

Gebäudeintegrierte Photovoltaik

Trends und Perspektiven

Gebäude bieten ein enorm großes, umweltfreundliches Potenzial zur Nutzung der Solarenergie. Bauteile und Systeme, die in der Gebäudehülle konventionelle Funktionen erfüllen und gleichzeitig Sonnenstrahlung in elektrischen Strom wandeln, sind für geneigte Dächer, Flachdächer und Fassaden verfügbar – multifunktionale gebäudeintegrierte Photovoltaik. Prof. Dr. Heinz Hullmann und Dr. Ingrid Lützkendorf gehen davon aus, dass sie sich mehr und mehr durchsetzen werden, zumal sie auch ihre Kosten im Laufe ihres Nutzungszeitraumes erwirtschaften. Es ist eine Herausforderung an die Architekten, die neuen Anforderungen an die Gebäudehüllflächen durch anspruchsvolle Gestaltung umzusetzen.

Deutschland bietet ein riesiges Marktpotenzial für gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV, Building Integrated Photovoltaics), denn für ihre Anwendung stehen rund 3.000 km² Gebäudeflächen zur Verfügung. Dies entspricht einer installierbaren Leistung von gut 300 GW und repräsentiert

ein Umsatzpotenzial von ca. 900 Milliarden Euro, wovon etwa 1/3 auf die klassische Bauindustrie entfallen würde, so Berechnungen der Fachgruppe Photovoltaik in Gebäuden im Bundesverband Bausysteme [1].

Fassaden und Dächer müssen eine Vielzahl von Funktionen erfüllen, unabhängig

davon, ob Elemente zur solaren Energiegewinnung integriert sind oder nicht. Wetzerschutz, Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz, Abschattung, Sichtschutz und Repräsentation im Sinne eines „Corporate Identity“ sind nur einige von ihnen [2]. Transparente und nicht transparente Photo-



Abb. 1 Semitransparente Module in Überkopferverglasungen bieten Witterungsschutz, Verschattung, Lichtdurchlässigkeit, Sicherheit und photovoltaische Stromerzeugung
© ertex solar

voltaikbauteile werden zunehmend in die Gebäudehülle integriert. Die transparenten Teile – vom einfachen Fenster bis zur Glasfassade – basieren in der Regel auf dem Werkstoff Glas, materialtechnisch, gestalterisch, konstruktiv, herstellungstechnisch und wirtschaftlich. Seit dem Londoner Glaspalast 1851 wurden faszinierende Konstruktionen für großflächige Anwendungen von Glas in Gebäuden entwickelt. Sie haben weite Verbreitung gefunden, besonders bei repräsentativen Gebäuden mit öffentlichen Funktionen oder für Firmensitze. Andererseits sind nichttransparente Teile der Gebäudehülle – besonders angesichts der heute hohen Anforderungen an die thermische Qualität der Gebäudehülle – technisch einfacher und daher auch

zu vergleichsweise geringeren Kosten herzustellen, als das für transparente Bauteile der Fall ist.

Thermische bzw. photovoltaische Solarsysteme

Diese Solarsysteme erfüllen in Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen die Funktionen Heizung, Kühlung, Warmwasserbereitung und Gewinnung von Elektrizität. Dazu sind Energieumwandlung, Energietransport, Steuerung, Speicherung und Abgabe der thermischen oder elektrischen Energie erforderlich – mit jeweils angepassten Elementen. Die sichtbaren Komponenten – Kollektoren, Energieabsorber, photovoltaische Module – dienen der Energieumwandlung [3].

In einfachster Form und zu Beginn der Entwicklung wurden Photovoltaikanlagen „auf dem Dach“ oder „an der Fassade“ montiert. Die weiteren Komponenten für Energietransport, Energiespeicherung und Energieabgabe sind innerhalb des Gebäudes angeordnet. Wirtschaftliche Potenziale ergeben sich bei dieser additiven Technik aus der Serienproduktion der Komponenten – in wenigen Ausführungsvarianten und unabhängig vom Einzelprojekt. Im Gegensatz zu solchen photovoltaischen Modulen, die ausschließlich zur Stromgenerierung verwendet und außerhalb der Wetterschutzschicht angeordnet werden, übernehmen integrierte photovoltaische Bauelemente zusätzliche Funktionen, die denen konventioneller, nicht photovoltaischer entsprechen wie z.B. Wasserableitung, Wasser- und Luftdichtigkeit.

Vorteile der Integration

Die Integration photovoltaischer Bauelemente hat sowohl bei Neubauten als auch bei Sanierungen wesentliche Vorteile gegenüber der Anordnung von Standardmodulen unabhängig vom Gebäude, auf Freiflächen oder auf Flachdächern [4, 5]. Bei der Verwendung multifunktionaler photovoltaischer Bauelemente in Gebäudehüllen können hinsichtlich gestalterischer, technischer und kostenspezifischer Aspekte positive Wechselwirkungen zwischen deren multifunktionalen Eigenschaften sowie gewünschten Funktionen der Gebäudehülle erzielt werden. Hierzu gehören u. a.: Lichtdurchlässigkeit, Abschattung, elektromagnetische Energieumwandlung, elektromagnetische Schirmdämpfung, anspruchsvolle Gestaltung, Witterungs-, Wärme- und Schallschutz.



Abb. 2 Photovoltaische Nutzung der großen Flächenreserve Flachdach
© Solarwatt



Abb. 3 Integration multifunktionaler PV-Bauelemente in einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade © Solarwatt

Die Bautechnik wird die konstruktiven und gestalterischen Konzepte bestimmen, die Photovoltaik die energetischen. Die solaren Bauelemente sind in gleichem Maße Bauelemente im bautechnischen Sinne als auch in ihrer photovoltaischen Funktion. Das betrifft beispielsweise die konstruktiven und die materialtechnischen Anschlüsse, die Herstellung, die Montage vor Ort, die Verträglichkeit („Affinität“) mit den benachbarten Bauteilen und mit dem Gebäude als Ganzem. Und es betrifft nicht zuletzt deren Wartung, Finanzierung und Abschreibung. Wichtig für eine erfolgreiche Entwicklung der Komponenten sind Elementierung (für den Hersteller) und Anpassbarkeit an unterschiedliche konstruktive und gestalterische Einbaubedingungen (für den Anwender).

Photovoltaische Bauelemente sind in einer Vielzahl von Varianten erhältlich und können grundsätzlich differenziert werden in biegesteife und flexible Elemente. Photovoltaische Bauelemente mit hoher Steifigkeit sind in der Regel mit Glas abgedeckt. Daher eignen sie sich besonders gut für die Gestaltung aller Formen von „Glasarchitektur“ – auch als semitransparente Module (Abb. 1) – sowie für die Integration in feste Gebäudehüllflächen wie hart gedeckte Dächer (Abb. 2) und die meisten Fassaden (Abb. 3). Darüber hinaus können Module mit hoher Steifigkeit auch in Seilnetzkonstruktionen verwendet werden. Photovoltaische Bauelemente mit geringer Steifigkeit bestehen aus biegsamen Dünnschichtmodulen, die auf einem steifen oder flexiblen Trägermaterial aufgebracht sind. Bislang sind im Handel PV-Lamine auf Metallen oder Kunststoffen wie z.B. Dachabdichtungsbahnen (Abb. 4) erhältlich. Flexible Dünnschichtmodule sind auch für die Anwendung in leichten Flächentragwerken geeignet. Sie werden daher in Zukunft für diese Anwendungen vermehrt zur Verfügung stehen.

Den Markt befriedigen

Photovoltaik hat sich im heutigen Energiemix einen festen Platz erobert. Die Erzeugung von Solarstrom ist zunehmend auch ein Geschäftsfeld für Investoren geworden. Auch die Industrie erkennt



Abb. 4 Großflächige Eindeckung eines Gewerbebaus mit flexiblen PV-Dachbahnen – auch Durchbrüche für Lichtkuppeln und Installationen sind leicht zu realisieren © Centrosolar



Abb. 5 Ganzheitliche Dachgestaltung mit einem multifunktionalen Indachsystem aus Dünnschichtmodulen © Würth Solar



Heinz Hullmann, studierte Architektur an der RWTH Aachen und ist apl. Professor an der Leibniz Universität Hannover. Außerdem ist er Partner in hwp – hullmann, willkomm & partner in Hamburg und Leiter der Fachgruppe Photovoltaik in Gebäuden im Bundesverband Bausysteme e.V. Neben Rationalisierungsaufgaben und Produktentwicklungen im Bauwesen befasst er sich seit Langem mit Fragen der Integration von thermischen und photovoltaischen Solaranlagen in Gebäuden.

nicht nur die Chancen, ihre Kompetenzen in diesen rasant wachsenden Wirtschaftszweig einzubringen, sondern entdeckt außerdem ihre Liegenschaften als hervorragenden Einsatzbereich für solartechnische Anlagen. Die Aufgabenstellung ist hierbei allerdings eine besondere. Es geht nicht nur um die Ausschöpfung immer höherer Wirkungsgrade der Photovoltaikgeneratoren, sondern auch um konstruktive Lösungen für den multifunktionalen Einsatz in unterschiedlichen Anwendungen des Industrie- und Gewerbebaus.

Um den Markt und die damit verbundenen Kundenanforderungen zu befriedigen, reicht es nicht mehr aus, simple „Auf-Dach-Lösungen“ anzubieten. Auch das in der Öffentlichkeit wahrgenommene Gestaltungsdefizit vieler solarer Anlagen auf Steildächern erfordert ein Umdenken und neue Lösungen. Funktion und Ästhetik sind bestimmende Funktionen für gute Architektur. Es gilt, den immer höher werdenden konstruktiven und gestalterischen Vorgaben gerecht zu werden. Der Ruf nach optisch ansprechenden und integrierten Photovoltaiklösungen wird stetig lauter, sei es für Dächer- oder Fassaden, im Bereich der Freiflächenanlagen, bei Stadtmöblierungen oder in der Bereitstellung von PV-Designelementen.

Dachaufständerungen ermöglichen die gute Anpassbarkeit der PV-Anlage und eine einfache Demontage im Wartungsfall, stel-



Ingrid Lützkendorf, absolvierte ein Architekturstudium an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar. Danach widmete sie sich der Sanierung denkmalgeschützter Bauten. Als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Fertigteiltechnik und Fertigbau Weimar e.V. beschäftigt sie sich heute mit Forschungs-, Planungs- und Entwicklungsaufgaben zu Bausystemen im Holz-, Beton- und Glasbau. Sie ist Mitglied der Fachgruppe Photovoltaik in Gebäuden im Bundesverband Baustysteme e.V.



Abb. 6 Vorgefertigte multifunktionale Fassaden-Bauteile © ertex solar

len jedoch hohe Ansprüche an Planung, Statik und Montage. Mittlerweile sind ausgeklügelte Gestellkonstruktionen mit entsprechenden Tragfähigkeitsnachweisen auf dem Markt erhältlich. Demgegenüber stehen integrierte PV-Anlagen, die eine konstruktive Einheit mit dem Dachaufbau bilden und die keine Dachdurchdringungen erfordern. Dies wiederum reduziert Wärmebrücken, stellt geringere Ansprüche an die Statik und sorgt optisch für ein homogenes Erscheinungsbild des Daches (Abb. 5). Für die Fassadenintegration gibt es eine Vielzahl architektonisch ansprechender Lösungen für multifunktionale Photovoltaikbauteile in Fassaden (Abb. 6), Brüstungen, Vordächern, als Sonnenschutz, Schiebeläden oder semitransparente PV-Warmfassaden.

Literatur

- [1] Bundesverband Bausysteme e.V.: Positionspapier Gebäudeintegrierte Photovoltaik-Systeme http://www.bv-bausysteme.de/tl_files/bv-bausysteme/downloads/Positionspapier_BIPV_e.pdf
- [2] hwp und ISET: Multifunktionale Photovoltaik – Photovoltaik in der Gebäudehülle, Hamburg und Kassel: hwp und ISET, 2006
- [3] Hullmann, Heinz (Hrsg.): Photovoltaik in Gebäuden, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2000
- [4] Bendel, Christian; Hullmann, Heinz: Gebäudeintegrierte Photovoltaik bei Sanierung und Modernisierung, Wiesbaden: Studiengemeinschaft für Fertigbau, PV + Bau 05, 2005
- [5] Hullmann, Heinz; Willkomm, Wolfgang: Gebäudeintegrierte Photovoltaik im historischen Gebäudebestand, Wiesbaden: Studiengemeinschaft für Fertigbau, PV + Bau 06, 2005

● hullmann@rsb.uni-hannover.de

● i.luetzkendorf@raiff-weimar.de

„Fazit“

Die Potenziale der gebäudeintegrierten Photovoltaik liegen in der Entwicklung von multifunktionalen photovoltaischen Bauelementen, die in der Regel und ohne Aufpreis mehrere Gebäude- und Bauteilfunktionen erfüllen. Langfristig versprechen solche Konzepte den größten Erfolg, denen die Integration der PV-Module in Standardbaukomponenten gelingt, für die nicht nur die Techniken des Einbaus vorhanden sind und genutzt werden können, sondern auch deren Vertriebswege.