

# BAUWERKINTEGRIERTE PHOTOVOLTAIK

## TEIL 3: PLANUNG & REALISIERUNG

### KOMMUNIKATION IST ALLES – ZAHLREICHE GEWERKE MÜSSEN MITEINANDER KOOPERIEREN

In Architekturprojekte integrierte Solaranlagen sind die Königsdisziplin der Photovoltaik. Da sie eng auf den Bauentwurf abzustimmen sind, haben grundsätzlich mehrere Gewerke Hand in Hand zu arbeiten. Was dabei zählt, ist eine gemeinsame Sprache und regelmäßige Kommunikation. Diese Herausforderungen sind groß, aber durchaus lösbar.

Der Ablauf eines Projektes Bauwerkintegrierter Photovoltaik (BIPV) setzt sich aus drei Phasen zusammen:

1. der Konzepterstellung,
2. der Ingenieursplanung und
3. der Produktion, Installation und dem Betrieb (siehe Bild 1).

#### 1. Konzepterstellung

Ein BIPV-Projekt wird meist dadurch initiiert, dass ein Kunde mit oder ohne Begleitung eines Architekten seinen Projektwunsch an einen Metallbauer, einen Glaser, ein BIPV-Unternehmen oder ein Elektrofachbetrieb heranträgt. Bei Sanierungen kann eine Nachrüstung mit einer Anlage in Frage kommen, meistens dürfte die Planung jedoch innerhalb eines Neubauprojektes stattfinden.

Zuerst wird der Projektrahmen festgelegt: Soll die Anlage mit individuellen Modulen ausgeführt werden, kommt den



Bild 1: Die Grafik veranschaulicht den Projekttablauf von ersten Beratungen bis zum Betrieb der Anlage. In der Realität sind sicherlich manche Übergänge fließend bzw. laufen Arbeitsschritte auch parallel. Gerade deshalb ist eine exakte Planung und Kommunikation unter allen Akteuren so wichtig.

Ingenieuren und Beratungspartnern des BIPV-Herstellers eine Schlüsselrolle zu. Diese erstellen mehrere Entwürfe und stimmen diese mit dem Architekten ab. In diesen Konzeptionen werden äußere Einflussfaktoren wie Festsetzungen aus dem Bebauungsplan berücksichtigt und grundlegende Entscheidungen über den Umfang der Verglasung getroffen.

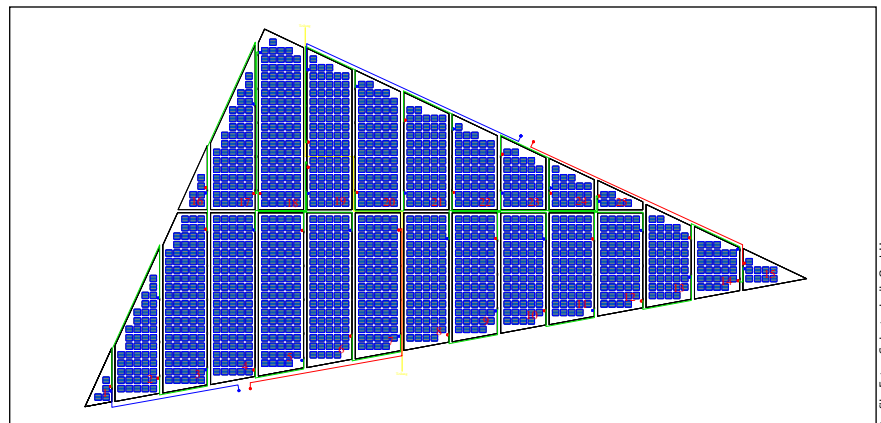
Lena Gabeler (Bild 2), Tragwerksplanerin bei schlaich bergemann und partner in Stuttgart, sagt: „Um das Potential der BIPV voll auszuschöpfen und ein wirt-

schaftliches und ästhetisches Gesamtkonzept zu schaffen, sollte sie mit in die Entwurfsphase des Gebäudes einbezogen werden. In dieser Phase sind vor allem Bauherr und Architekt gefragt.“ Als Tragwerksplaner habe man den Vorteil, schon in der Entwurfsphase an der Planung beteiligt zu sein. Zu den Leistungen des Ingenieurbüros gehören die Beratung von Bauherren und Architekten in der Entwurfsphase, solare Ertragsberechnungen sowie die Beratung für eine Ertragsoptimierung, die statische Bemessung der



Foto: Hristo Zlatanov

Bild 2: Lena Gabeler, Tragwerksplanerin bei schlaich bergemann und partner in Stuttgart, sagt: „Um das Potential der BIPV voll auszuschöpfen und ein wirtschaftliches und ästhetisches Gesamtkonzept zu schaffen, sollte sie mit in die Entwurfsphase des Gebäudes einbezogen werden.“



Grafik: Ertex Solartechnik GmbH

Bild 3: Der Planung einer bauwerkintegrierten Photovoltaikanlage kommt eine besondere Rolle zu, denn oft gleicht kein Modul dem anderen.

Module, die elektrische Auslegung der Anlage von der Zelle bis zum Wechselrichter, Wirtschaftlichkeitsberechnungen sowie die Erstellung fertiger Ausschreibungsunterlagen.

## 2. Ingenieursplanung

Sobald sich der Bauherr für einen Anbieter entschieden hat, geht es an die Detailplanung: Zunächst ist das Konzeptdesign zu erstellen. Hier geht es etwa um die Wahl der Zelltechnologie hinsichtlich Farbe, Transparenz und Materialeigenschaften. Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wird neben den Kosten und den Finanzierungsmöglichkeiten auch die Amortisation betrachtet (mehr in Folge 4 dieser Serie). In der Regel holt dann der Architekt oder ein Planungsbüro mehrere Angebote bei Lieferanten ein und klärt die Finanzierung mit Kreditinstituten.

Aus den Modulformaten lässt sich die Flächenbelegung für die Gebäudehülle erstellen. Für verschattete Bereiche sind geeignete Blindmodule einzuplanen, um ein einheitliches Erscheinungsbild zu erreichen. Eine statische Berechnung begleitet diese Phase, denn die Glasdicke muss mit Wind- und Schneelasten und anderen dynamischen Belastungen ausbalanciert werden. Außerdem wird die elektrische Planung erstellt, wozu Verschaltung, Kabelführung, Wechselrichter und Netzeinspeisung zählen. Die Dauer von Konzepterstellung und Ingenieursplanung zusammen nimmt etwa ein Viertel des gesamten Projektes in Anspruch.

„Um die Ästhetik der Anlage nicht durch unnötige Kabelführung zu beeinträchtigen, sollte der Tragwerksplaner bzw. Fassadenbauer frühzeitig darüber informiert werden, wie die Module verschaltet und wie die Kabel geführt werden“, rät Lena Gabeler. „Somit kann dies im Designprozess der Unterkonstruktion berücksichtigt und nachträglich angebrachte Kabelführungen vermieden werden. Bei der Bemessung der Unterkonstruktion sollte



Foto: Ertex Solartechnik GmbH

**Bild 5:** Bei der Produktion von BIPV-Modulen ist viel Handarbeit gefragt. Hier werden bei Ertex Solartechnik die Solarzellen nach ihrer Position ausgerichtet und die stromführenden Leiterbahnen angebracht.

man außerdem an die Zugänglichkeit der Module für deren Wartung denken.“

## 3. Produktion, Installation und Betrieb

Die Produktion der Module erfolgt meist bei spezialisierten Unternehmen aus der Glasindustrie. In vielen Fällen handelt es sich um Einzelanfertigungen. Daher ist für diese Phase ausreichend Zeit einzuplanen: „Zunächst erstellen wir Modulskizzen als Diskussionsgrundlage mit dem Bauherrn oder dem Architekten“, erklärt Dipl.-Ing. Dieter Moor. Er ist Geschäftsführer der Ertex Solartechnik GmbH aus dem österreichischen Amstetten, einem der führenden Hersteller von individuellen BIPV-Modulen. Im Folgenden werden diese permanent an die Wünsche des Kunden angepasst, bis eine Freigabezeichnung angefertigt werden kann.

„Nachdem der Kunde den Auftrag erteilt hat, können wir die Bestellungen auslösen“, so Moor. Im Wesentlichen gehe es dabei um das Glas, da dieses nicht mehr nachbearbeitet werden könne. Bei der Fertigung werden Solarzellen zwischen Gläsern oder Folien eingebracht, die elektrischen Anschlüsse hergestellt und das Produkt zum Witterungsschutz einlamiert. „Der komplette Herstellungsprozess nimmt in der Regel etwa die Hälfte der Gesamtprojektzeit in Anspruch“, schätzt Dieter Moor.

## Anlagenmontage

Parallel mit der Modulproduktion wird auch die Tragkonstruktion bei einem Metallbauer oder einer Schreinerei hergestellt. Auch die übrigen Komponenten der Anlage für Befestigung und Verkabelung sowie die Wechselrichter sind zu beauf-



Foto: Creston AG

**Bild 6:** Verschiedene Gewerke kommen erst bei der Montage zusammen; Dachdecker, Glaser und Elektriker etwa müssen dann Hand in Hand arbeiten.

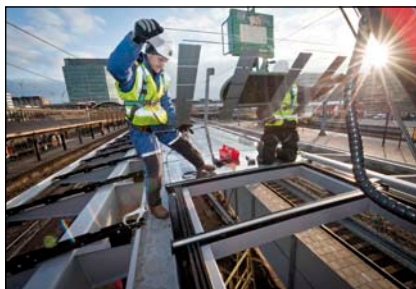


Foto: Ertex Solartechnik GmbH

**Bild 7:** Die Produktion der BIPV-Module erfolgt meist bei spezialisierten Unternehmen aus der Glasindustrie. In vielen Fällen handelt es sich dabei um Einzelanfertigungen. Aus den einzelnen Modulformaten ergibt sich dann die Flächenbelegung für die Gebäudehülle.

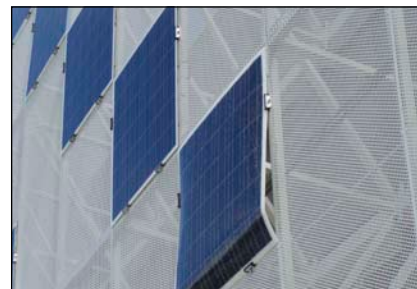


Foto: Ertex Solartechnik GmbH

**Bild 8:** Sicherheit geht vor: Planer sollten wissen, dass ein Glas-Tedlar-Modul nicht als Einscheiben-Sicherheitsglas gelten kann, wenn hinten ein Folienverbund aufgebracht wird. Das abgebildete Modul ist ausdrücklich kein Produkt der Ertex Solartechnik. Der Hersteller ist unbekannt.

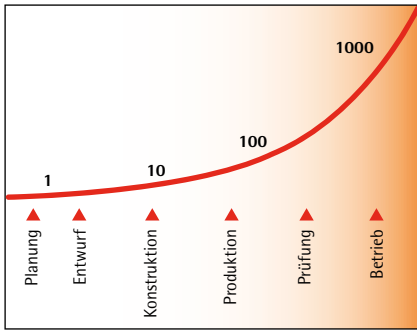


Bild 9: Fehlerkosten pro Fehler und Fehlerentdeckung

tragen. Ist alles auf der Baustelle angeliefert, kann die Montage starten: Zunächst errichtet der Metallbauer, Fassadenbauer oder Dachdecker die Tragkonstruktion. Dann setzt der Glaser die Module und die Standardgläser ein, verschraubt diese und dichtet die Fugen ab. Es folgt die Verkabelung und Verschaltung der Anlage zu Strings und Strängen durch den Elektriker. Dieser installiert auch Wechselrichter, eventuelle Eigenverbrauchseinrichtungen wie Energiemanagementsystem und Batterien und übernimmt den Netzanschluss und die Inbetriebnahme. Die Montagezeit der Anlage beansprucht wieder etwa ein Viertel der Gesamtprojektzeit.

### Zeitaufwand projektabhängig

„Der individuelle Zeitaufwand für das ganze Projekt ist extrem schwierig anzugeben“, beurteilt Dieter Moor und ergänzt: „Vielleicht sollte man unterscheiden in Klein- und Großprojekte.“ Kleinprojekte wie eine Terrassenüberdachung oder ein Balkongeländer für ein Einfamilienhaus hätten eine Gesamtpro-



Foto: Erex Solartechnik GmbH

Bild 10: Bei der Montage der BIPV-Anlage an der Fassade des Gewerbegebäudes „The PEAK“ in London (34,4 kWp) stellten die Monteure geradezu künstlerische Fähigkeiten unter Beweis.

jektdauer von etwa drei bis vier Monaten. Großprojekte hingegen, wie die Fassade von Verwaltungsgebäuden oder Bahnhofsüberdachungen, könnten schon einige Monate bis Jahre beanspruchen.

### Konfliktfelder kennen

Dass die Bauwerkintegrierte Photovoltaik oft im Schatten herkömmlicher PV-Projekte steht, liegt mit an ihrer Komplexität. Die Projekte sind oft technisch anspruchsvoll, und eine Vielzahl an Akteuren muss im Projektlauf koordiniert werden. Folgende Konfliktfelder gilt es dabei zu berücksichtigen:

Unterschiedliche Gewerke haben unterschiedliche Blickwinkel. Photovoltaik-Unternehmen haben beispielsweise selten Erfahrung mit Glasbau und dessen spezifischen Sicherheitsanforderungen. So ist ab einer gewissen Einbauhöhe aus Sicherheitsgründen nur Einscheibensicherheitsglas oder Verbundsicherheitsglas erlaubt. Dem Fassadenbauer hingegen fehlen oft Kenntnisse über Fragen der Verkabelung, der notwendigen Anordnung von Bypassdioden und den Netzanschluss. Manchmal entwickelt sich die Situation zwischen den Gewerken regelrecht „dramatisch“, muss Moor feststellen, und ende dann bisweilen in langen Diskussionen und Schuldzuweisungen.

### Folgekosten nicht unterschätzen

Erkennbar werden die Probleme meist dann, wenn Schäden entstehen. „Gerade Strom und Glas sind dabei gefährliche Komponenten“, so Moor. Denn elektrische Spannung und Glasbruchgefahr bieten jede für sich bereits genug Gefahrenpotenzial. Moor erinnert allgemein an die Zehnerregel der Folgekosten, wonach Fehler in der Frühphase eines Projektes meist nur minimale Kosten verursachen, mit dem Projektverlauf exponentiell aber zunehmen und dramatische Ausmaße annehmen können (Bild 9).

### Lösung durch umfassendere Regeln

Oft sind Probleme auf unklar definierte Schnittstellen zurückzuführen. Die standardisierten Leistungsbücher der Handwerksinnungen bieten aber bislang kaum Hilfe bei gewerkeübergreifenden Projekten. Ansätze für eine Vereinfachung sind aber durchaus vorhanden: Das Standardleistungsbuch Hochbau soll mit dem der Haustechnik verknüpft werden. Hier sind Planer und Industrie aktiv darum bemüht, zu praktikableren Standards zu gelangen.

Ein weiteres Beispiel ist die Überarbeitung der Bauregelliste, welche Produkte aufführt, die auf dem Bau verwendet

## Wettbewerb Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik

Um die Vielfalt gelungener bauwerkintegrierter Photovoltaik- und Solarthermieanlagen in der Öffentlichkeit stärker bekannt zu machen und neue Projekte zu befördern, veranstaltet der Solarenergieförderverein Bayern (SEV) im Dreijahresrhythmus den „Wettbewerb Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik“.

Die besten der zunächst bayern- und dann bundesweit, seit kurzem auch weltweit ausgesuchten Projekte werden mit einem Preis ausgezeichnet und in Publikationen bekannt gemacht.

„Derzeit bereiten wir die sechste Runde vor, die 2014 bekanntgegeben werden soll“, berichtet Architekturprofessor Roland Krippner (Foto) von der Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg und Mitglied der Auswahlkommission.

„Es gibt inzwischen ein großes Angebot an Standard- und maßgefertigten Sondermodulen für die Gebäudehülle, das dem Architekt vielfältigste Gestaltungsoptionen eröffnet“, erklärt Krippner. Um die Bedeutung der architektonischen Gesamtqualität zu betonen, kooperiert der SEV mit der Architekturzeitschrift DETAIL.

Im abgeschlossenen Wettbewerb wurden 84 Projekte aus 13 Ländern eingereicht, darunter Gewerbebauten, aber auch öffentliche Einrichtungen und Privathäuser.

Zum zweiten Mal entstand im Anschluss eine Wanderausstellung, welche die besten Projekte auf 18 Tafeln zeigt und kostenlos beim SEV ausgeliehen werden kann. „Das Interesse daran ist groß“, sagte Krippner auf einer Ausstellungseröffnung bei der Architektenkammer in Mainz, „da ein breites Spektrum an beispielhaften Lösungen zur Integration von Solartechnik in die Architektur aufgezogen wird.“

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



Foto: Martin Frey

Prof. Roland Krippner

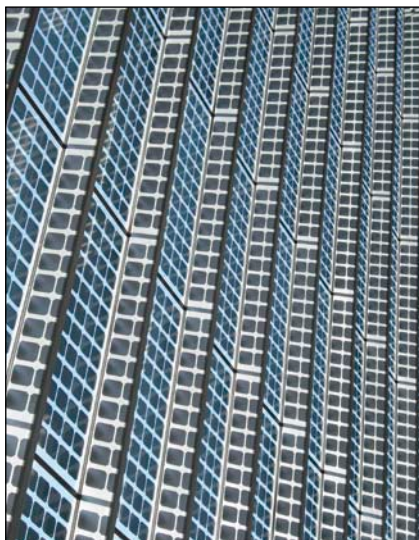


Foto: schlaich bergemann und partner

**Bild 11:** Auf den Dach- und Fassadenflächen des Bremer Weserstadions befinden sich Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 1,2 MWp. Ein Teil der 200.000 Solarmodule befindet sich an den Süd-, Ost- und Westfassaden. Sie sind halbdurchsichtig ausgeführt und sorgen für Tageslicht und Verschattung für die Treppenaufgänge zu den Tribünen. Die Planung des Dach- und Fassadentragwerkes leistete schlaich bergemann und partner.

werden dürfen. Während es darin inzwischen eine Kategorie für integrierte Dachanlagen gibt, wird noch an entsprechenden Definitionen für integrierte Fassadenanlagen gearbeitet.

### Intensiverer Austausch

Allgemein gilt, Kommunikation und Kooperation aller Beteiligten noch deutlich zu vertiefen. Hierbei ist es wichtig, dass die Schnittstellen zwischen E-Technik, PV, Glas und Fassade sauber definiert werden. Hier darf es keine Überschneidungen geben und es muss geregelt werden, wer mit wem zu welchen Fragen zu kommunizieren hat. Wie dies im Einzelfall umzusetzen ist, dürfte von Fall zu Fall aber unterschiedlich sein. Daneben gilt es, dass die Branchenteilnehmer allgemein intensiveren Austausch betreiben – etwa auf Messen, Symposien und anderen Veranstaltungen zum Thema.

### Büro hält Fäden in der Hand

Auch die Einbeziehung eines schnittstellenübergreifenden Planungsbüros erscheint besonders erfolgversprechend. Dieter Moor hat daher im österreichischen Linz das Büro Arconsol gegründet und bietet von dort aus Fachplanung für Projekte an. Als Ziel nennt er, eine kompetente Plattform für Bauherren, Planer und Architekten sein zu wollen. Vielleicht erst ein halbes Dutzend solch hochspezialisierter Dienstleister gibt es derzeit im deutschsprachigen Raum, etwa die Fir-

men Abakus Solar AG in Gelsenkirchen, Baumgartner GmbH in Kippenheim im Ortenaukreis oder schlaich bergemann und partner in Stuttgart.

### Besser Mehrkosten als Schäden begleichen

Ein weiterer Akteur in den ohnehin oft kapitalintensiven BIPV-Projekten ist aus der Sicht von Dieter Moor dennoch lohnend: „Die Mehrkosten für saubere Planung, professionelle Ausschreibung und dadurch gerechter Kostenvergleich der Anbieter sollte geringer sein, als jene, die durch Diskussionen und Probleme jeder Art entstehen können“.

Und um dies sollte es schließlich gehen: Mit BIPV eine besonders wertvolle Art der Photovoltaik in unsere Städte hineinzubringen, welche Ästhetik und Wirtschaftlichkeit miteinander in Einklang bringt. Die letzte Folge dieser Serie behandelt die Kosten und die Wirtschaftlichkeit von BIPV-Projekten. Der Autor bittet weiter um Zusendung von Diskussionsbeiträgen, aktuellen Projekten sowie Veranstaltungstipps aus der Branche.

### Termin

Im Rahmen der OTTI-Photovoltaikwoche findet am 5. März im Kloster Banz in Bad Staffelstein das „5. Anwenderforum Bauwerkintegrierte Photovoltaik“ statt. Themen sind technische, gestalterische und marktbezogene Aspekte der BIPV. Informationen gibt es beim Ostbayerischen Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI), [www.otti.de](http://www.otti.de).

### ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Geogr. Martin Frey*  
Fachjournalist

[mf@agenturfrey.de](mailto:mf@agenturfrey.de)

### Weitere Informationen

- Abakus Solar AG: [www.abakus-solar.de](http://www.abakus-solar.de)
- CREATON AG: [www.creaton.de](http://www.creaton.de)
- Baumgartner GmbH: [www.baumgartner-gmbh.de](http://www.baumgartner-gmbh.de)
- Ertex Solartechnik GmbH: [www.ertex-solar.at](http://www.ertex-solar.at)
- Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI): [www.otti.de](http://www.otti.de)
- Sapa Building System: [www.sapasolar.com](http://www.sapasolar.com)
- Solarenergieförderverein Bayern e.V.: [www.sev-bayern.de](http://www.sev-bayern.de)
- schlaich bergemann und partner: [www.sbp.de](http://www.sbp.de)

## 5. Anwenderforum Bauwerkintegrierte Photovoltaik

Im Anwenderforum „Bauwerkintegrierte Photovoltaik“ sollen neue Lösungsansätze und Projekte vorgestellt und sachkundig diskutiert werden. Kompetente Fachleute aus den Bereichen Architektur, Produktentwicklung und Marketing präsentieren neue Ergebnisse und stellen sie zur Diskussion. Der Erfahrungsaustausch und Dialog zwischen den Teilnehmern aus Planung, Forschung, Entwicklung und praktischer Anwendung wird ein ganz wesentlicher Bestandteil des Anwenderforums sein. Photovoltaische Bauelemente übernehmen weitere Funktionen, für welche sonst andere konventionelle Bauteile eingesetzt werden müssten. Sie werden zu multifunktionalen Bauelementen. Angesichts großer Freiflächen-Anlagen und der additiven Anordnung der Photovoltaik außerhalb von Gebäuden war bisher die bauwerkintegrierte Photovoltaik in Deutschland eher ein Nischenmarkt, um den sich nur wenige spezialisierte Hersteller bemühten. Die Integration galt bisher, wenn auch zu Unrecht, als teuer und mit besonderen Hindernissen belastet. Inzwischen ist deutlich geworden, dass technische, funktional und gestalterisch integrierte multifunktionale Photovoltaikanlagen auch wirtschaftliche Vorteile bringen. Neue Modulkonzepte in unterschiedlichen Technologien erlauben einen noch vielfältigeren Einsatz in Bauwerken. Das bedeutet nicht nur neue konstruktive und funktionale Möglichkeiten, sondern auch weitere Spielräume für die Gestaltung.

**Fünftes Anwenderforum**



© Flugwerft Deutsches Museum Schlierheim  
— zentra. Fachdach- und Solarsystem

## Bauwerkintegrierte Photovoltaik

5. März 2013  
Kloster Banz, Bad Staffelstein



Training  
Seminare  
Tagungen

[www.otti.de](http://www.otti.de)