

Future BIPV Market(s)?!

Claudio Ferrara, Carmen Vicente Iñigo
Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE,
Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg
Tel.: +49 761 45 88 56 50, Fax: +49 761 45 88 96 50
claudio.ferrara@ise.fraunhofer.de
Internet: <http://www.ise.fraunhofer.de>

1. Einleitung

Seit Jahrzehnten betonen Architekten, Planer, Ingenieure und Wissenschaftler die Wichtigkeit und die offensichtliche Notwendigkeit der Bauwerksintegrierten Photovoltaik (BIPV) für unsere zukünftige Energieversorgung. Trotz dieses Bewusstseins ist der Marktanteil für BIPV am PV-Markt immer noch sehr klein. Im Jahr 2009 lag der Marktanteil von BIPV in Deutschland bei nur 1,5 % der gesamten installierten PV Leistung [1]. Neubauten und architektonische „show cases“ waren und sind bis heute immer noch der Fokus von Projekten und dazugehörigen Veröffentlichungen. In Forschung und Entwicklung wurden grosse Anstrengungen unternommen um neue Produkte auf den Markt zu bringen, insbesondere für den Dachbereich. Um Hindernisse durch die Gesetzgebung abzubauen und um dieses Segment zu fördern und die Marktentwicklung anzutreiben wurden neue spezifische Normen für BIPV definiert (z.B. DIN EN 50583 [9]). Mit der Einführung der EU Gebäuderichtlinie 2010 für energieeffiziente Gebäude (European Directive Energy Performance of Buildings, EPBD) in 2010 wurde ein neuer Bereich für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten eröffnet. Neue Prognosen beziffern die zwischen 2011 und 2017 installierte Leistung durch BIPV auf 4,6 GW weltweit [2]. EPIA z.B. prognostiziert in ihrem Bericht [3], dass zukünftig 40 % des Energiebedarfs in Europa durch Dach- und Fassadenintegrierte PV Installationen bereitgestellt werden kann. Das bedeutet eine mögliche installierte Leistung von über 1500 GW mit einer jährlichen Elektrizitätsproduktion von 1400 TWh [3]. Trotz dieser positiven

Prognosen, ist die tatsächlich installierte Leistung derzeit immer noch weit weg von diesen Zahlen.

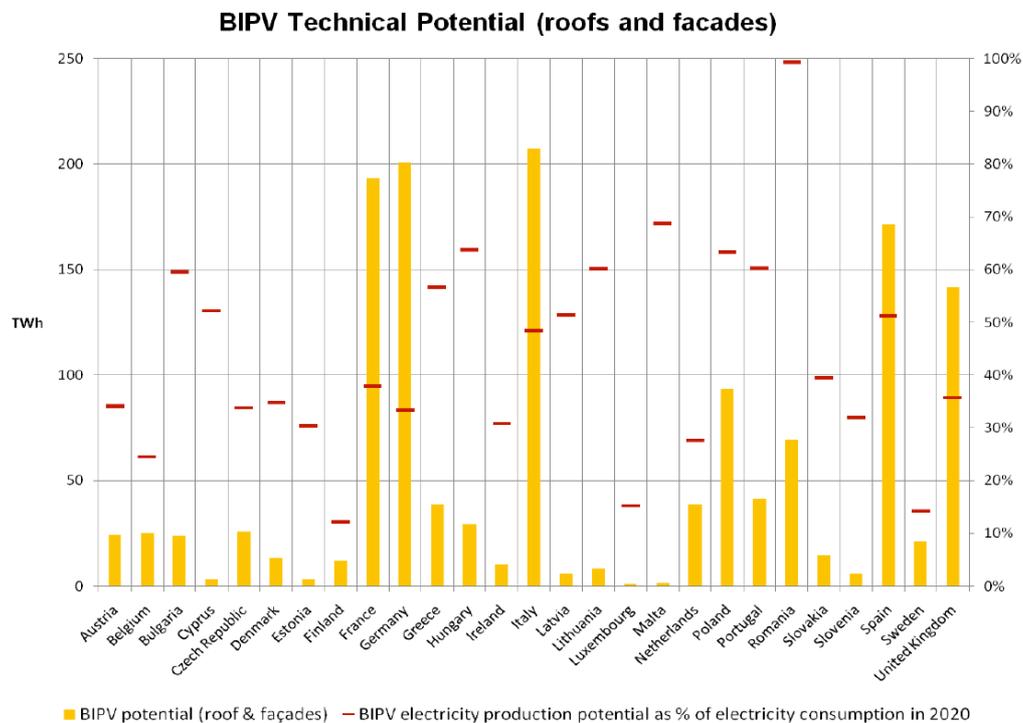


Abbildung 1 Technisches Potenzial für BIPV für Dach und Fassade in der in EU 27. [11]

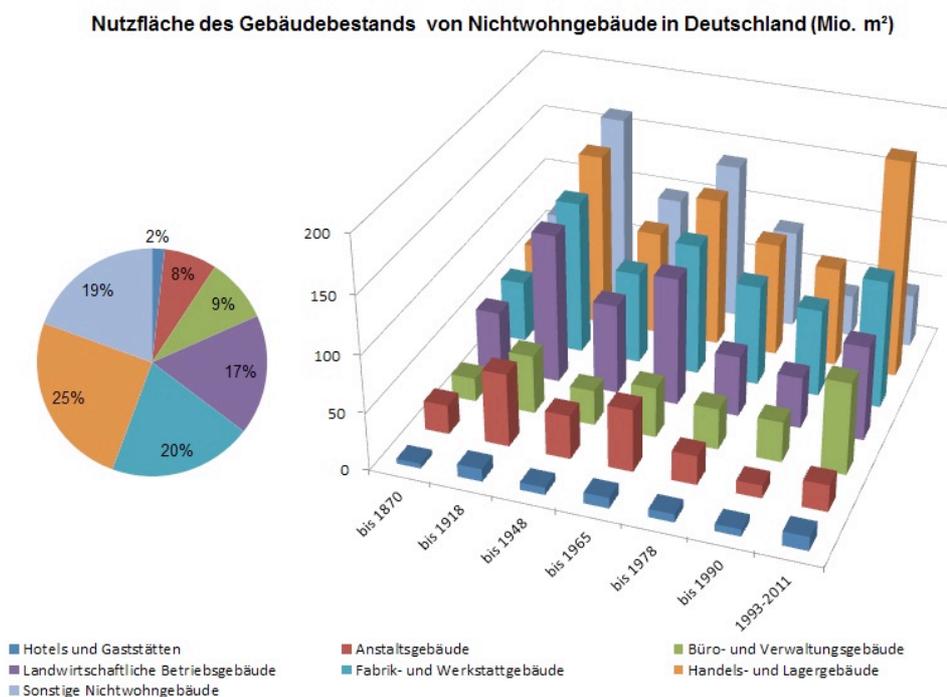
In dieser Veröffentlichung erläutern wir einen analytischen Ansatz des Gebäudebestandes in Deutschland. Beispielhaft werden die Anforderungen und Rahmenbedingungen anhand einer ausgewählten Bauwerksklasse aus dem Nichtwohnungsbau (NWB) vorgestellt. Ein Faktor, der der (Bau-) Industrie erlaubt die Entwicklung zu beschleunigen, ist die Standardisierung von Produkten und Leistungen. Deswegen wird auch die Notwendigkeit der Standardisierung von Maßen und die Anforderungen an diese (neuen) Produkte diskutiert. Fragen zu Bauwerksgeometrien, Anteil von Öffnungen in Fassaden, Verortung in der bebauten und urbanen Umgebung, die Einfachheit der Installation und ästhetische Qualitäten werden untersucht. Diese Parameter werden bewertet, um (neue) relevante BIPV

Märkte zu definieren u/o zu finden und um neue BIPV Produkte für Renovierung des Gebäudebestands und Neubau zu entwickeln.

2. Gebäudebestand in Deutschland

Der Gebäudebestand in Deutschland lässt sich grundsätzlich durch seine Nutzung in Wohngebäude (WG) und Nichtwohngebäude (NWG) unterteilen. Einen großen Anteil am deutschen NWG-Bestand haben Lager- und Industriehallen. Abb. 2 zeigt, dass diese Gebäudekategorien ca. 45% der Nutzfläche des Nichtwohngebäudebestand in Deutschland darstellt. Eine aktuelle Studie [6] über Energieeffizienz in Hallen schätzt, dass die Nettonutzfläche der beheizten Halle Gebäude für den Bauzeitraum 1960-2009 in Deutschland bei ca. 508 - 625 Millionen Quadratmeter liegt. Basierend auf einer Standardhalle mit einer solar nutzbaren Süd-, Ost- und Westfassaden kann in einem ersten Ansatz die gesamte nutzbare Fassadenfläche auf rund 400 Mio. Quadratmeter geschätzt werden. Das ergibt eine mögliche max. installierte Gesamtleistung von ca. 60.000 MWp. Durch Abschattung und andere Einschränkungen ist davon allerdings nur ein Anteil dieser Fläche für BIPV effektiv nutzbar. Dennoch ergibt sich bei einem konservativem Abschätzung von 1/3 immer noch Potential von rund 20 GWp.

Abbildung 2 Prozentsatz und Millionen m² Nutzfläche des Gebäudebestands von Nichtwohngebäude in Deutschland ab 1870 ([4],[5])



3. Anforderungen und Rahmenbedingungen

Für die ausgewählte Gebäudeklasse der Industriehallen können folgende Anforderungen und Rahmenbedingungen formuliert werden. Derzeit gelten im Folgenden aufgezählten baurechtliche Anforderungen an PV-Module und die Befestigungssysteme. PV Module sind in der neuen Bauregelliste B Teil 2 gelistet. Daraus folgt für PV-Module in Freiflächenanlagen und Dachanlagen, die der Niederspannungsrichtlinie entsprechen, dass diese zulassungsfrei sind. Die Niederspannungsrichtlinie ist mit einigen Ausnahmen für „elektrische Betriebsmittel zur Verwendung bei einer Nennspannung zwischen 50 V und 1000 V für Wechselstrom und zwischen 75 V und 1500 V für Gleichstrom“ gültig. PV-Module in Fassaden benötigen eine allg. bauaufsichtliche Zulassung (abZ). Für den Erhalt einer abZ müssen neben dem Nachweis der Standsicherheit und die Resttragfähigkeit auch die Brandschutzeigenschaften nachgewiesen werden. PV-Module und PV-Fassadenelemente unterliegen meistens höheren Anforderungen als PV-Module, die im Freifeld oder auf dem Dach montiert werden. So können die auftretenden Modultemperaturen, in Abhängigkeit des Konstruktionsaufbaus, deutlich über der Umgebungstemperatur liegen. So wurden u.a von Haeberlin [Haeberlin] bereits Modultemperaturen von 80°C beobachtet. Diese Anforderungen sind bei der Auslegung der Konstruktion und der Realisierung zu beachten.

4. Marktpotentiale

Trotz der höheren Anforderungen und Rahmenbedingungen sind die Fassaden von Industriehallen in Form von Fabrik- und Lagerhallen sowohl für Neubau und Renovierung für die Integration von BIPV-Module in der Fassade sehr attraktiv. Aus der oben durchgeführten Analyse des Gebäudebestandes und mit folgenden Annahmen ergibt sich somit ein grosses Marktpotential für die oben ausgewählte Gebäudeklasse. Dieses ergibt sich auf Grund der Einfachheit der meist quaderförmigen Architektur und der großen Fassadenfläche, die wiederum meist keine oder nur wenige Öffnungen aufweisen. Dadurch können BIPV-Module einfach in die Gebäudehülle integriert werden. In den meisten Fällen haben diese Gebäude

keine oder nur eine geringe Isolierung und haben damit ein hohes Einsparpotential bei Renovierung. Im Zuge des Renovierungsprozesses können der neuen Hülle weitere Funktionen zugeordnet werden. Neben der angesprochenen Dämmung auch eine aktive Nutzung der Solarenergie in Form von Stromerzeugung durch PV, Bereitstellung von Wärme durch Solarthermie oder eine Kombination der beiden Technologien.

5. Massenfertigung vs./u. Massfertigung

PV-Module werden weltweit derzeit mit einem Quasi-Standard (QSt) von sechzig 6-Zoll-Zellen pro Modul (60Z) hergestellt. U.a. durch diese Quasi-Standardisierung wurde es möglich, ein hohes Maß an Automatisierung und eine Massenfertigung zu erreichen. Als Folge konnte damit die auch in anderen Branchen übliche (ökonomische) Lernkurve erreicht werden, d.h. durch die „economy of scale“ konnten geringe Produktionskosten mit steigender Produktionsmenge erreicht werden. Im Bereich der BIPV gab es verschiedene Ansätze der Fertigung in grossen Serien für verschiedene Anwendungen (SCHÜCO, UNISOLAR, Sulfurcell, etc.). Bisher leider mit wenig Erfolg. Erst durch eine Standardisierung und Vorfertigung im Werk sind relevante Kostenreduktionen zu erwarten. Die Produktionskosten für ein kristallines 60Z-PV-Modul liegen derzeit bei ca. 0,5 - 0,6 Euro/Wp. D.h. ein heutiges 60Z-PV-Modul mit einer Grösse von ca. 1,6 qm und einer Peak-Leistung von ca. 280 Wp kostet ca. 140 - 168 Euro. Das entspricht somit einem Preis von ca. 87,5 - 105 Euro/qm. Um nach einer einfachen Abschätzung einer Amortisation nach ca. 10 Jahren zu erreichen, dürfen die Mehrkosten für die Integration einer photovoltaisch aktiven Schicht im Bereich zw. 50 – 80 Euro/qm zusätzlicher Kosten liegen. Das dies bei einer Massenfertigung möglich ist, zeigen die bisherigen Modulfabriken.

6. Neue Märkte

Neue Märkte für die Integration von Photovoltaik in die Bauwerkshülle ergeben sich dadurch, dass der Bauwerksbestand genau auf die Potentiale und Anforderungen der verschiedenen Bauwerksklassen analysiert wird. Dabei müssen neben den spezifischen Bauwerksgeometrien auch die Öffnungen bzw. die geschlossenen

Flächen berücksichtigt werden. Weitere Aspekte sind die Verortung der Bauwerke in ihrer Umgebung (Verschattung durch benachbarte Bebauung, Pflanzen, Horizontlinie, etc.), die Anforderungen durch die Bauwerksklasse, z.B. an die Installation, den Wärmeschutz und weitere geforderte Funktionen der Gebäudehülle. Ein letzter aber entscheidender Aspekt ist die geforderte oder gewünschte „Ästhetik“ und die Wechselwirkung mit der Architektur.

7. Zusammenfassung

Zukünftige Märkte entstehen. Zum Einen aus den Vorgaben der Europäischen Union, nach der ab 2020 nach der EU-Direktive EPBD (Energy Performance of Buildings) sollen sämtliche Gebäude Niedrigstenergiehäuser werden (NZEB Nearly Zero Energy Buildings). Das bedeutet ein großes Marktpotenzial für BIPV Produkte und, dass der Energiebedarf für Heizen u/o Kühlen von Gebäuden stark reduziert werden muss. Zum Anderen ergeben sich zukünftige Märkte aus der Analyse der nationalen Gebäude- bzw. Bauwerksbeständen und deren direkten Potentiale bei Dächern und Fassaden. Unterstützt wird dieses Ziel dadurch, dass die zusätzlichen Kosten für die integrierte Photovoltaik möglichst gering sind (50 – 80 Euro/qm). Eine Möglichkeit ist es u.a., vorgefertigte und standardisierte PV-Fassadenelemente für ausgewählte Gebäudeklassen zu entwickeln, die dann in gleich bleibender Qualität in hoher Stückzahl und damit zu immer geringeren Kosten hergestellt werden können (siehe Lernkurve PV-Modul). Die Montagezeit auf der Baustelle kann durch die Vorfertigung ebenfalls stark verkürzt werden. Beide Aspekte tragen zu einer Kostenreduktion bei. Die gleichbleibende Qualität, auch der Oberfläche, trägt zu einer hohen Akzeptanz im Architektur- und Nutzerbereich bei. Die Kombination eines möglichen Gewinns nach der Amortisationszeit und dem Einsparpotenzial bei einer kombinierten Lösung (PV + Isolierung) und die schnelle Installation durch Vorfertigung, sollten dem BIPV-Markt einen neuen Impuls für ein starkes Wachstum geben.

9. Referenzen

- 1] Potential of Building-Integrated PV 2010. Beyond power production". EuPD Research, 2010
- [2] "BIPV and BAPV: Market Drivers and Challenges, Technology Issues, Competitive Landscape, and Global Market Forecasts", Pike Research, 2012.
- [3] FRAILE. D. "Building Integrated Photovoltaics: Closing the gap between the construction and PV sector". EPIA, DOI: <http://www.internationalsustainableenergy.com/279/iser-magazine/past-issues/building-integrated-photovoltaics-closing-the-gap-between-the-construction-and-pv-sector>; 11 May 2010.
- [4] "Bauen und Wohnen: Baugenehmigungen / Baufertigstellungen von Nichtwohngebäuden (Neubau) Lange Reihen z.T. ab 1980". Statistisches Bundesamt, 2011
- [5] "Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude in Deutschland", BMVBS-Online-Publikation, Nr. 16/2011, August 2011.
- [6] "Gesamtanalyse Energieeffizienz von Hallengebäuden, ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden, Universität Kassel, Dresden, 2011
- [7] „Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO2-Minderungspotenzialen“, BMVBS-Online-Publikation, Nr. 27/2013
- [8] H. Häberlin, Luciano Borgna und Philipp Schärf, BIPV: Ästhetik allein genügt nicht – Langfristiger Energieertrag und Sicherheit sind ebenso wichtig, 26. Symposium Photovoltaische Solarenergie Staffelstein 2011
- [9] DIN EN 50583:2012-11; VDE 0126-210:2012-11, Photovoltaics in buildings / Photovoltaik im Bauwesen; Deutsche Fassung prEN 50583:2012
- [10] Gebäude und Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2013
- [11] PV in Europe & its potential in the building sector, EPIA, Juni 2010.

10. Abstract

For decades architects, planners, engineers and scientists are emphasising the importance, the obvious need of building integrated photovoltaics (BIPV) for our

future energy supply system. Despite this consciousness, the market share for BIPV on the PV market is still very small. New buildings and architectural show cases were in the past and are still areas of publications and projects. In 2009, the market share of BIPV remained very low (in Germany it was 1.5% of the total installed PV power [1]). Great efforts have been made in research and development into new products and new specific standards for BIPV to define this segment to promote and drive the market development. With the introduction of the European Directive Energy Performance of Buildings Directive, (EPBD) in 2010, a new area for research and development activities was opened. New forecasts estimate the installed power by BIPV from 2011 to 2017 to 4.6 GW worldwide [2]. Considering these numbers little progress can be observed and the outlook is positive. EPIA [3] stated in their report that 40 % of energy demand in Europe may be provided by roof and façade integrated PV installations. That means a potential installed capacity of more than 1500 GW with an annual electricity production of 1400 TWh [3]. The actual installed capacity is currently far away from these numbers.

In this paper we describe an analytical approach of the building stock and give first sketches of a technical solution that is directly related to the analysis. Various building classes in the non-residential construction are the focus of the study. For example, the requirements and conditions are presented on the basis of a building class. The market potential of a generic product is shown. One factor of the (construction) industry that allows to accelerate development is standardization of products and services. Therefore it is discussed, the need of standardization of these compounds and the requirements for the (new) products.

On the other hand, there are already the market for custom-made modular solutions , which is already helping to increase the acceptance of BIPV products. Questions about building geometries proportion of openings in facades, localization in the built and urban environment, the ease of installation and aesthetic qualities are examined. These parameters are evaluated to (new) BIPV relevant to define markets u / o and to find new BIPV to develop products for renovation of existing buildings and new construction.