

BAUWERKINTEGRIERTE PHOTOVOLTAIK

TEIL 2: KOMPONENTEN & ANBIETER

LEICHT, TRANSPARENT UND FARBIG – SOLARMODULE UND MONTAGESYSTEME FÜR INTEGRIERTE BAUWERKSLÖSUNGEN



Foto: Ertex Solartechnik GmbH

Bild 1: „Jedes unserer Projekte ist individuell, zum Teil fertigen wir 150 unterschiedliche Module für ein einzelnes Projekt“, sagt Dieter Moor, Geschäftsführer der Ertex Solartechnik GmbH im österreichischen Amstetten.

beschäftigt rund 30 Mitarbeiter und hat sich auf die Bauwerkintegration spezialisiert. „Jedes unserer Projekte ist individuell, zum Teil fertigen wir 150 unterschiedliche Module für ein einzelnes Projekt“.

Standardzellen für individuelle Module

Wie Ertex gibt es einige weitere Spezialfirmen, die aus Standardzellen hochindividuelle Modullösungen fertigen. Ertex Solar bezieht seine Zellen von Herstellern wie Sunways, Sunpower oder NSP aus Taiwan. Es werden sowohl monokristalline- als auch polykristalline Zellen und Dünnschichtmodule verarbeitet. Die Kunden haben die Auswahl unter zahllosen Kombinationsmöglichkeiten, beispielsweise hinsichtlich Zelltyp, Abmessungen, Glasart sowie starr oder nachgeführt.

Unabhängig davon, ob ein Modul rechteckig oder quadratisch, dreieckig, trapezförmig oder rund gestaltet wird, stellt sich die Herausforderung, stets gleich viele Zellen miteinander zu verbinden, damit innerhalb einer Verschaltungseinheit, den Strings, gleiche Spannungen und Ströme auftreten. Blindmodule, sog. Dummies, dienen dem randlichen Abschluss bzw. werden in Bereichen mit Verschattung eingesetzt.



Foto: Ertex Solartechnik GmbH

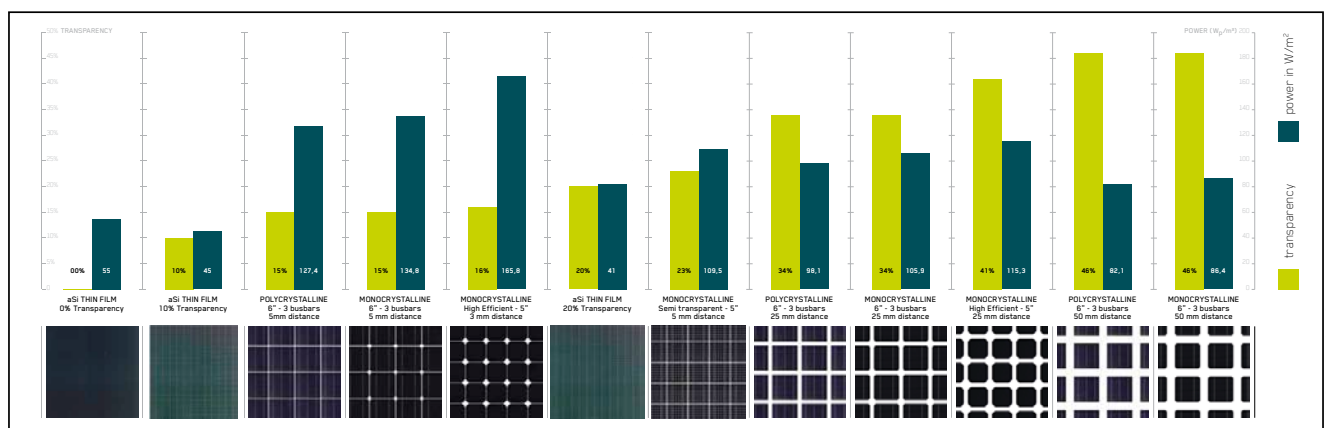
Bild 2: Die Kunden haben die Auswahl unter zahllosen Kombinationsmöglichkeiten – unabhängig davon, ob ein Modul rechteckig oder quadratisch, dreieckig, trapezförmig oder rund gestaltet wird.

Die bauwerkintegrierte Photovoltaik gilt zu Recht als Alleskönner: Sowohl Module als auch Montagesysteme sind in reicher Auswahl auf dem Markt. Transparente, farbige oder auch flexible Module auf Kunststofffolien sowie innovative und leichte Tragkonstruktionen fördern die kreativen Möglichkeiten.

„Viele wissen gar nicht, dass gerade die gebäudeintegrierte Photovoltaik ihre gestalterischen Freiräume erweitert, anstatt sie einzuschränken“, sagt Dieter Moor, Geschäftsführer der Ertex Solartechnik GmbH im österreichischen Amstetten. Das Unternehmen der Ertl Glas-Gruppe

Dünnschichttechnik spielt ihre Stärken aus

Während bei klassischen Aufdachanlagen meist kristalline Module zum Einsatz kommen, spielt im Indach-, bevorzugt jedoch im Fassadenbereich, die Dünnschichttechnik eine immer wichtigere Rolle. Dies liegt einerseits an ihren vergleichsweise höheren Wirkungsgraden im Schwachlichtbereich, liefern sie doch auch bei ungünstig ausgerichteten Fassaden noch ausreichend Energie. Außerdem bieten sie optisch ein einheitlicheres Erscheinungsbild. Schott Architecture + Design bietet hierfür bei-



Grafik: Sapa Building System

Bild 3: Die Wahl des Zelltyps und der Abstände hat Einfluss auf die Transparenz und die Leistung des Moduls.

spielsweise sein blickdichtes opakes Modul SCHOTT ASI® OPAK an.

Transparente Module – Fassaden mit Durchblick

Gerade im Gebäudebereich spielt Transparenz von Solarflächen eine immer größere Rolle. Architekten können dank der Kombination von Wärmeschutzverglasung und transparenten Solarmodulen den Einsatzbereich der Photovoltaik deutlich erweitern und attraktive Innenraumstimmungen durch das einfallende Tageslicht erzeugen.

Die Transparenz wird bei kristallinen Modulen wahlweise durch den Abstand der Zellen beziehungsweise durch eine Perforierung erreicht. So kann ein monokristallines Modul mit 3 mm Zellabstand 16% Transparenz und eine Leistung von 165,8 W/m² erreichen, wohingegen eines mit 5 cm Zellabstand zwar 46% Transparenz erzielt, was allerdings lediglich 66,4 W/m² Leistung mit sich bringt. Bei Dünnschichtzellen, wie den SCHOTT ASI® THRU-Modulen, die 10% und 20% Transparenz haben, entsteht die Lichtdurchlässigkeit während der Fertigung durch Strukturierung der Stromführungsbahnen mittels Laser.

Mehr Abwechslung durch farbige PV

Neben Chancen einer transparenten Gestaltung liefert auch eine unterschiedliche Farbgebung vielfältige architektonische Lösungen. Solarzellen können dabei grundsätzlich auf drei Arten eingefärbt werden. Die einfachste ist die, mittels der Wahl der Zelltechnologie ihre jeweils gegebene Farbigkeit zu nutzen. Monokristalline Zellen sind etwa von Natur aus schwarz, wohingegen amorphe Zellen teils violett schimmern.

Die weitere Möglichkeit der Farbbeeinflussung besteht darin, die Stärke der Antireflexschicht zu verändern. Auf diese Weise lassen sich bei kristallinen Zellen andere Farbtöne als Blau erzielen, welches aus der Sicht des Wirkungsgrades jedoch optimal ist (>17%). Wer multikristalline Zellen lieber in Smaragd bevorzugt, muss mit noch 15,8% rechnen. Einen noch geringeren Wirkungsgrad erzielen Oberflächen in Bronze (15,1%), Gold, (14,1%) oder Silber (13,0%). Farblich weit intensivere Effekte lassen sich durch farbige Glasscheiben, Folien oder Siebdrucke erzielen, die auf der Gebäudeinnenseite aufgebracht werden, um nicht den Sonneneinfall auf die Zelle zu mindern. Schon 2005 wurde in Barcelona ein Teil der Fassade von SCHOTT Ibérica mit einer entsprechenden transparenten Fassadenverglasung aus ASI THRU® Color-Modulen versehen.

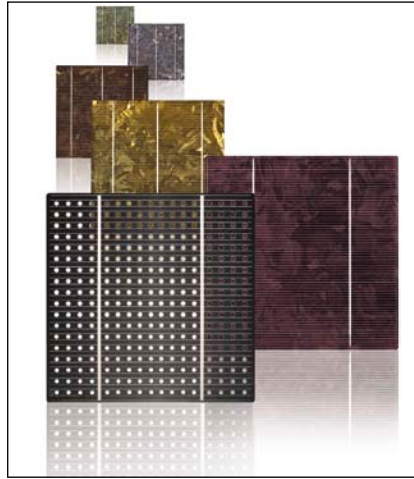


Bild 4: Eine Einflussmöglichkeit auf die Zellfarbe besteht darin, die Stärke der Antireflexschicht zu verändern.

Mehr als Strom erzeugen

Dass die Architekturhülle der Zukunft weit mehr können muss, als Strom zu erzeugen, spricht sich immer mehr herum: Auch Wärmegewinnung und andere Funktionen werden integrierbar. „Adaptive Gebäudehüllen“ sollen es hier ermöglichen, dass sich die Fassade dem Wandel ihrer Umgebung, bedingt durch Tageszeit, Wetter oder Saison, anpassen kann. Das von Schüco angebotene 2°-System verfolgt einen solchen Ansatz: Der Hausbewohner kann nach Bedarf unterschiedliche Schiebeelemente vor die Glasfassade ziehen. Neben der Glasschicht besteht es aus einem Dämm-, einem Sonnenschutz-

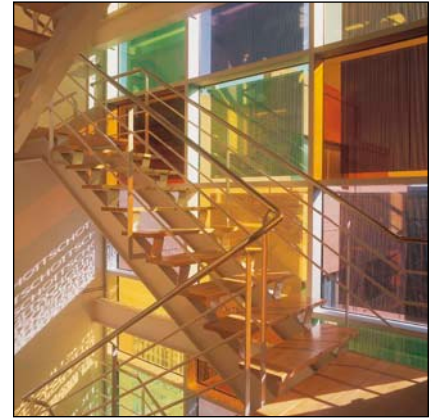


Bild 5: Schon 2005 wurde in Barcelona ein Teil der Fassade von SCHOTT Ibérica mit einer entsprechenden transparenten Fassadenverglasung mit ASI THRU® Color versehen.

sowie einem Photovoltaikelement. Durch Hybridkollektoren, wie sie etwa Grammer Solar aus Amberg anbietet, lässt sich Solarstromerzeugung sogar mit der Warmluftgewinnung kombinieren.

Modulaufbau je nach Bedarf

Je nach Bedarf stehen für bauwerkintegrierte PV-Lösungen unterschiedliche Glaskombinationen zur Verfügung: Ist geringes Gewicht und günstiger Preis gefragt, können Glas-Folien-Module mit Einscheiben-Sicherheitsglas (EFL) ihren Zweck erfüllen. Nach geltenden Baunormen darf dies aber nur bis zu einer bestimmten Einbauhöhe und mit entspre-

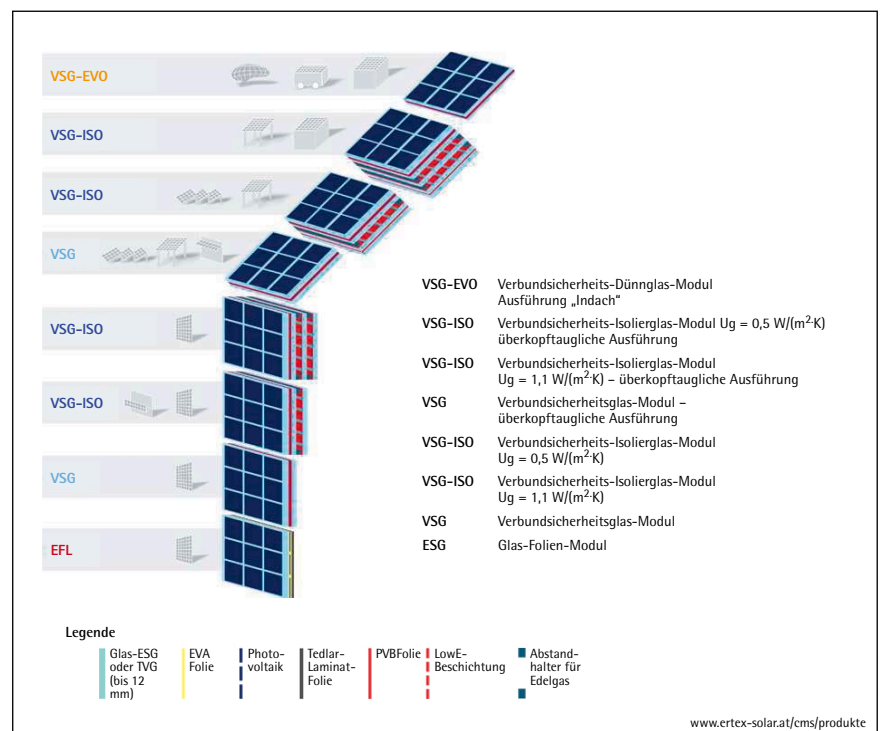


Bild 6: Je nach Anwendungsfall stehen für bauwerkintegrierte PV-Lösungen unterschiedliche Glaskombinationen zur Verfügung. Die höchste Wärmedämmung erzielt ein Verbundsicherheits-Isolierglas-Modul (VSG-ISO) mit drei Scheiben.

Foto: Schott Architecture + Design

Grafik: Ertex-Solartechnik GmbH

chenden Montagesystemen ausgeführt werden. Bei Indachmontagen bieten sich Verbundsicherheits-Dünnglas-Module (VSG-EVO) an. Sollen Module in Kaltfassaden oder über Kopf zum Einsatz kommen, sind Verbundsicherheitsglas-Module (VSG) das Mittel der Wahl. Für Warmfassaden bzw. im Überkopfbereich beheizter Räume gibt es Verbundsicherheits-Isolierglas-Module (VSG-ISO). Gute Wärmedämmeigenschaften spielen dabei eine immer größere Rolle: Bei 2-Scheiben-Glas mit Edelgasfüllung ist ein U-Wert von $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, bei 3 Scheiben ein U-Wert von $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ zu erreichen.

Sicherheit an erster Stelle

BIPV-Module müssen in ihrer Funktion als Bauprodukt besondere Sicherheitsanforderungen erfüllen, da sie zum Beispiel auch als Geländer zur Absturzsicherung eingesetzt werden können. „Wenn Steine, Hagel oder anderes auf das Modul stürzen, muss sichergestellt sein, dass das Modul nicht durchbricht und Personen darunter Schaden nehmen“, erklärt Dieter Moor. Auch Windlast und Schneelast sei durch unterschiedliche Glasdicken entgegenzuwirken.

Bei Verbundsicherheitsglas (VSG) verhindern zwischen den Gläsern aufgetragene Folien das Zersplittern der Glasscheibe und garantieren deren Resttragfähigkeit. Viele Hersteller arbeiten dabei mit der in der PV-Industrie üblichen aber wenig stabilen Ethylenvinylacetat (EVA)-Folie. Ertex Solar hat ein Verfahren entwickelt, das die Herstellung mit Polyvinylbutyral (PVB)-Folie ermöglicht, wie sie auch in Windschutzscheiben vorkommt. „Das ist ein extrem reißfestes Material, das bei hohem Druck von 15 bar laminiert wird“, so Moor. Ertex Solar vermeldete Anfang 2012, als erstes PV-Unternehmen mit VSG-Modulen in die Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) aufgenommen worden zu sein. Dies ermögliche den Durchbruch, da man nun Architekten alle Sicherheitsanforderungen garantieren könne.



Foto: Ertex Solartechnik GmbH

Bild 7: Ein besonders ausgeklügeltes Projekt ist die einachsig nachgeführte PV-Lamellen-Anlagen auf der neuen Hauptleitzentrale der Verbund-Austrian Power Grid AG in Wien-Südost. Ertex Solar produzierte hierfür die Paneele.

Montagesysteme linear oder punktuell

Für den perfekten Sitz bauwerkintegrierter Anlagen ist die Wahl der richtigen Befestigung von größter Bedeutung. Meist wird man dazu eine lineare Lagerung entlang von Leisten oder Pfosten-Riegel-Konstruktionen verwenden. Ebenso sind nachgeführte Anlagen, wie die auf dem Gebäudedach des österreichischen Energieversorgers Verbund AG, einem Ertex-Projekt, meist linear gelagert. Wenn auf einheitliche Glasflächen ohne Leisten zwischen den Modulen Wert gelegt wird, kommen Punkthalterungen zum Einsatz.

Solardachziegel passen sich Dachschindeln an

Für Indachsysteme halten die Anbieter das wohl umfangreichste Spektrum an Montagesystemen bereit. Längst vorbei sind die Zeiten, als in Tonziegel eingelassene Solarzellen als Integrationslösung angepriesen wurden. Heute sind Photovoltaik-Dachziegel meist ausgereifte stromerzeugende Schindeln, welche ein einheitliches Dachbild ergeben. Der Photovoltaik-Dachziegel „Monier PV Tile“ beispielsweise ist zudem nach Herstellerangaben als erstes Produkt mit dem Zertifikat „Building Integrated Photovoltaics“ (BIPV) durch den TÜV SÜD ausgezeichnet worden. Der Dachziegelhersteller Crea-

ton AG bietet u.a. für seinen Glattziegel „Domino“ farblich darauf abgestimmt das Photovoltaikmodul Solesia an.

Klassische Indachsysteme und Dachbahnen

Aber auch Module in Standardformaten und Dünnschicht-Folienbahnen können ideale Lösungen für Geneigt- bzw. Flachdächer sein: Die Centrosolar AG aus Paderborn intensiviert ihre BIPV-Aktivitäten und hat nun ein besonders leichtes Glas-Glas-Modul als Indachsystem im Sortiment. Nach Angaben von Ertex-Solar bietet man mit dem INTEVO-Indachsystem das erste seiner Art, das inklusive der seitlichen oberen und unteren Anschlussbleche geliefert werde. Der Dachfenster-Spezialist Roto ermöglicht mit seinem „Sunroof-System“ schon länger die Option, in ein und demselben Rastermaß PV-Module, thermische Kollektoren sowie Dachfenster zu kombinieren. Für große Flachdächer schließlich bietet beispielsweise Alwitra aus Trier auch Solar-Laminat in Dünnschichttechnologie an.

Montagesysteme für Fassaden

Bei Fassaden kommen oftmals Pfosten-Riegel-Konstruktionen zum Einsatz. Solche Montagesysteme werden bevorzugt in Aluminium gefertigt (z.B. von Sapa Building System, Schüco, Wicona), wahlweise auch in Stahl (z.B. von RP Technik GmbH). Konstruktionen aus Holz sind noch eher selten zu finden – im Rahmen dieser Recherche konnten dazu keine Systemanbieter ausfindig gemacht werden. Meist handelt es sich bei Projekten um Individuallösungen einzelner Schreinereien.

Der Aufbau der Pfosten-Riegel-Konstruktion bietet Vorteile für die Kabelführung: Die Profile nehmen die Kabel der Solarmodule auf und leiten sie verdeckt Richtung Anschluss. Der Abstand zwischen Modul bzw. Glasscheibe und Metallrahmen wird mittels Gummileisten abgedichtet. Soll auf außen liegende

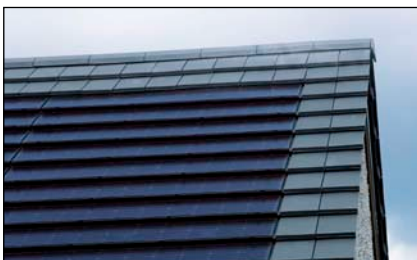


Foto: Creaton AG

Bild 8: Fast unsichtbar: Der Dachziegelhersteller Creaton AG bietet u.a. für seinen Glattziegel „Domino“ farblich darauf abgestimmt das Photovoltaikmodul Solesia an.



Foto: Martin Frey

Bild 9: Hersteller Roto bietet mit seinem „Sunroof-System“ schon längere Zeit die Möglichkeit, in ein und demselben Rastermaß PV-Module, thermische Kollektoren sowie Dachfenster zu integrieren.



Foto: Martin Frey

Bild 10: Die Pfosten-Riegel-Konstruktion nimmt die Kabel der Solarmodule auf und leitet sie verdeckt zum Wechselrichteranschluss. Module und die Glasscheiben sind mit Gummidichtungen zum Metallrahmen hin versehen.



Foto: Ernsting's family GmbH & Co. KG

Bild 11: Das neue vollautomatische Hochregallager des Textilunternehmens Ernsting's family GmbH & Co. KG in Coesfeld-Lette besitzt eine vorgehängte gefaltete Solarmembran, die neben der Stromproduktion je nach Jahreszeit Wärmegewinne bzw. Verschattung ermöglicht.

Pressleisten, die die Stöße überbrücken, verzichtet werden, so kann Structural-Glazing zum Einsatz kommen: Hier wird die Last der Glasfassade über eine verdeckte Halterung abgefangen, und die Glasscheiben bzw. Module sind lediglich miteinander verklebt.

Ein Hauch von Nichts: Tragwerke für OPV und Dünnschichtmodule

Eine Sonderform der Kaltfassaden ist die vorgehängte hinterlüftete PV-Fassade, wie sie etwa beim neuen Hochregallager der Ernsting's family GmbH & Co. KG in Coesfeld realisiert wurde. Die gefaltete Solarmembran, auf deren Oberseite die Solarzellen liegen, hat der Wiesbadener Glaskünstler Nabo Gaß entworfen. Maximale Gestaltungsfreiheit bietet der Einsatz von Seilkonstruktionen, wie bei der Solarfassade des sogenannten FedEx-Fields, einem der wichtigsten Footballstadien der USA, in Landover, Maryland: Hierfür hat SCHOTT 192 ASI® THRU Dünnschicht-Module geliefert, die in einer Seilverspannung frei vor dem offenen Stadiongerüst hängen. Die Module sind



Foto: Fachagentur Frey/Anna Schmitt

Bild 13: Die europaweit erste Solarstromanlage aus Organischer Photovoltaik (OPV) ging in Frankfurt am Main auf dem Konzerngelände des Energieversorgers Mainova in Betrieb. Aufgrund des geringen Gewichtes können die von Konarka Technologies gelieferten Module unproblematisch mit Seilen abgespannt werden.



Foto/Copyright: DLR Group Architects Engineers and NRG/Newscast

Bild 12: Für das FedEx-Field, eines der wichtigsten Footballstadien der USA, in Landover, Maryland, hat SCHOTT 192 ASI® THRU Dünnschicht-Module geliefert, die in einer einzigartigen Seilverspannung frei vor dem offenen Stadiongerüst hängen.

nur mit Klammern mit den Stahlseilen verbunden.

Im Oktober 2012 ging zudem in Frankfurt am Main auf dem Gelände der Konzernzentrale des Energieversorgers Mainova die europaweit erste Solarstromanlage aus Organischer Photovoltaik in Betrieb. Aufgrund des geringen Gewichtes können die von Konarka Technologies (jetzt BELECTRIC OPV GmbH) gelieferten Module besonders einfach mit Seilen abgespannt werden. Bis hin zu großflächigen Zeltkonstruktionen sind mit dieser Technologie realisierbar, wie Projektentwürfe des Solartension-Büros aus Stuttgart zeigen.

Die aufgeführten Beispiele stellen unter Beweis, dass es schon heute eine breite Palette an Produkten für bauwerkintegrierte Photovoltaik gibt. In Zukunft werden die Hersteller weitere Funktionen in neue Produkte integrieren und so noch mehr Einsatzmöglichkeiten erschließen. Die nächste Folge dieser Serie behandelt die Planung und Realisierung von BIPV-Projekten. Folge 4 endet dann mit Fragen rund um die Kosten und die Wirtschaftlichkeit. Der Autor freut sich weiter über die Zusendung von Diskussionsbeiträgen, aktuellen Projektbeispielen sowie Veranstaltungstipps aus der Branche.

In memoriam

Der Bundesverband Bausysteme e.V. vermeldete Anfang Dezember, dass sein langjähriges Mitglied, Dr. Christian Bendel, am 25. November 2012 verstorben sei. Bendel werde mit seinem Einsatz für die Photovoltaik dem Verband in guter Erinnerung bleiben. Auch wir danken ihm für seinen fachlichen Rat und seine Unterstützung. (mf)

Richtigstellungen zu unserem Artikel „Bauwerkintegrierte Photovoltaik, Teil 1“

Dr. Christian Bendel aus dem hessischen Schauenburg war Sachverständiger für photovoltaische Anlagentechnik – aber nicht weiter in öffentlich bestellter und

vereidigter Funktion. Außerdem hatte er den Mehrfachnutzen der BIPV vor nunmehr 20 Jahren erkannt, nicht vor 30 Jahren.

Außerdem hatte in der damaligen Zeit Architekt Thomas Herzog in München ein Privathaus mit der ersten gebäudeintegrierten Solarfassade ausgerüstet und nicht wie vermeldet sein eigenes Privathaus. Wir bitten, die Fehler zu entschuldigen.

Weitere Informationen

Begriffserklärungen und Projektbeispiele:

■ www.baunetzwissen.de

„Portal für gebäudeintegrierte Photovoltaik“:

■ www.solarfassade.info/de

Termin

5. März 2013:

„5. Anwenderforum Bauwerkintegrierte Photovoltaik“ im Rahmen der OTTI-Photovoltaikwoche in Bad Staffelstein www.otti.de

ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Geogr. Martin Frey*
Fachjournalist

mf@agenturfrey.de

Weitere Informationen

- alwitra GmbH: www.alwitra.de
- BELECTRIC OPV GmbH: www.belectric.com
- CREATON AG: www.creaton.de
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): www.dibt.de
- Ernsting's family GmbH & Co. KG: www.ernstings-family.com
- Ertex Solartechnik GmbH: www.ertex-solar.at
- Grammer Solar GmbH: www.grammer-solar.de
- Mainova AG: www.mainova.de
- Monier Group GmbH: www.monier.com
- Nabo Gaß: www.nabogass.de
- Roto Dach- und Solartechnologie GmbH: www.rotobaelemente.de
- Sapa Building System: www.sapasolar.com
- SCHOTT Architecture + Design: www.schott.com/architecture
- Schüco International KG: www.schueco.com
- Solartension GmbH: www.solartension.com
- Sunways AG: www.sunways.de