

**Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.**

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



# Solarsysteme – dach- und fassadenintegriert

Vortrag © Fabian Flade (fabian.flade@sev-bayern.de)  
Christian-Wagner-Bücherei, Rutesheim, 20.09.16



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Einleitung

- Der Solarenergieförderverein Bayern e.V. (SeV) wurde 1997 als Non-Profit-Organisation gegründet, um Erträge, die mit der 1 MW PV-Anlage Solardach München-Riem auf der Messe München erwirtschaftet werden, wieder in die Förderung Erneuerbarer Energien fließen zu lassen.
- Hintergrund aller Aktivitäten ist die Förderung des Klima- und Umweltschutzes.

# Einleitung



(Foto: Messe München)

- 85,8 % der PV-Anlage gehören dem SeV. Mit seinen Stromerlösen aus der Anlage leistet er einen laufenden Beitrag zur Fortentwicklung und Markteinführung Erneuerbarer Energien.

# Einleitung

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Atrium (Foto: Messe München)

# Einleitung

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



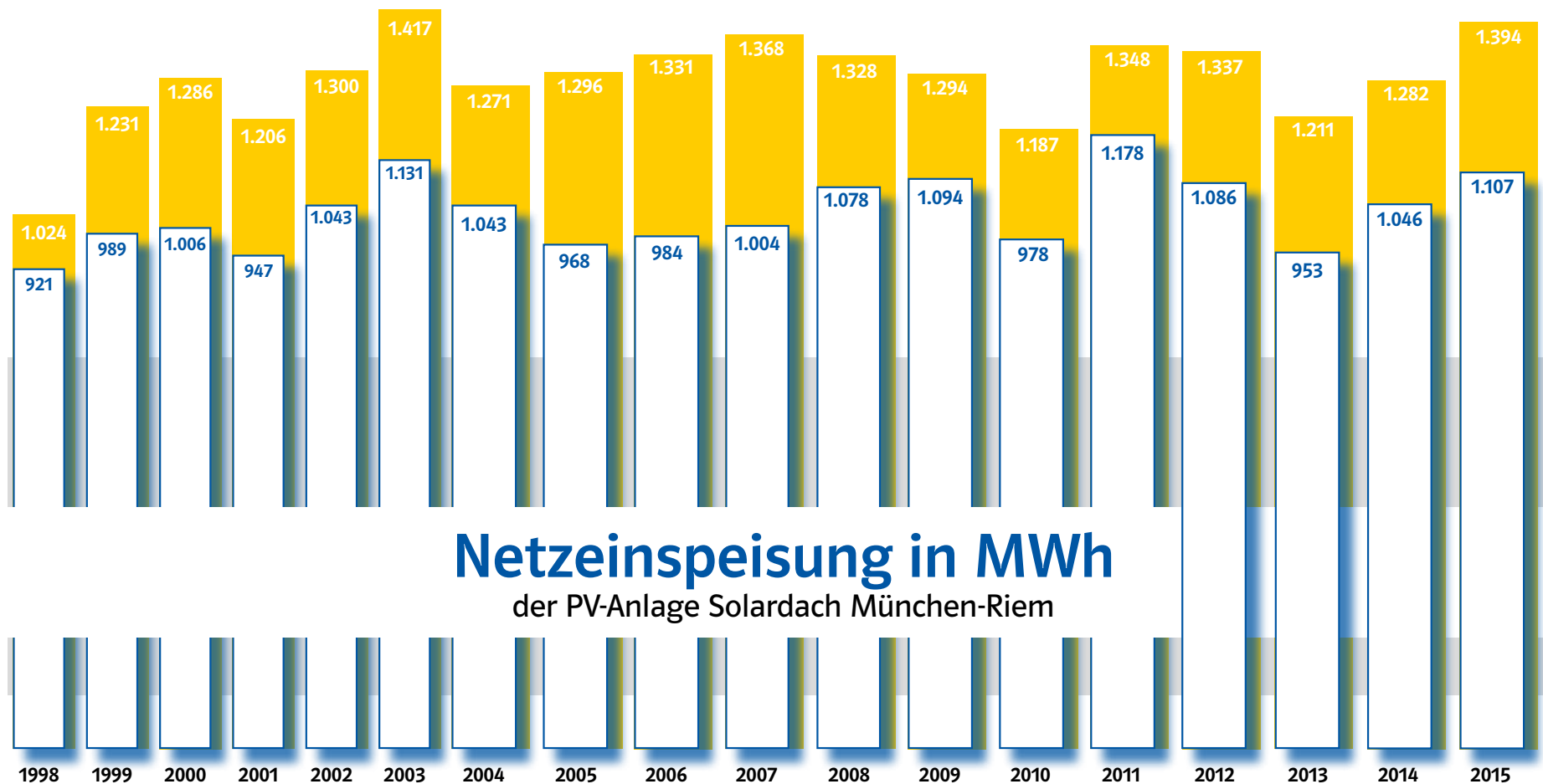
(Foto: Fabian Flade)

Solardach München-Riem

# Einleitung



Globalstrahlung (kWh/m<sup>2</sup>) auf 28° zur Horizontalen geneigte Fläche

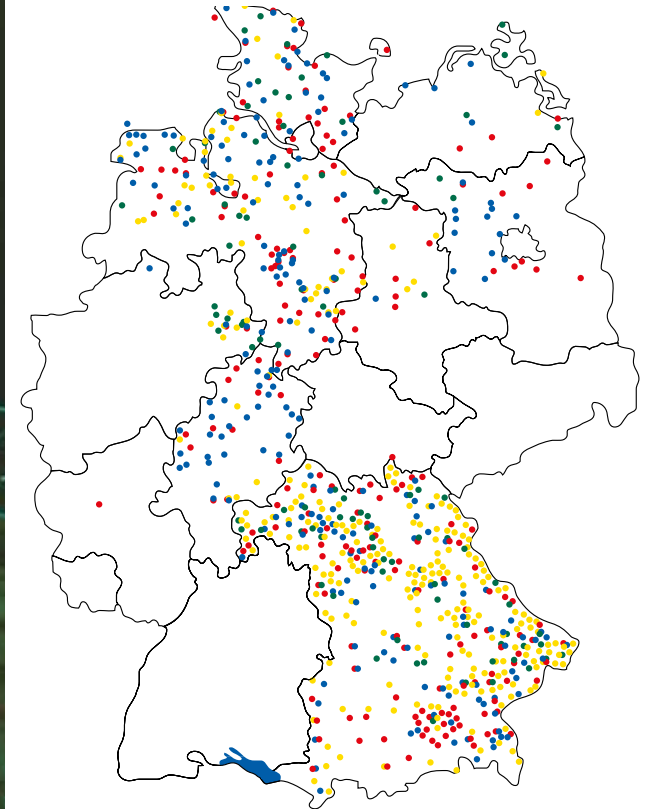


Netzeinspeisung in MWh  
der PV-Anlage Solardach München-Riem

# Einleitung

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Programm „Sonne in der Schule“ (Beginn 1994)

# Einleitung

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy





# Einleitung

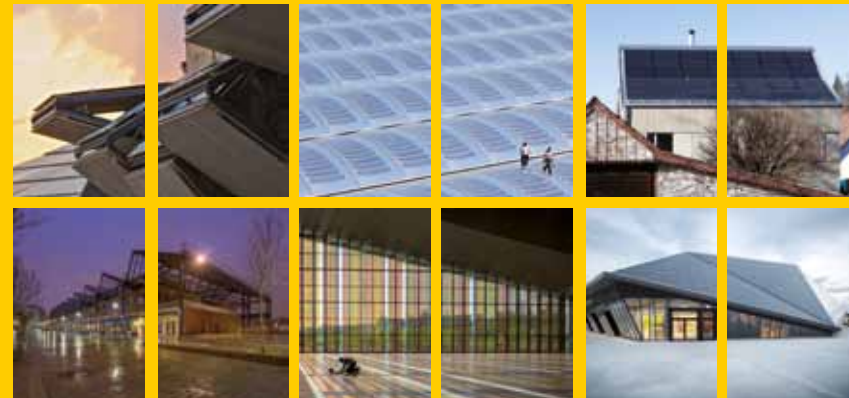
Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



## Gebäudeintegrierte Solartechnik

Architektur und Solarenergie



# Einleitung

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

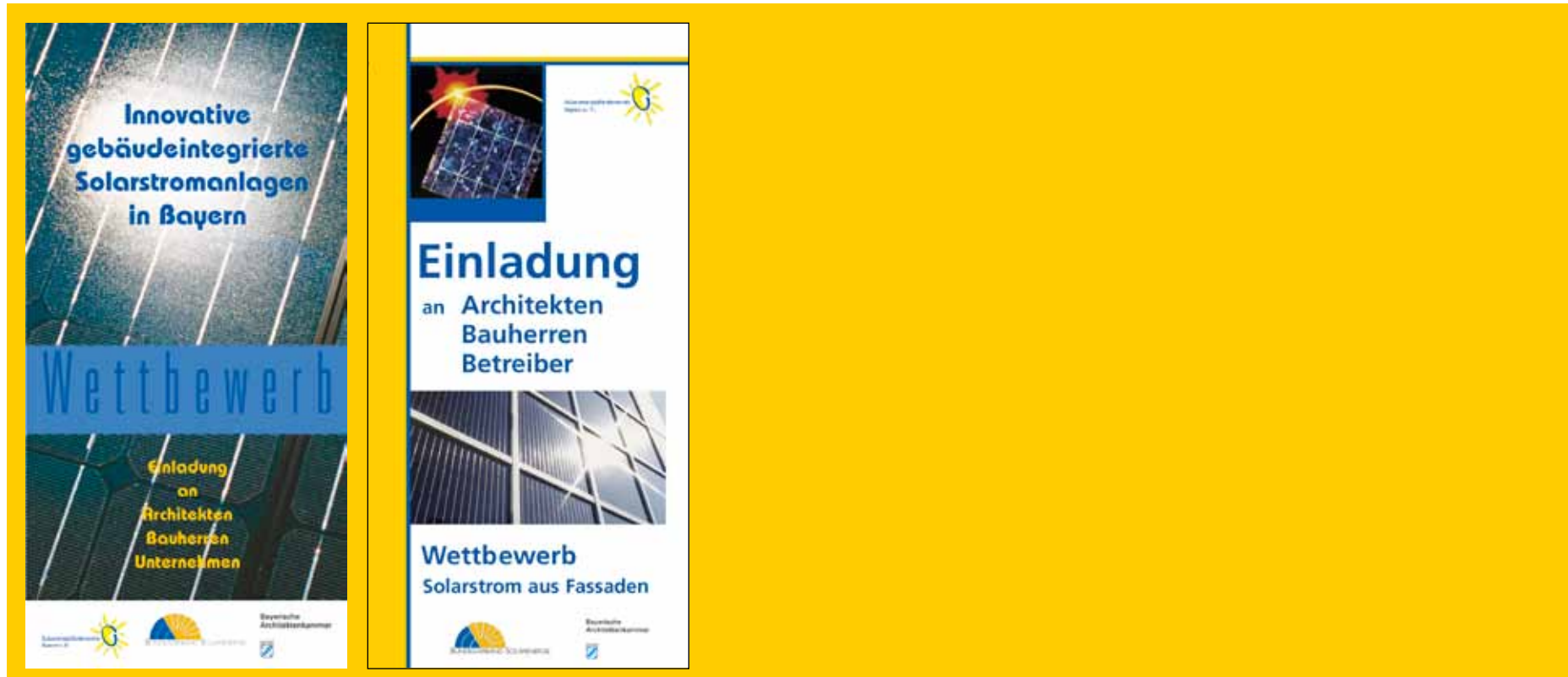
Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



# Einleitung

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



# Einleitung



**Innovative gebäudeintegrierte Solarstromanlagen in Bayern**

**Wettbewerb**

**Einladung an Architekten Bauherren Unternehmen**

**Einladung an Architekten Bauherren Betreiber**

**Wettbewerb Solarstrom aus Fassaden**

**Wettbewerb Gebäudeintegrierte Photovoltaik 2005**

**Einladung zur Teilnahme**

**Preisgeld**

Hauptpreis: 15.000 €  
fünf Anerkennungspreise von je 2.000 €

# Einleitung

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



# Einleitung

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



# ARCHITEKTUR PREIS GEBÄUDEINTEGRIERTE SOLARTECHNIK 2011 + 2014

# Einleitung

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



## ARCHITEKTUR PREIS GEBÄUDEINTEGRIERTE SOLARTECHNIK 2011 + 2014

317 Projekte aus 26 Ländern

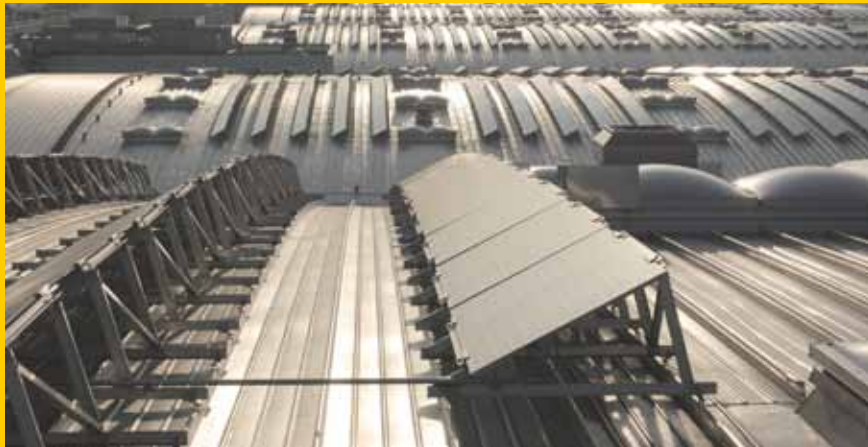


Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Einleitung

Additiv



Definition Gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV/BIPV)



# Einleitung

integriert



Foto: Ackermann und Partner Architekten



Foto: AIG Gotha

Definition Gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV/BIPV)

# Einleitung



integriert



Foto: Deppisch Architekten

- Standardmontage auf Unterkonstruktion aus Aluminiumprofilen über der Abdichtungsebene



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Einleitung

integriert

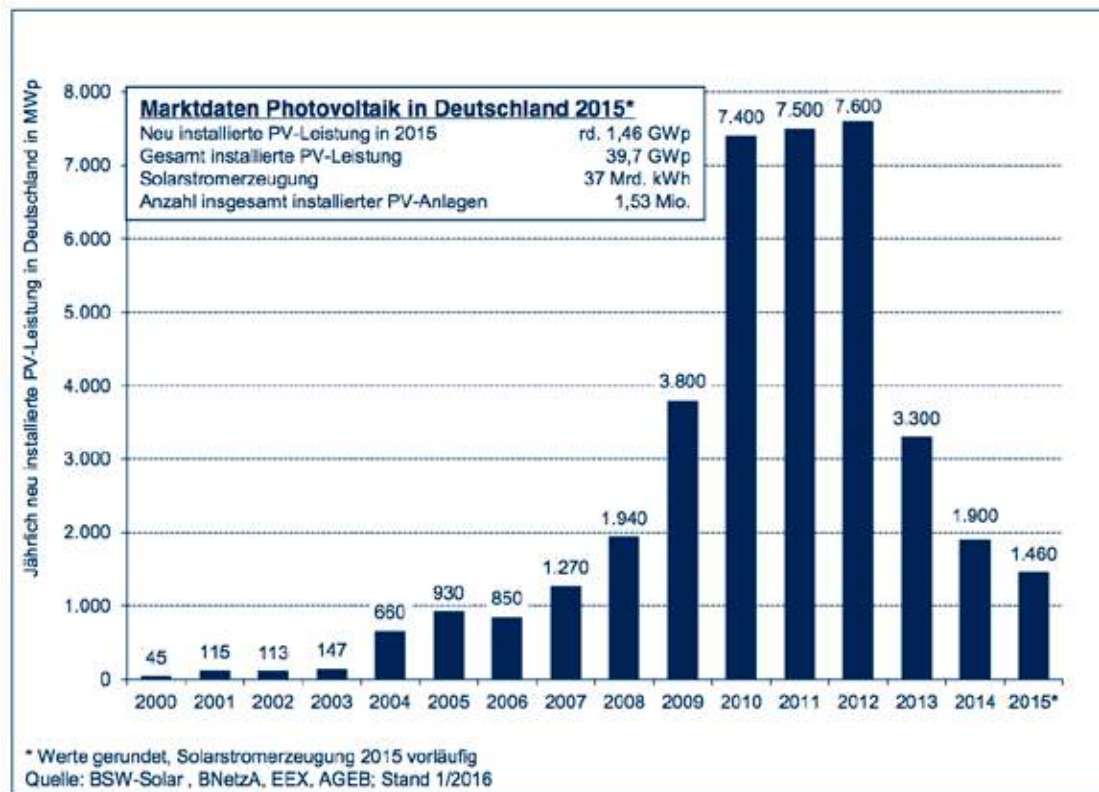


Foto: Deppisch Architekten

- Dehnfugen so konstruiert, dass ein weitgehend einheitlicher Abstand der Module gewährleistet ist
- Moduloberfläche bündig mit den Dachrändern angeordnet und von keiner Durchdringung gestört. Leitungen enden im Zwischenraum unter der Modulebene



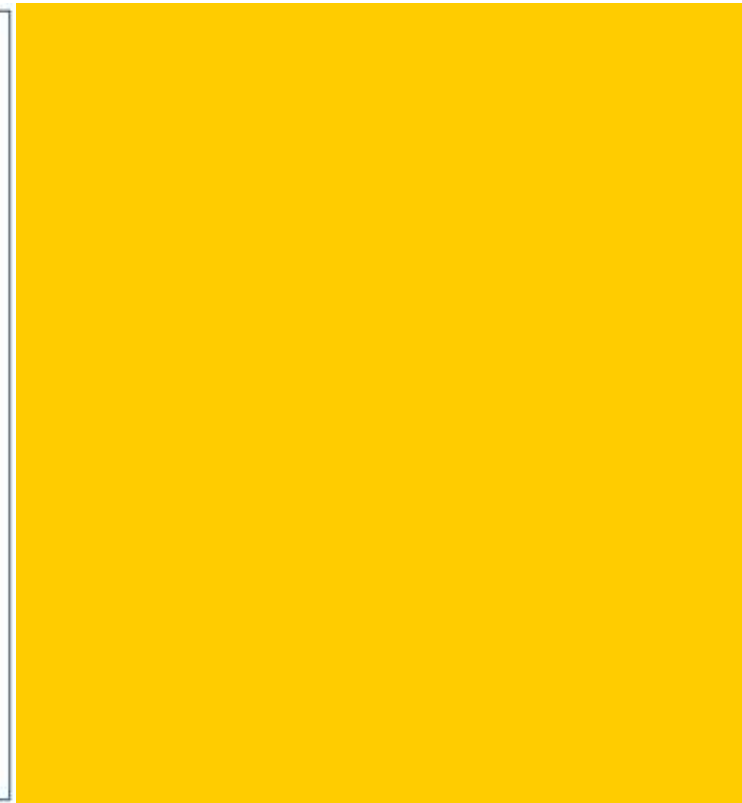
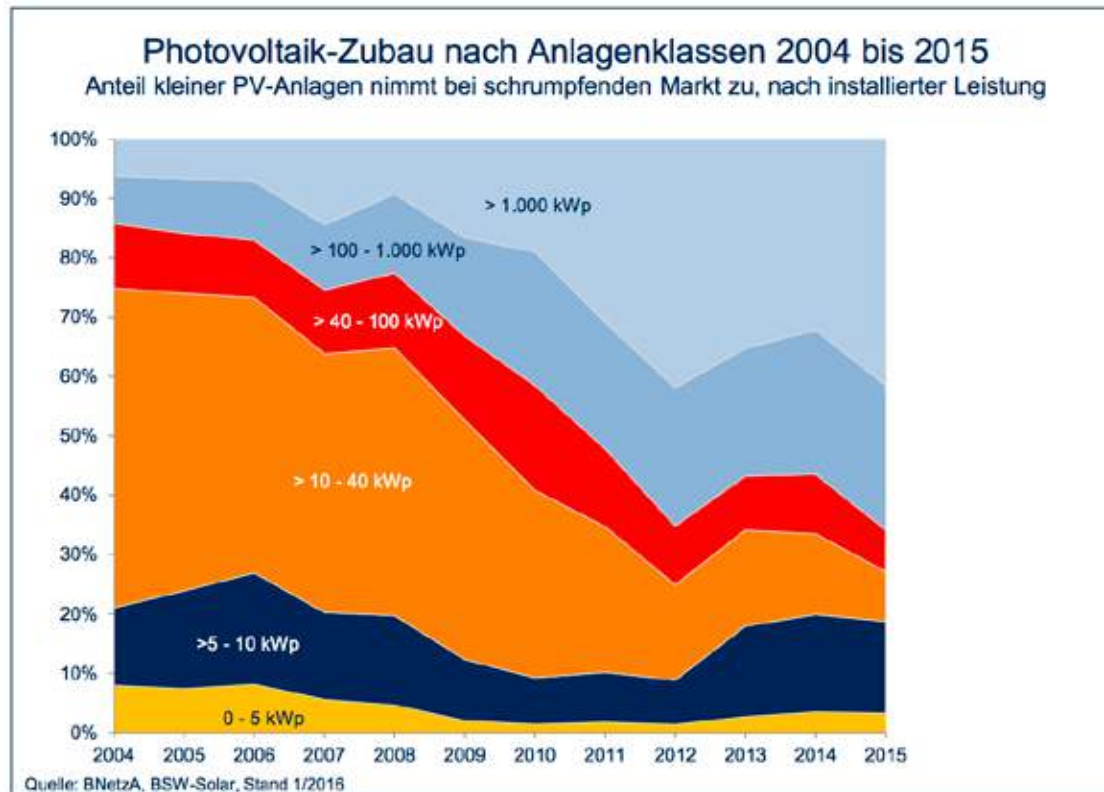
# Entwicklung der PV-Installationen



- Jährlich in Deutschland neu installierte Leistung in MW<sub>p</sub>



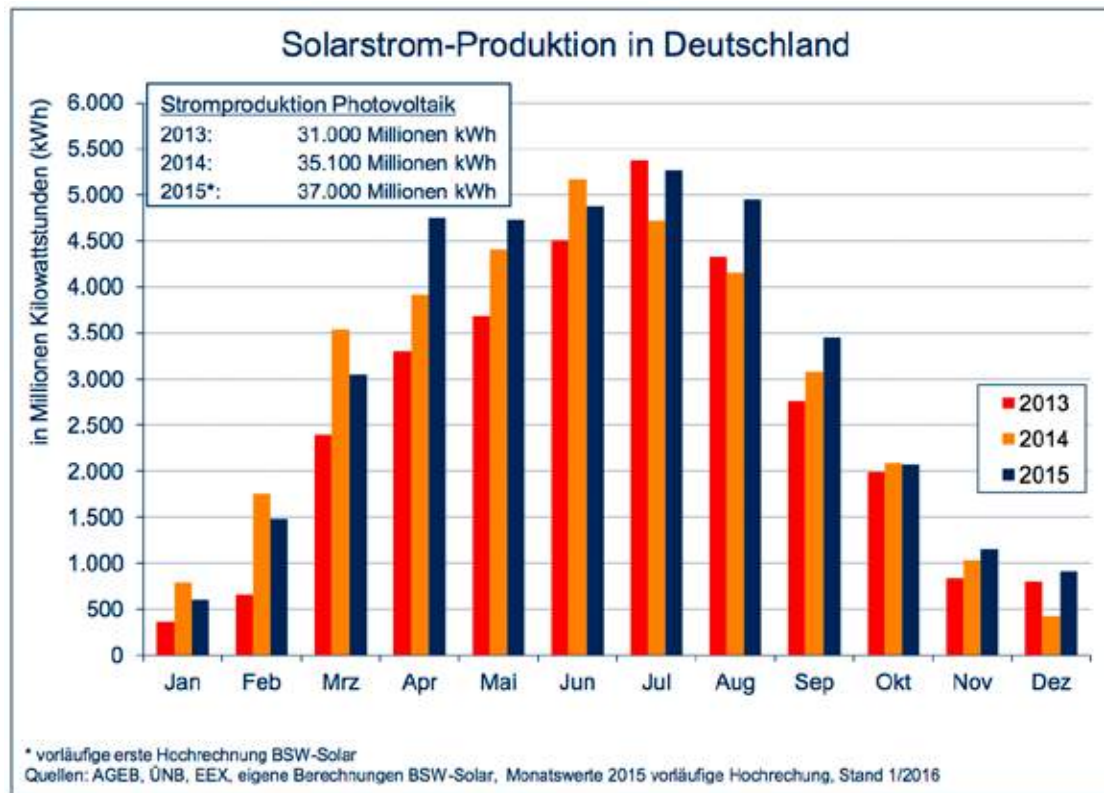
# Verteilung des jährlichen PV-Zubaus



- Anteil kleiner PV-Anlagen nimmt bei schrumpfenden Markt zu



# Solarstrom-Produktion 2015



- PV deckt mehr als 6 % des deutschen Bruttostromverbrauchs



# Einspeisevergütung PV

Inbetriebnahme	Dachanlagen									Dachanlagen auf Nichtwohngebäuden im Außenbereich und Freiflächenanlagen <sup>3</sup> (jeweils bis 500 kWp) (Ct/kWh)		
	bis 10 kWp (Ct/kWh)			Über 10 bis 40 kWp (Ct/kWh)**			Über 40 bis 500 kWp (ab 31.12.2015) Über 40 bis 100 kWp (ab 1.1.2016) (Ct/kWh)**			2.400 MWp (0,25%)	1.500 MWp (0%)	1.000 MWp (-1,5%) <sup>5</sup>
bei einem auf ein Jahr hochgerechneten Zubau bis... (Degression)	2.400 MWp (0,25%)	1.500 MWp (0%)	1.000 MWp (-1,5%) <sup>5</sup>	2.400 MWp (0,25%)	1.500 MWp (0%)	1.000 MWp (-1,5%) <sup>5</sup>	2.400 MWp (0,25%)	1.500 MWp (0%)	1.000 MWp (-1,5%) <sup>5</sup>	2.400 MWp (0,25%)	1.500 MWp (0%)	1.000 MWp (-1,5%) <sup>5</sup>
Ab 1. Aug 2014	12,75			12,40			11,09			8,83		
Ab 1. Sep 2014	12,69			12,34			11,03			8,79		
Ab 1. Okt 2014	12,65			12,31			11,01			8,76		
Ab 1. Nov 2014	12,62			12,28			10,98			8,74		
Ab 1. Dez 2014	12,59			12,25			10,95			8,72		
Ab 1. Jan 2015	12,56			12,22			10,92			8,70		
Ab 1. Feb 2015	12,53			12,18			10,90			8,68		
Ab 1. Mrz 2015	12,50			12,15			10,87			8,65		
Ab 1. Apr 2015	12,47			12,12			10,84			8,63		
Ab 1. Mai 2015	12,43			12,09			10,82			8,61		
Ab 1. Jun 2015	12,40			12,06			10,79			8,59		
Ab 1. Jul 2015	12,37			12,03			10,76			8,57		
Ab 1. Aug 2015	12,34			12,00			10,73			8,55		
Ab 1. Sep 2015	12,31			11,97			10,71			8,53		
Ab 1. Okt 2015	12,31			11,97			10,71			8,53		
Ab 1. Nov 2015	12,31			11,97			10,71			8,53		
Ab 1. Dez 2015	12,31			11,97			10,71			8,53		
Ab 1. Jan 2016 <sup>2</sup>	12,31			11,97			10,71			8,53		
Ab 1. Feb 2016 <sup>2</sup>	12,31			11,97			10,71			8,53		
Ab 1. Mrz 2016 <sup>3</sup>	12,31			11,97			10,71			8,53		
Ab 1. Apr 2016 <sup>4</sup>	12,28	12,31	12,50	11,94	11,97	12,15	10,68	10,71	10,87	8,50	8,53	8,65
Ab 1. Mai 2016 <sup>4</sup>	12,25	12,31	12,50	11,91	11,97	12,15	10,65	10,71	10,87	8,48	8,53	8,65
Ab 1. Jun 2016 <sup>4</sup>	12,22	12,31	12,50	11,88	11,97	12,15	10,63	10,71	10,87	8,46	8,53	8,65

Quelle: Bundesverband Solarwirtschaft

- Einspeisevergütung garantiert nicht mehr die Wirtschaftlichkeit



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

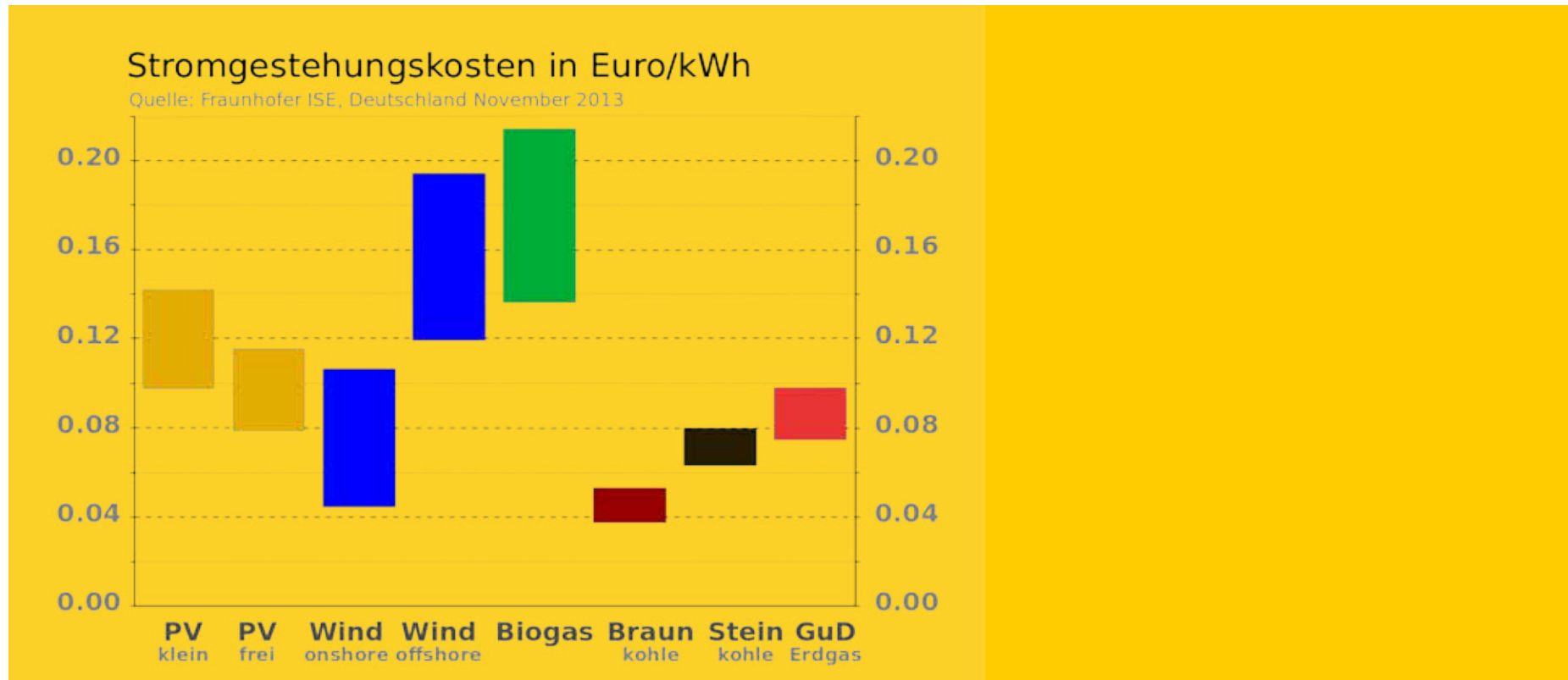
# Eigenverbrauch + Überschuss-Einspeisung

- EEG läuft aus: Abkehr von der Förderung des Zubaus, PV soll/muss in der Realität des Marktes ankommen.
- Verbrauch und Erzeugung nicht mehr weitgehend entkoppelt. Die Übereinstimmung von Lastprofil und Stromerzeugung wird immer wichtiger.



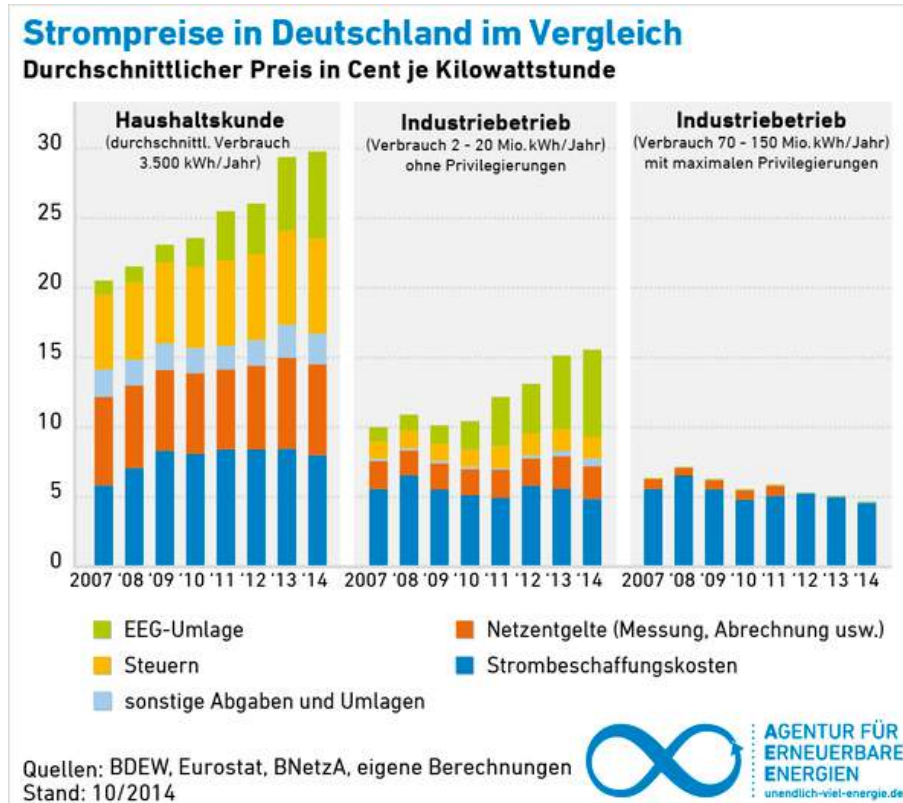


# Stromgestehungskosten niedriger ...



- Deutsche Stromgestehungskosten für erneuerbare Energien und konventionelle Kraftwerke 2013

# ... als der Strompreis



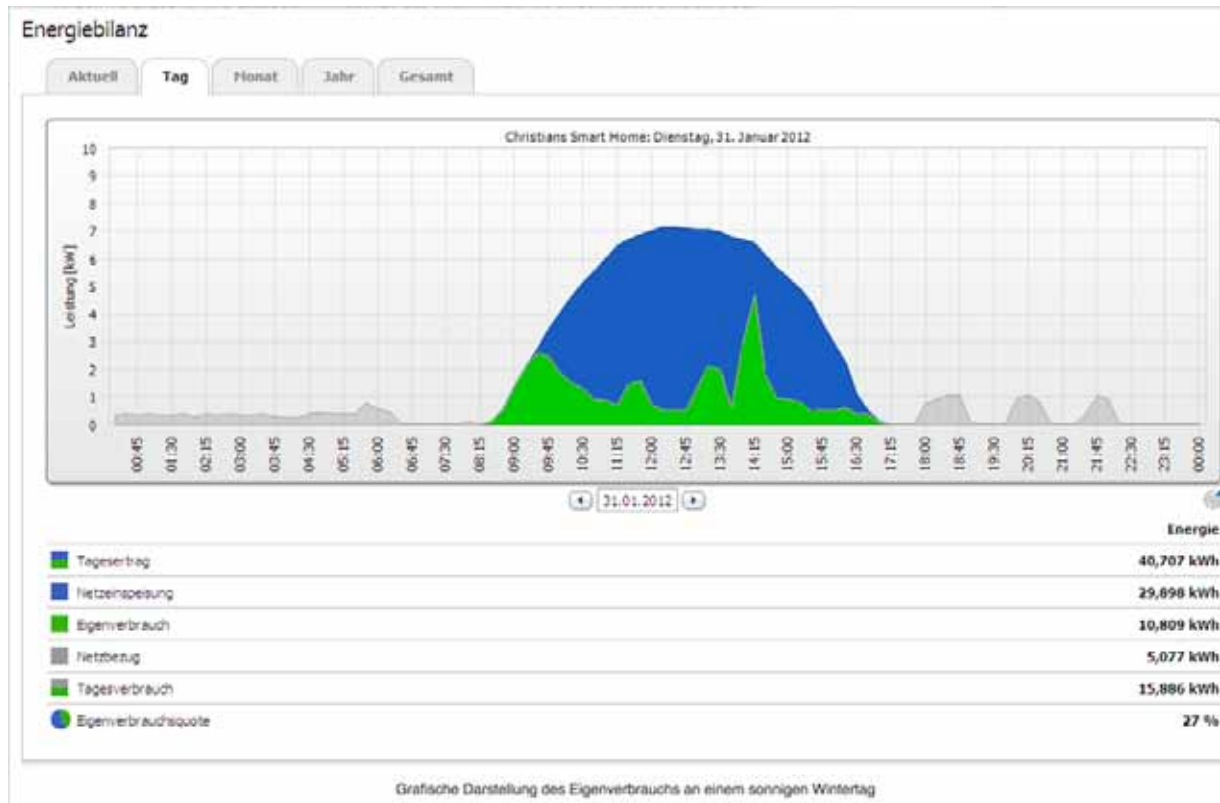
- Entwicklung der Strompreise von Haushalten und Industrie = Vorteil Eigenstromnutzung steigt



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Erzeugung und Verbrauch

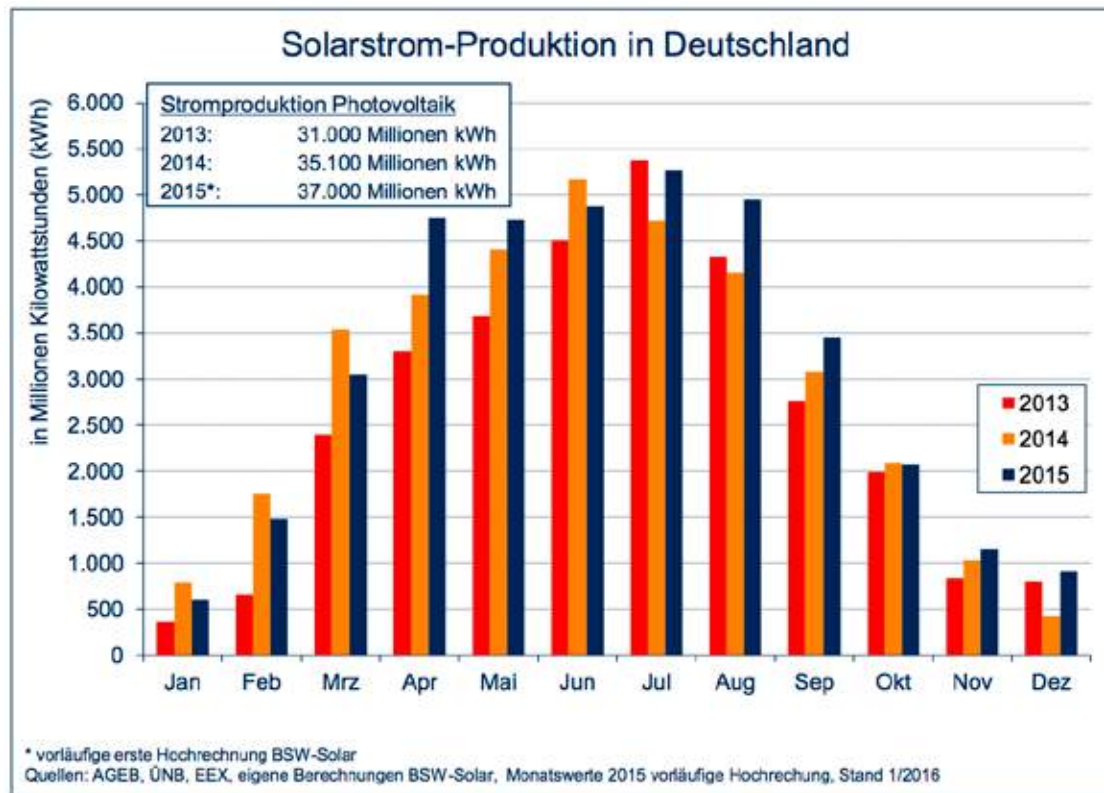


Quelle: SMA

- Eigenstrom spricht für GIPV



# Solarstrom-Produktion



- Steilere Exposition der Module entzernt Erzeugungsspitzen.



# Einstrahlungsscheibe Sonnenenergie

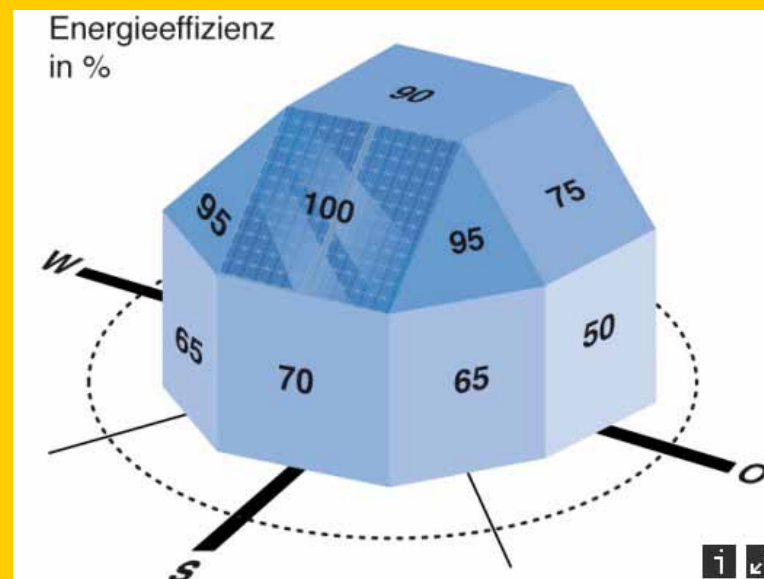
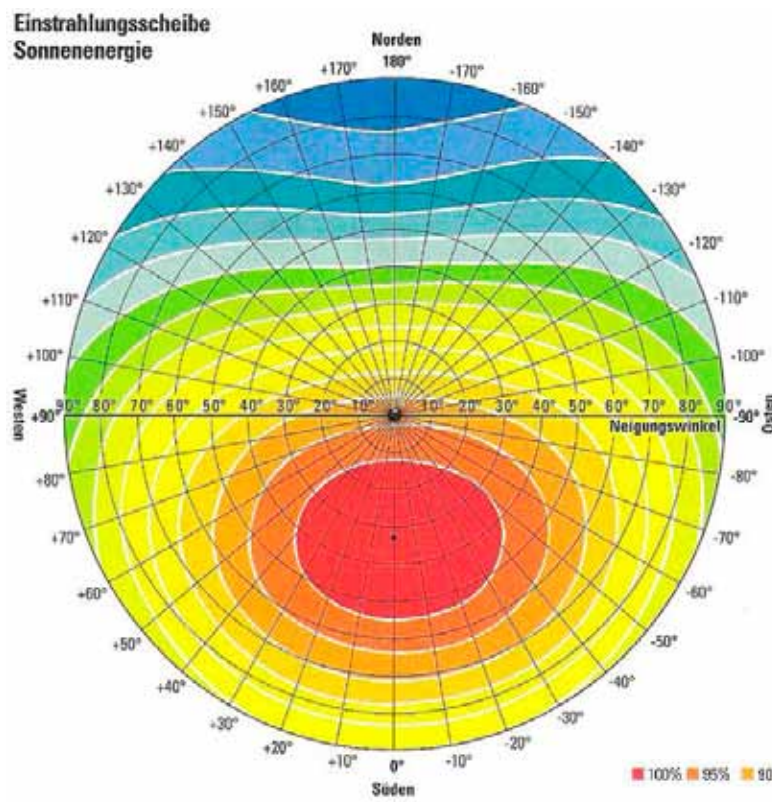


Bild: MGT-esys

Quelle: [www.salwa.de](http://www.salwa.de)

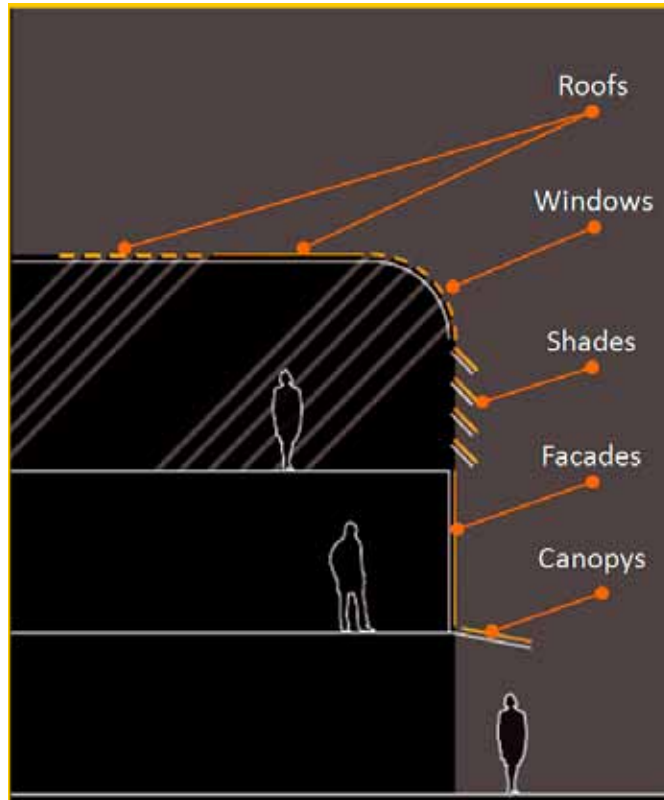
- Solare Einstrahlung in Abhängigkeit von Neigungswinkel und Himmelsrichtung in Prozent des Maximalwertes bei optimaler Ausrichtung und Neigung



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# GIPV-Anwendungen



Grafik: Odersun



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Umweltarena Spreitenbach



Foto: René Schmid Architekten

- Installierte Leistung: 750 kW
- PV-Module: MegaSlate (3S, heute Meyer Burger)
- Kosten: rd. 2,6 Mio EUR = rd. 3.500 EUR/kW (inkl. Dachaufbau, Wechselrichter, Sondermodule, Planung, Inbetriebnahme)

# Umweltarena Spreitenbach

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: René Schmid Architekten

- Installierte Leistung: 750 kW
- PV-Module: MegaSlate (3S, heute Meyer Burger)
- Kosten: rd. 2,6 Mio EUR = rd. 3.500 EUR/kW (inkl. Dachaufbau, Wechselrichter, Sondermodule, Planung, Inbetriebnahme)

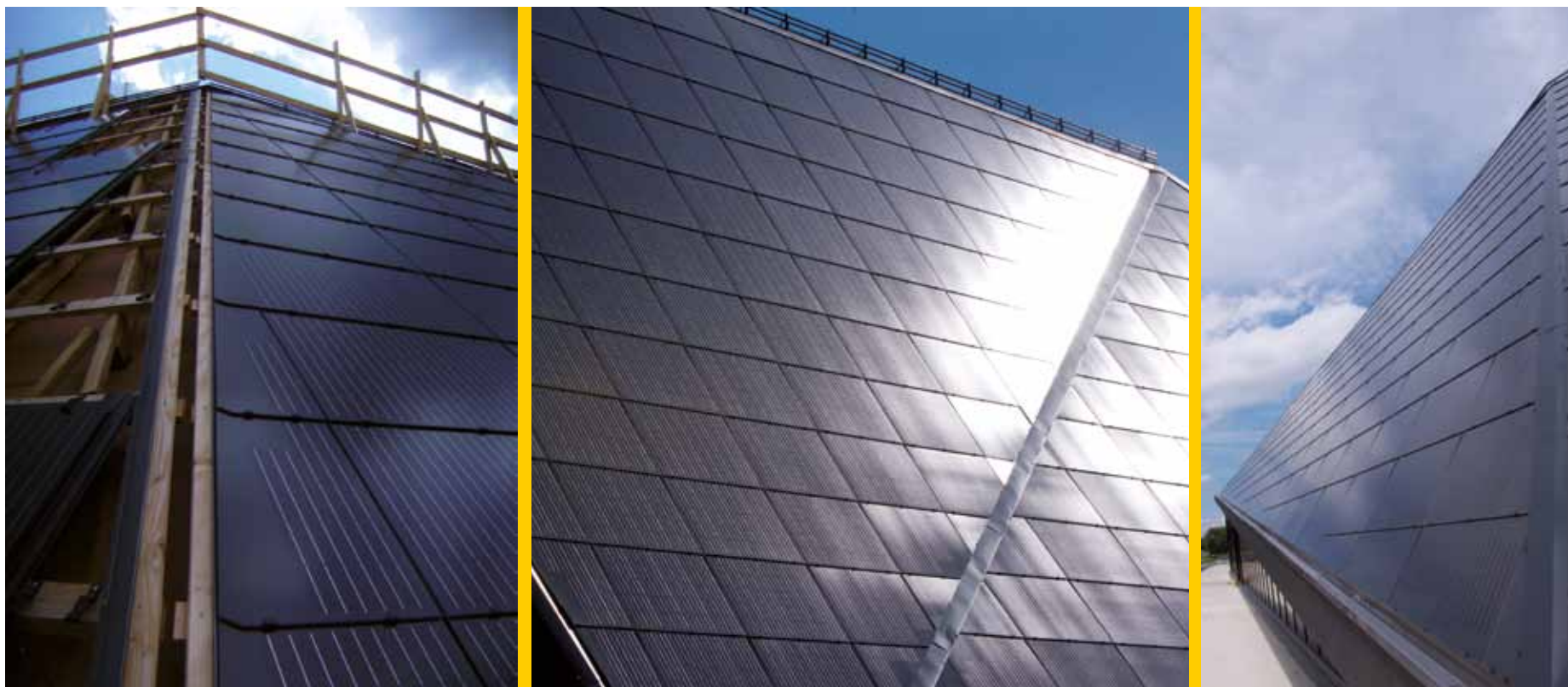




Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Umweltarena Spreitenbach



Fotos: René Schmid Architekten

- Installierte Leistung: 750 kW
- PV-Module: MegaSlate (3S, heute Meyer Burger)
- Kosten: rd. 2,6 Mio EUR = rd. 3.500 EUR/kW (inkl. Dachaufbau, Wechselrichter, Sondermodule, Planung, Inbetriebnahme)



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Umweltarena Spreitenbach



Foto: René Schmid Architekten

- 5400 m<sup>2</sup> Solarzellen
- Die nach Norden ausgerichteten Module liefern noch 80 % der Energie der nach Süden orientierten Module

# Umweltarena Spreitenbach

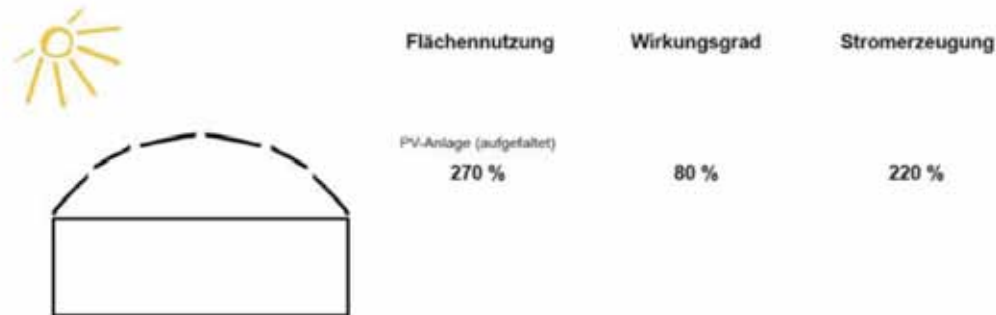
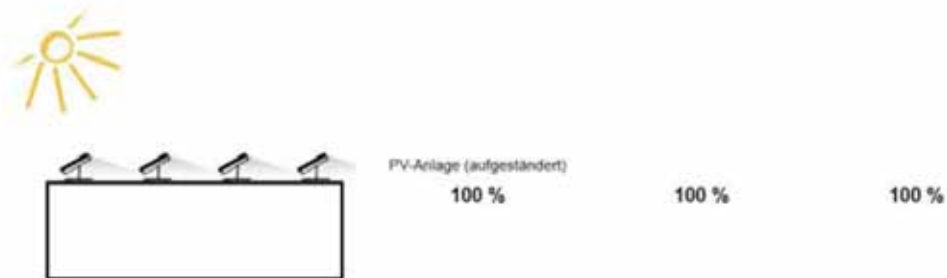


Abb 1



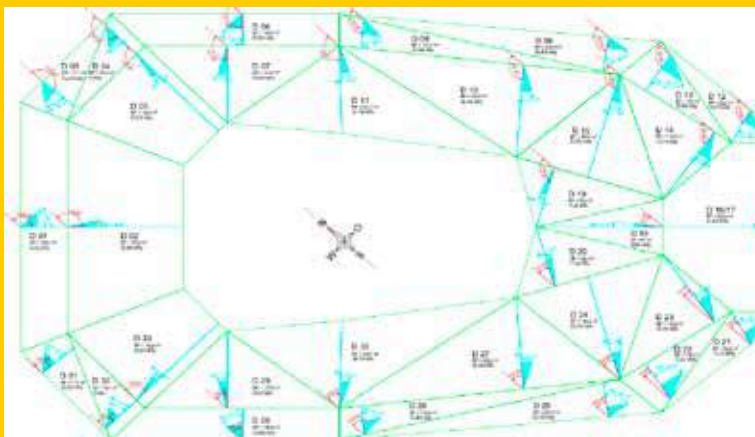
Grafik: René Schmid Architekten

- Im Vergleich zu den bisher auf Flachdächern aufgeständerten Solaranlagen liefert die Umweltarena 220 % Solarstrom – dank Nutzung der Nordfläche



# Umweltarena Spreitenbach

Umweltarena Spezifischer Energieertrag							
Dachflächenbezeichnung	Neigung [°]	Ausrichtung [° Südbw.]	Abminderung wegen Ausrichtung	Jahresstrahlung in die Modfläche (1) [kWh/m <sup>2</sup> ]	spezifische Leistung [W/m <sup>2</sup> ]	Performance Ratio 81%	Jahresertrag/Fläche [kWh/m <sup>2</sup> ]
				1238	138		
D01	44.13	138.02	59%	730	138	81%	82
D02	12.02	138.02	82%	1015	138	81%	113
D03	43.32	177.68	52%	644	138	81%	72
D04	37.11	177.47	58%	718	138	81%	80
D05	12.47	177.47	80%	990	138	81%	111
D06	47.18	131.98	60%	743	138	81%	83
D07	17.50	131.98	80%	990	138	81%	111
D08	61.97	123.42	55%	681	138	81%	76
D09	47.13	126.56	61%	755	138	81%	84
D10	12.16	127.91	83%	1028	138	81%	115
D11	18.23	133.71	79%	978	138	81%	109
D12	50.07	103.26	70%	867	138	81%	97
D13	55.73	98.40	69%	854	138	81%	95
D14	24.54	95.89	83%	1028	138	81%	115
D15	17.89	115.15	82%	1015	138	81%	113
D16	30.48	41.98	96%	1188	138	81%	133
D17	30.46	41.98	96%	1188	138	81%	133
D18	6.11	41.98	92%	1139	138	81%	127
D19	11.97	115.65	85%	1052	138	81%	118
D20	11.97	31.69	95%	1176	138	81%	131
D21	50.77	19.30	95%	1176	138	81%	131
D22	55.73	14.44	93%	1151	138	81%	129
D23	24.45	11.93	99%	1226	138	81%	137
D24	17.89	31.55	96%	1188	138	81%	133
D25	61.97	39.46	86%	1065	138	81%	119
D26	47.31	42.60	92%	1139	138	81%	127
D27	21.16	43.95	95%	1176	138	81%	131
D28	47.18	48.20	91%	1127	138	81%	126
D29	17.50	48.02	94%	1164	138	81%	130
D30	18.23	49.75	94%	1164	138	81%	130
D31	43.32	98.36	76%	941	138	81%	105
D32	37.11	93.51	80%	990	138	81%	111
D33	12.47	93.51	88%	1089	138	81%	122



Grafik: René Schmid Architekten

- Im Vergleich zu den bisher auf Flachdächern aufgeständerten Solaranlagen liefert die Umweltarena 220 % Solarstrom – dank Nutzung der Nordfläche

# Umweltarena Spreitenbach

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto:  
René Schmid  
Architekten

- konstruktive und formale Ausführung in Fern- und Nahsicht überzeugend
- geometrisch vielschichtige Gestaltung auch mit gängiger PV-Technik elegant zu realisieren



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Umweltarena Spreitenbach



- konstruktive und formale Ausführung in Fern- und Nahsicht überzeugend
- geometrisch vielschichtige Gestaltung auch mit gängiger PV-Technik elegant zu realisieren

# Energieautarkes MFH Brütten

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto:  
René Schmid  
Architekten

- Das 9-Familienhaus besticht durch markante Giebelfiguren und eine Gebäudehülle, welche komplett aus matten PV-Modulen besteht
- kein Stromanschluss, kein Gasanschluss, kein Fernwärmeanschluss
- ausgelegt auf Worst-Case-Szenario 3 Monate kalten Winter ohne direkte Sonnenstrahlung

# Energieautarkes MFH Brütten

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto:  
René Schmid  
Architekten

- MegaSlate-Module von Meyer Burger auf 14 Teilflächen am Dach
- 119 m<sup>2</sup>, 346 Standard- und 142 Spezialmodule
- prognostizierter Ertrag: 70.000 kWh





Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Energieautarkes MFH Brütten



Foto:  
René Schmid  
Architekten

- Einzelhinterlüftung der Module



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Energieautarkes MFH Brütten



Bauwoche 52: Dünnschicht-Solarzellen für die Fassade werden montiert

Foto:  
René Schmid  
Architekten

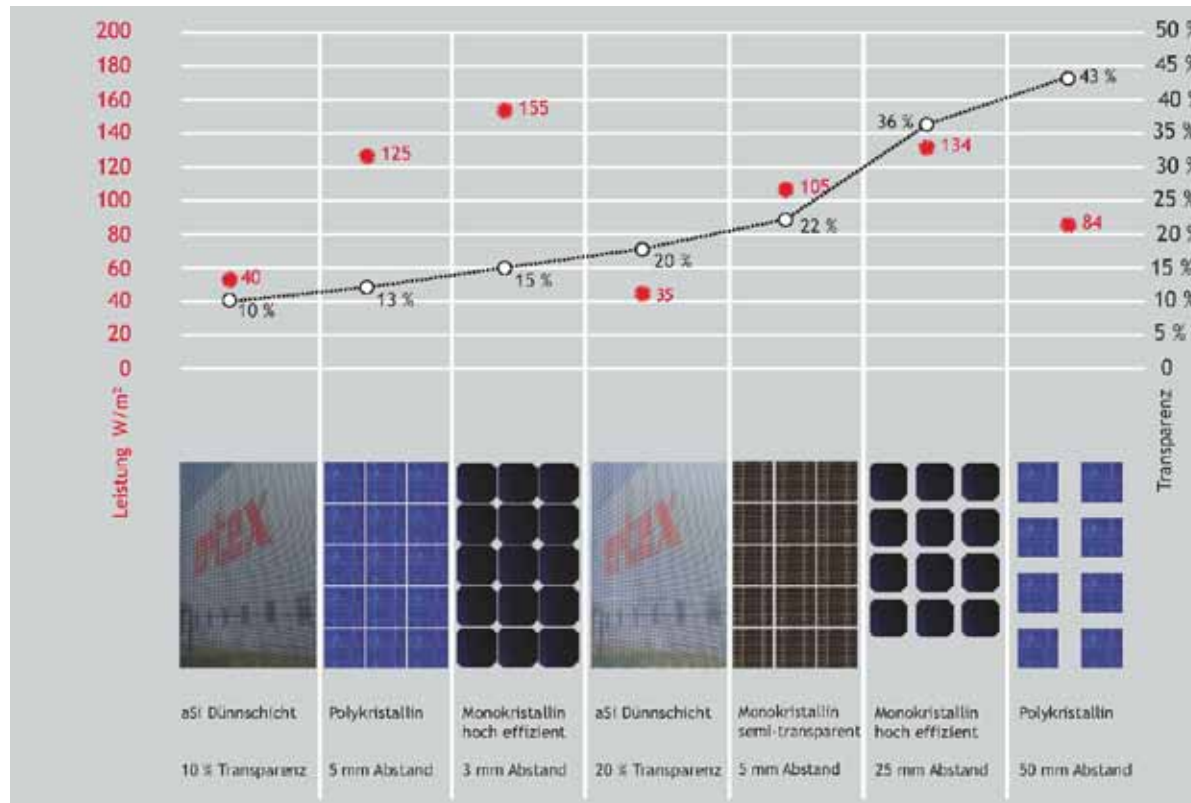
- Fassade komplett mit Modulen bestückt
- Module mit speziell behandelter Oberfläche, matte Optik
- 47 kW installierte Leistung, 25.000 kWh prognostizierter Ertrag



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Modultechnologien



Grafik:  
Ertext Solar

- Gängige Kombinationen Zellentyp und Zellenabstände
- Leistung und Abschattung in Relation



# Moduleigenschaften

## Temperaturabhängigkeit

Temperaturkoeffizienten	Dünnschicht (a-Si)	Kristallin
Leistung	-0,2 %/K	-0,47 %/K
Leerlaufspannung	-0,33 %/K	-0,38 %/K
Kurzschlussstrom	+0,08 %/K	+0,10 %/K

Werden die Module warm, verlieren  
Dünnschichtmodule weniger Leistung → besser  
geeignet für GIPV

# Warum GIPV?

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: [www.bauen.de](http://www.bauen.de)

- Energieerzeugung nicht als Fremdkörper

# Warum GIPV?

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



- Energieerzeugung nicht als Fremdkörper

# Warum GIPV?

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



3,45 kWp - 24226 Heikendorf



5,2 kWp - 24113 Kiel



Foto: [www.solprime.de](http://www.solprime.de)

- Energieerzeugung nicht als Fremdkörper

# Warum GIPV?



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



- Energieerzeugung nicht als Fremdkörper





## Warum GIPV?

- Mehrfachnutzung der Gebäudehülle  
Wetterschutz – Energieerzeugung – Wärme- und Schalldämmung
- Energieerzeugung ästhetisch mit dem Gebäude verbunden
- Ersatz anderer Eindeckungsmaterialien
- Designelement
- positiver Imagetransfer durch ästhetische Einbettung und fortschrittliche Technologie
- EU-Vorgaben Richtung „Fast-Nullenergiegebäude“

GIPV aber nie reiner Selbstzweck, sondern eingebunden in das Thema  
,energieeffiziente Gebäude‘

# Anforderungen



- Bautechnik – Konstruktion
- Energietechnik
- Ästhetik
- Einfluss auf die Gebäudeenergiebilanz
- Schallschutz, Dämmung
- Statik
- Reflektion
- Denkmalschutz

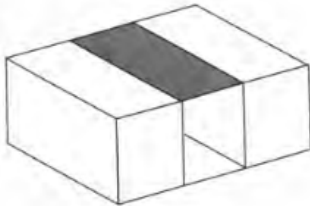


Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

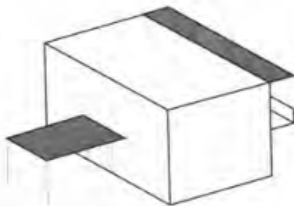
Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Einbausituation Dach

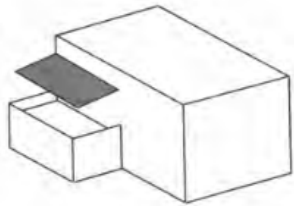
Atrium/Wintergarten



Erschließungszonen



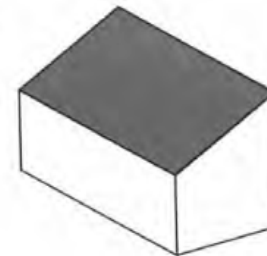
Freiflächenüberdachung



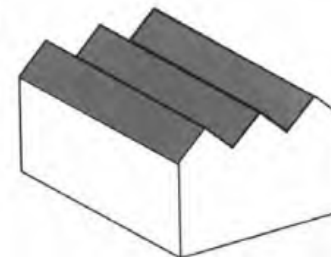
Membran- und  
Seilnetzkonstruktionen



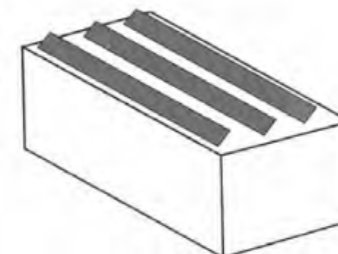
Schrägdach



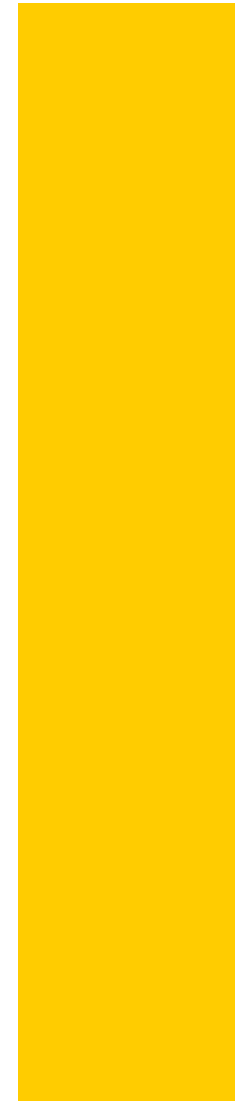
Sheddach



Flachdach  
(starr/ein- oder zwei-  
achsig nachgeführt)



Grafik von Thomas Stark,  
Informationszentrum Energie,  
Baden-Württemberg

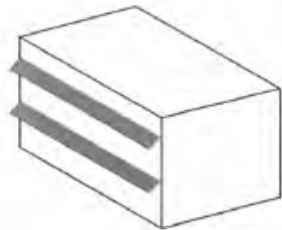




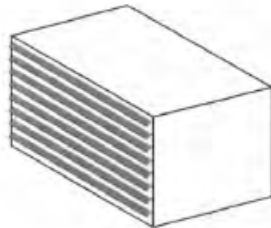
Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

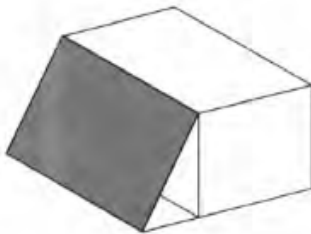
# Einbausituation Fassade



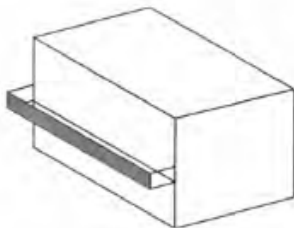
Sonnenschutzmarkise  
(starr/einachsrig  
nachgeführt)



Sonnenschutzlamellen  
(starr/einachsrig  
nachgeführt)

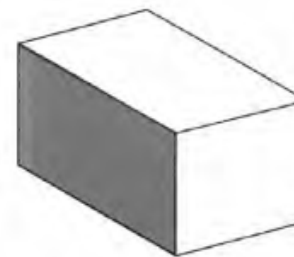


Glasanbau

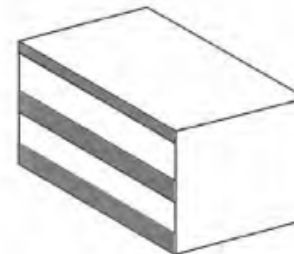


Absturzicherung

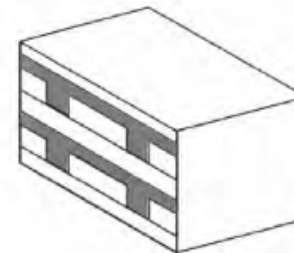
Grafik von Thomas Stark,  
Informationszentrum Energie,  
Baden-Württemberg



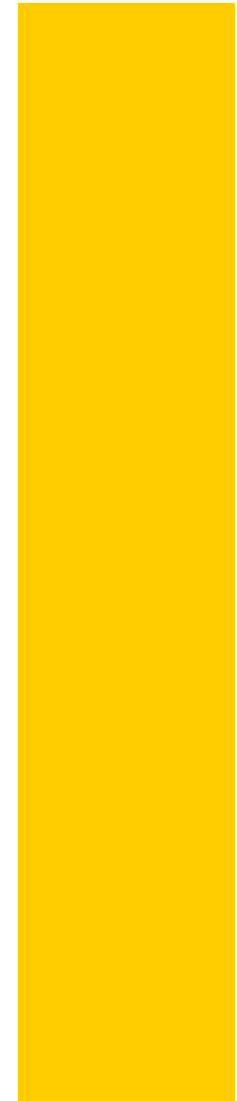
Kaltfassade



Kalt/Warmfassade  
(Brüstung/Attika)



Warmfassade  
(Oberlicht/Fenster)



# Abfallwirtschaftsbetrieb München

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: Ackermann und Partner

- 2.640 Flexcell Folienmodul FLX 1S 16 P nominal 57 W
- Die flexiblen Folienmodule sind vollständig in die luftgefüllten ETFE-Folienkissen integriert
- Kosten: 3.310 EUR/kW • Installierte Leistung: 145 kW

# Wohnhaus, Wildberg-Effringen

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: AYSOLAR

- Wohnhaus KfW 55 in Holzständerbauweise, mit integrierter Solarthermie-Fassaden Kollektoranlage
- Teil der Wärmedämmung (dynamische Wärmedämmung)
- Sonnenkraft IDFK Fassadenkollektor

# Landwirtschaftsschule Puch

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: Balda Architekten

- monokristalline Module mit schwarzem Rahmen (Scheuten Solar)
- Dachdeckung mit mattiertem Edelstahlblech in Stehfalztechnik
- Kosten: 3.077 EUR/kW • Installierte Leistung: 39 kW

# Bürogebäude Bordeaux

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: BDM  
Architectes



# Bahnhof Turin

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: d'Ascia Architectes

- PV-Zellen: Energy Glass
- unterschiedliche Transparenzen (40 - 68 %)
- Kosten: 5.882 EUR/kW • Installierte Leistung: 680 kW

# EFH Lüneburg

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: Wolfgang Dimke

- PV-Anlage: Sunpower
- Dachintegration: Renusol Indachmontage
- Kosten: 2.540 EUR/kW • Installierte Leistung: 12,6 kW
- ersparte Kosten Dacheindeckung: 1.850 EUR



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# EFH Krumbach



Foto: Gumpp Heigl Schmitt Architekten

- Solarthermie (54 m<sup>2</sup>) und Photovoltaik (3,7 kW)
- beide Komponenten in Modulgrößen und Farbigkeit aufeinander abgestimmt

# EFH Schluchsee-Fischbach

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: Wolfgang Scheide

- Schaller + Sternagel Architekten
- Braas Indachsystem
- Kosten: 3.240 EUR/kW • Installierte Leistung: 6,48 kW

# Systeme

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: Carsten Grobe Passivhaus

- Grundschule Gronau (2011)
- Bürger-Energie Gronau/Leine eG
- Architektur- und TGA-Planungsbüro Carsten Grobe Passivhaus,  
Hannover

# Systeme



Foto: Carsten Grobe Passivhaus

- 4 Pultdächer (16° Dachneigung), 1.700 m<sup>2</sup> Dachfläche
- 1.639 Dünnschichtmodule á 105 W = 172,1 kW<sub>p</sub>
- Ertrag: 120.000 kWh/a
- Kosten: ca. 3.000,- €/kW

# Systeme



Foto: Carsten Grobe Passivhaus

- Einsatz von schwarzen Dünnschichtmodulen

# Systeme



Foto: Carsten Grobe Passivhaus

- Einsatz von Blindmodulen an den Dachgraten



# Systeme

Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

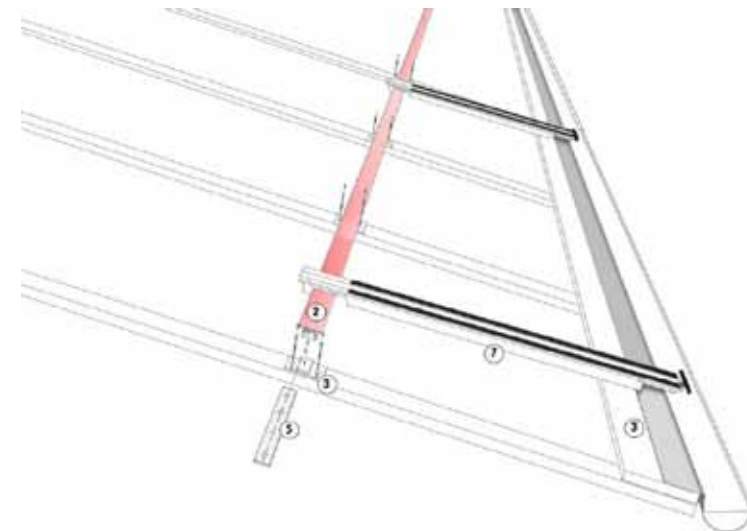
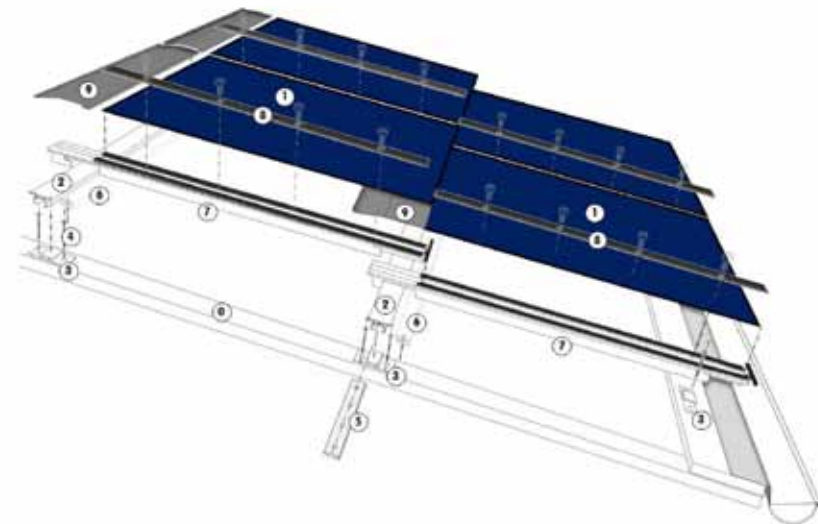
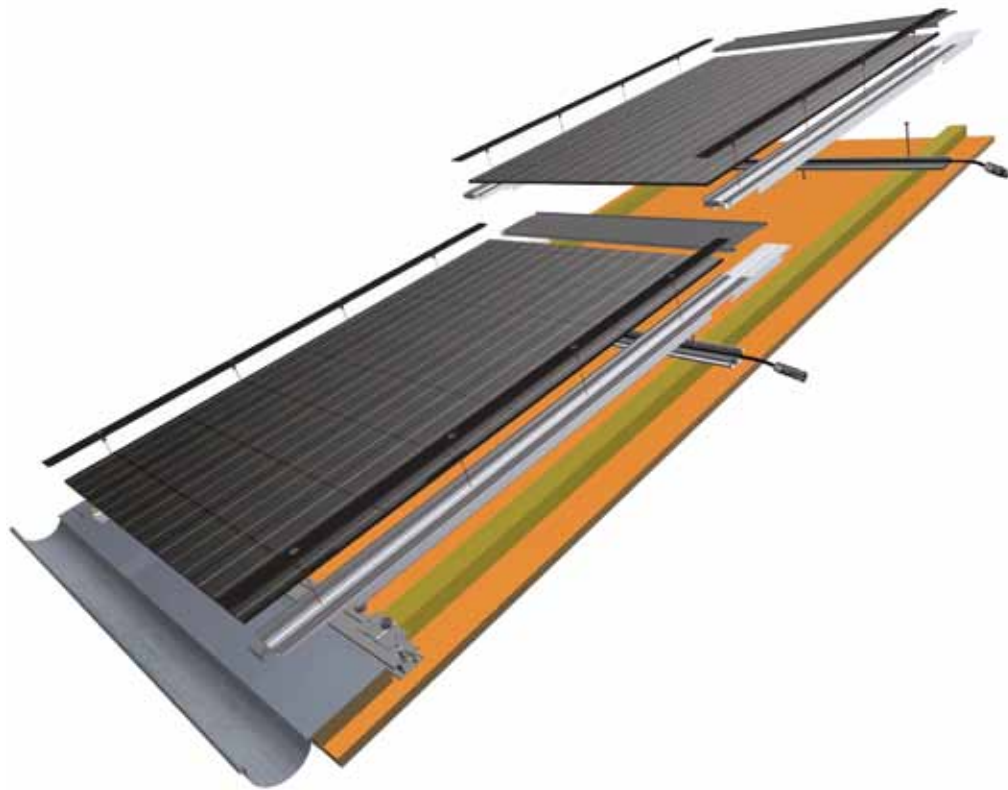
Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



Foto: Carsten Grobe Passivhaus

- Dachaufbau

# Systeme



## • Konstruktion

- 0: Konterlattung
- 1: PV-Modul
- 2: Alulatte
- 3: Lattenhalter
- 4: Schrauben für Lattenhalter
- 5: Schienenverbinder
- 6: Leitungskanal und Stringkabel
- 7: Modulschiene
- 8: Klemmleiste
- 9: Modulverlängerung



Solarenergieförderverein  
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy

# Systeme

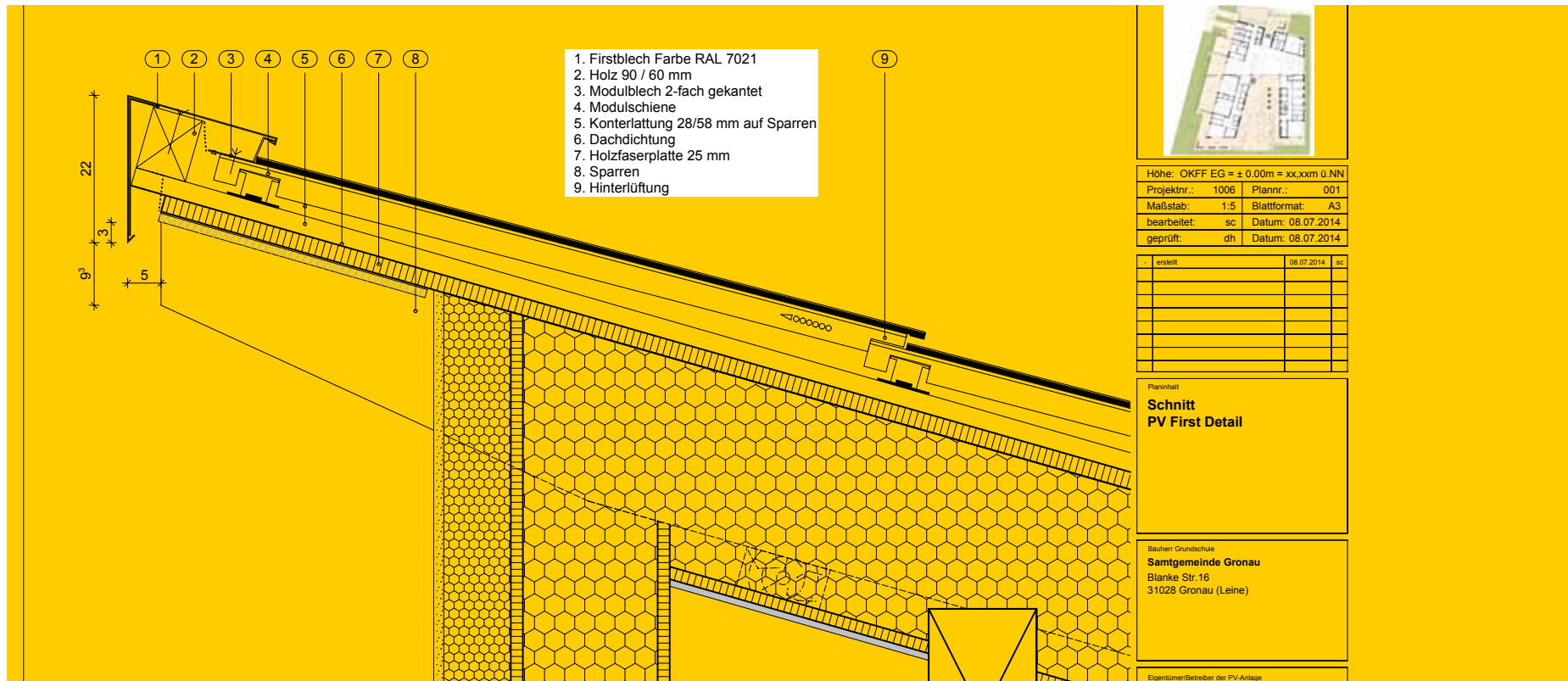


Foto: Carsten Grobe Passivhaus

- Schnitt PV First Detail

# Systeme



Foto: nD-System

- denkmalgeschützte Scheune, Schellerten-Garmissen (2014)
- 298 Dünnschichtmodule á 85 W = 25,33 kW<sub>p</sub>
- Kosten: ca. 2.100,- €/kW

# Systeme



Foto: nD-System

- 20 kg/m<sup>2</sup>: nD-Energiedach
- 40 kg/m<sup>2</sup>: herkömmliche Dachziegel
- 60 kg/m<sup>2</sup>: PV-Aufdachanlage plus Dachziegel

**Solarenergieförderverein  
Bayern e. V.**

Bavarian Association for the Promotion  
of Solar Energy



[www.sev-bayern.de](http://www.sev-bayern.de)