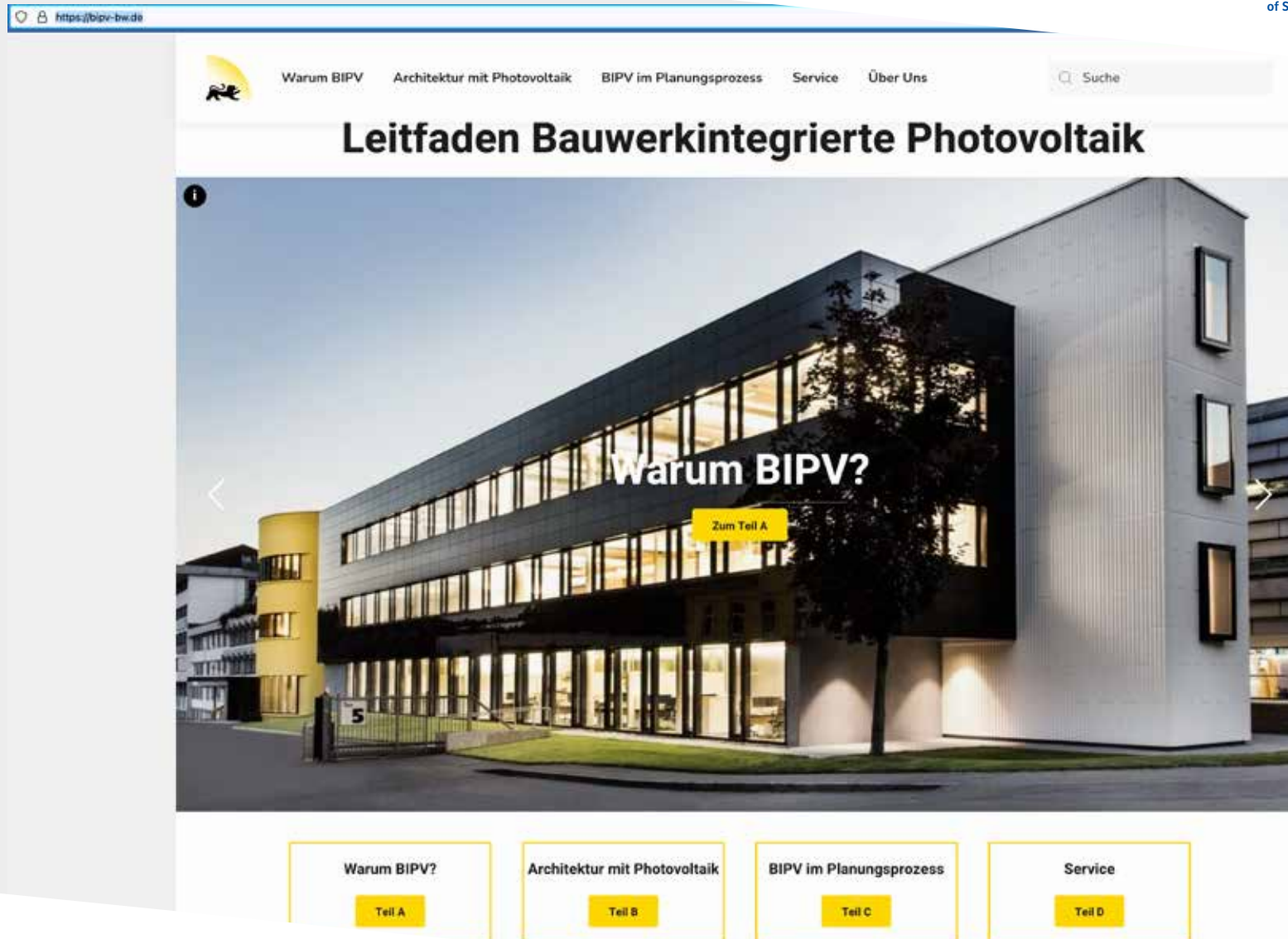


Abbildung 4: Anforderung an PV-Module abhängig davon, wo sie am Gebäude eingesetzt werden

Quelle: ZSW





Beratungsstelle für
bauwerkintegrierte Photovoltaik

www.helmholtz-berlin.de

Unser Angebot

Wir beraten

- Fachleute aus Architektur, Planung und Bauwesen
- zu konkreten Bauvorhaben
- produktneutral und kostenfrei
- und führen Fortbildungen in Zusammenarbeit mit den Architektenkammern durch.

Kontakt: ▶ baip@helmholtz-berlin.de

Telefon: +49 30 8062 121 60

Webseite: ▶ BAIP-Beratungsstelle für BIPV

Twitter: ▶ @BAIP_HZB





ALLIANZ
BAUWERKINTEGRIERTE
PHOTOVOLTAIK **BIPV**

www.allianz-bipv.org

Newsletter abonnieren
Webinare wahrnehmen
Materialien nutzen

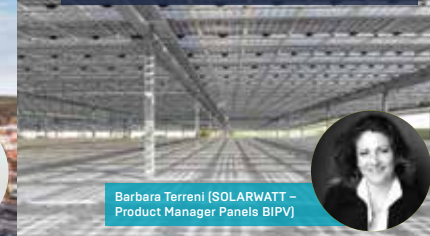
**BAUWERKINTEGRIERTE PHOTOVOLTAIK (BIPV) –
LÖSUNGEN & DIENSTLEISTUNGEN**

SKALA – Die Aktivierung Ihrer Fassade



Dr. Lutz Tautenhahn (AVANCIS –
Director of Sales & Consulting)

PV als skalierbare integrierte Überdachung

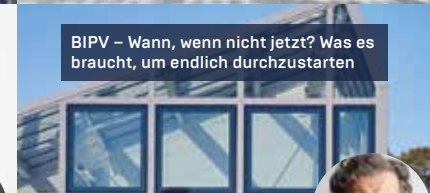


Barbara Terreni (SOLARWATT –
Product Manager Panels BIPV)

Voll in die Architektur integriertes
Photovoltaiksystem



BIPV – Wann, wenn nicht jetzt? Was es
braucht, um endlich durchzustarten





Wanderausstellung



Fachbuch



Bildkalender



Broschüre



Solarenergieförderverein Bayern e. V.

Friedrich-List-Str. 88

81377 München

Tel.: 0 89 / 27 81 34 - 28

fabian.flade@sev-bayern.de

info@sev-bayern.de

www.sev-bayern.de