

MULTIELEMENT II – Verbesserung der bautechnischen und baurechtlichen Rahmenbedingungen für PV-Fassadenkomponenten

M. Roos, N. Henze, P. Funtan, S. Misara, J. Cronemberger, J. Firges
Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES,
Königstor 59, 34119 Kassel,
Tel.: (0561) 7294-219, Fax: (0561) 7294-200
E-mail: maria.roos@iwes.fraunhofer.de

1 Ziel des Projekts MULTIELEMENT II

Mit dem Projekt MULTIELEMENT II werden die Arbeiten des Vorgänger-Projekts MULTIELEMENT fortgeführt. In Kooperation mit mehreren Industriepartnern konzentriert sich die Arbeit auf die hohen Anforderungen, die an die Qualität von PV-Fassadenelementen und integrierten Systemkomponenten gestellt werden, um technische und normative Hemmnisse zu beseitigen, die einer weiteren Verbreitung von PV-Fassaden zurzeit im Wege stehen.

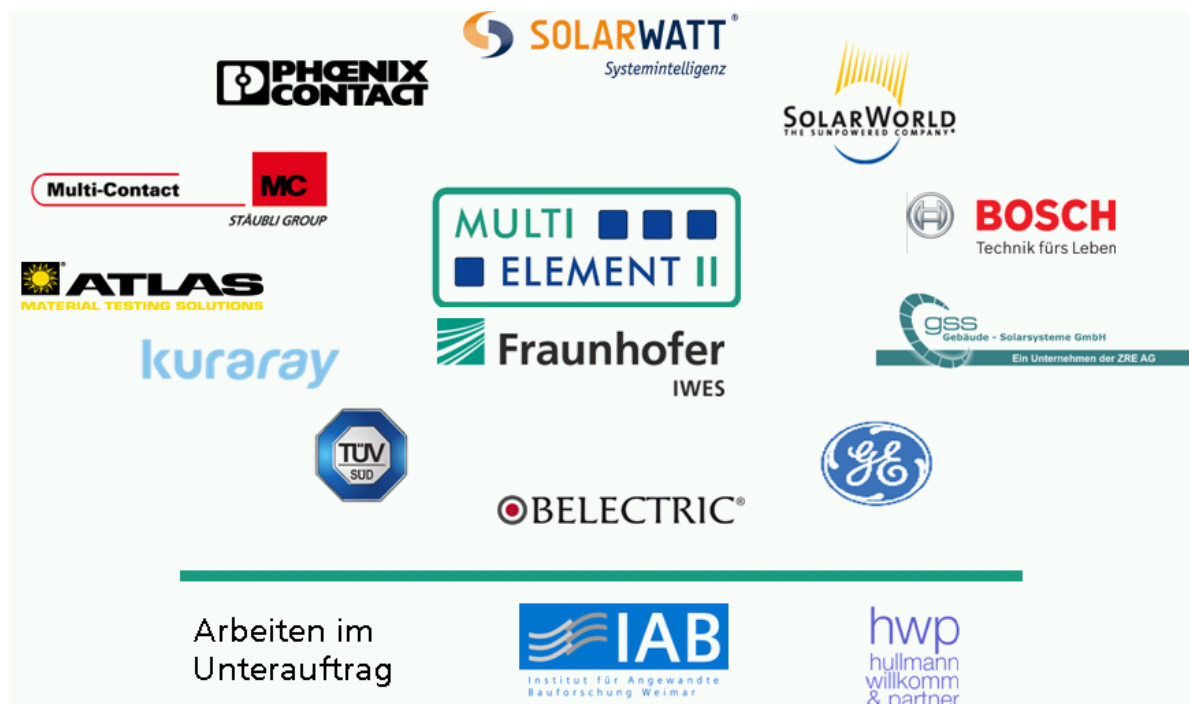


Abbildung 1: Die Partner im Projekt MULTIELEMENT II

2 Hintergrund des Projekts

Trotz der vielen Erfahrungen, die mit der Integration von Photovoltaiksystemen in die Gebäudehülle gemacht wurden, trotz der Fortschritte, die bei der Klärung von bau-

rechtlichen Fragestellungen rund um die Photovoltaik in den letzten Jahren erzielt wurden und trotz der aktuellen Entwicklung hin zu sogenannten Plusenergiegebäuden, bestehen Hemmnisse, die dazu führen, dass der BIPV-Markt ein Nischenmarkt bleibt. Zwar ist das Bewusstsein der bautechnischen und baurechtlichen Anforderungen bei den Herstellern gestiegen, doch die Entwicklung von geeigneten PV-Elementen, die wie selbstverständlich von Architekten oder Fassadenbauern in der Fassade eingesetzt werden können, ist bei weitem noch nicht abgeschlossen. Viele Detailfragen bzgl. der Anforderungen an PV-Fassadenelemente sind noch nicht geklärt. Das betrifft nicht nur Fragen zu baurechtlichen Anforderungen, sondern auch bauliche Qualitätsanforderungen an PV-Fassadenelemente und auch deren Systemkomponenten.

Projektschwerpunkte

- PV-Fassaden, insbesondere vorgehängte Kalt-Fassaden
 - Optimale Kombinationsmöglichkeit eines qualitativ hochwertigen, flexiblen Fasadensystems mit den multifunktionalen Eigenschaften von PV-Modulen.
 - Steigendes Interesse von Fassadenbauern an geeigneten und zugelassenen PV-Elementen und zuverlässiger Systemtechnik
 - Anwendungsbereich Sanierung von Gewerbegebäuden und Plusenergiegebäude im städtischen Bereich
- Herausforderungen
 - Entwicklung von Qualitätsstandards (Langzeitverhalten, Funktions-Monitoring, Elektronik in der Gebäudehülle) für PV-Fassaden-Elemente und deren Systemkomponenten
 - Klärung der Anforderungen und Prüfvorschriften für eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) bzw. einer ZiE
 - Zertifizierung PV-Fassadensysteme





Vorgehängte Fassade
mit thermischen Solarkollektoren
www.stahl-und-glas.de



PV-Fassade in PIZ NAIR,
St. Moritz
Foto: G55 Gebäude –
Solarsysteme GmbH

Abbildung 2: Projektschwerpunkte im Projekt MULTIELEMENT II

Welcher Hersteller kann eine Gewährleistung von mehr als 2 Jahren auf die Funktionsfähigkeit geben? Welche Prüfungen und Nachweise müssen noch entwickelt werden, um Garantien zu geben, wie sie am Bau üblich sind?

Die üblichen IEC-Prüfungen reichen hier sicher nicht aus, denn sie berücksichtigen meist nicht die realen Betriebsbedingungen in der Fassade, die sich von anderen Anwendungen unterscheiden.

Während die Qualitätsanforderungen, die die PV-Industrie bisher entwickelt hat, überwiegend dem Anlagenschutz und der Ertragsoptimierung dienen, müssen bei PV-Fassaden die Auswirkungen von höheren Temperaturen oder höherer Luftfeuch-

te auf die Nutzungsdauer der Materialien berücksichtigt werden. Es fehlt bislang an einer ausreichenden Datenbasis, die im Projekt MULTIELEMENT geschaffen werden soll.

Auch darf sich die Bewertung von PV-Fassaden nicht länger auf Renditefragen beschränken. Die Fokussierung auf die Investitionskosten von BIPV-Projekten verstellt den Blick auf die Vielzahl weiterer Bewertungskriterien wie Life-Cycle-Betrachtungen, Oberflächenbehandlung, Schadstoffeinsatz, mögliche Wertsteigerungen, Image uvm.. Die ökonomischen Rahmenbedingungen von BIPV-Anwendungen umfassen auch Einsparungen durch den Ersatz anderer Bauteile oder die Erreichung höherer Effizienzstandards im Rahmen der Energieeinsparverordnung (EnEV). Außerdem muss eine Wertsteigerung durch ein modernes Image und bessere Vermietbarkeit der Gebäude berücksichtigt werden.

Im Vordergrund steht also nicht der höchstmögliche Ertrag, sondern die Aktivierung einer Gebäudehülle zur Nutzung lokaler Energieressourcen, die sich allen Wünschen und Anforderungen stellen kann, die von so unterschiedlichen am Bau beteiligten Akteuren wie Architekten, Investoren, Bauherren, Betreibern, Bauunternehmern, Bauingenieuren, Fassadenbauern, Monteuren oder der Feuerwehr gestellt werden. Entscheidende Kriterien für die Wahl eines PV-Fassadensystems sind deshalb die gestalterische Einbindung in das Gebäudekonzept bei hoher Qualität und Langzeitstabilität der Komponenten sowie einem überzeugenden Sicherheitskonzept, das auch ein geeignetes und praktikables Monitoring-System beinhaltet.



Abbildung 3: Fassadenintegration in Jena und in München,
Fotos: GSS-Gebäudesolarsysteme GmbH

Projektziel ist es, Qualitätsstandards zu entwickeln, die sich speziell auf den Einsatz von PV-Komponenten in Fassaden beziehen. Zum einen betrifft das den normativen Bereich durch die Entwicklung von Normen- und Richtlinienvorschläge, die entweder vorhandene Normen ergänzen oder in die europäische BIPV-Norm aufgenommen werden können. Zum anderen betrifft das die Erweiterung der bautechnischen Datengrundlage für verschiedene PV-Fassadensysteme, die Entwicklung neuer Bewer-

tungskriterien und damit verbundene Geschäftsmodelle sowie die Erarbeitung von Auslegungskriterien für die geeignete Bemessung von PV-Fassadenelementen und PV-Systemkomponenten in unterschiedlichen Anwendungen.

Projekthalte

Geeignete Fassadentypen für unterschiedliche Gebäudesektoren und Anforderungsprofile für PV-Elemente

Insbesondere Bürogebäude oder Produktionsstätten bieten große Fassadenflächen und viele Gebäude aus den 50er und 60er Jahren sind renovierungsbedürftig. In diesem Geschäftsfeld können geeignete PV-Fassaden- und -Dachelemente ein optimiertes energetisches Sanierungskonzept darstellen. Im Projekt sollen systematisch verschiedene Fassadensysteme auf Ihre Eignung hin untersucht werden und innovative Lösungsansätze für PV-Systeme angestoßen werden.

Entwicklung eines vergleichenden, ganzheitlichen Bewertungsschemas

Ziel ist es, dem Planer ein Hilfsmittel zur ganzheitlichen Bewertung von Fassaden im Hinblick auf den Einsatz multifunktionaler photovoltaischer Bauelemente zur Verfügung zu stellen. Dieses Bewertungsschema soll so ausgestaltet sein, dass es später in eine digitale Planungssoftware übersetzt werden kann. Die relevanten Entscheidungsfaktoren, die bei der Realisierung von Fassadenprojekten berücksichtigt werden sollen, werden ermittelt. Dabei sind Bewertungskriterien zu entwickeln, die eine vergleichende Betrachtung unterschiedlicher Systeme ermöglichen. Darauf aufbauend soll ein Bewertungsschema erarbeitet werden (z. B. darstellbar als Netzdiagramm), das die relevanten Kriterien enthält und bewertet, so dass Fassadensysteme mit und ohne PV ganzheitlich betrachtet und verglichen werden können. Dies soll eine Entscheidungshilfe sein für Bauherren, Investoren, Architekten und Fassadenbauer.

Höhere Anforderungen an Systemkomponenten

Nicht nur die PV-Module müssen an den Anwendungsbereich in der Fassade angepasst werden, sondern auch die komplette Systemtechnik, von der Bypass-Diode, den Energiewandlungseinheiten, der Leitungsführung bis hin zum Monitoring.

Bypassdioden und Anschlussdosen in PV-Fassaden

Wegen häufiger temporärer Verschattungen wird der Bypassfall in PV-Fassaden häufiger auftreten als in unverschatteten Freiflächenanlagen. Zudem ist die Hinterlüftung von Fassadenelementen nicht mit Freiflächenanlagen zu vergleichen. Höhere Betriebstemperaturen führen zu einer höheren Belastung der Bypassdioden, was sich auf die Ausfallwahrscheinlichkeit der Dioden negativ auswirkt. Schon beim Ein-

satz in nicht integrierten PV-Systemen wurden in den letzten Jahren vermehrte Diodenausfälle verzeichnet. Bilden die aktuellen Normen (EN 61215, EN 50548) diesen Zustand ausreichend ab? Kommen für BIPV-Anwendungen neue Schutztechniken zum Einsatz? Im Projekt wird untersucht, ob höhere Anforderungen an die Lebensdauer und Temperaturbelastbarkeit gestellt werden müssen.

Monitoring von PV-Fassaden

Das Monitoring von PV-Fassaden stellt eine neue Herausforderung dar, denn eine PV-Fassade unterscheidet sich sowohl von additiven und PV-Freiflächenanlagen als auch von konventionellen Fassaden was die Sicherheitsanforderungen von Personen und Gebäuden betrifft. Welche Größen müssen erfasst werden und auf welcher Ebene? Welche Konsequenzen haben die Messergebnisse? Was passiert im Fehlerfall? Wie kann man den Fehlerfall durch Präventivmessungen verhindern? Braucht man Bussysteme für die BIPV? Und welche normativen Anforderungen werden an ein solches Monitoring-System bauseitig und PV-seitig gestellt? Es gibt verschiedene Normen für einzelne Aspekte. Für Messgeräte gibt es z. B. die IEC 61557 oder IEC 61010, für PV-Monitoring die IEC 61724 und CEI 82-25, doch können diese nicht unmittelbar auf den Betrieb von PV-Fassaden übertragen werden. Bei Freiflächenanlagen orientieren sich die Kriterien an der Ertragsoptimierung und Betriebssicherheit. Zum Einsatz kommen Standardmodule, bei PV-Fassaden hingegen häufig Sonderanfertigungen, die im Schadensfall häufig schwer zugänglich sind. In einer Fassade müssen deshalb möglicherweise weitere Messgrößen erfasst und bewertet werden. Es stellen sich Fragen nach Aufwand, Kosten, Installation, Lebensdauer, Datenhandling. Im Projekt soll daher das vollständige Endprodukt „PV-Fassade“ in seiner Umgebung untersucht und verstanden werden, um Kriterien für geeignete PV-Fassaden-Monitoring-Systeme festzulegen. Ziel ist es, hier die entsprechenden Anforderungen aufzustellen und frühzeitig normgestaltend aktiv zu werden.

Testfassade

Obwohl es bereits einige PV-Fassaden realisiert wurden, gibt es einen Mangel an verlässlichen, realistischen Betriebsbedingungen unter denen PV-Fassadenelemente und insbesondere die Systemkomponenten arbeiten müssen. Im Projekt sollen daher Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse am Modul und in Lüftungs- und Leitungskanälen gemessen werden, sowie mechanische Belastungen und Strömungsgeschwindigkeiten. Ziel ist es einerseits Worst-Case-Szenarien aus Maximalwerten von Modul-, Dioden- und Anschlussdosentemperatur zu bestimmen, andererseits auch die Häufigkeitsverteilung der Betriebszustände zu ermitteln. An einer Testfassade sollen daher PV-Fassadensysteme untersucht werden, die sich für die Sanierung von Büro- und Industriegebäuden eignen.

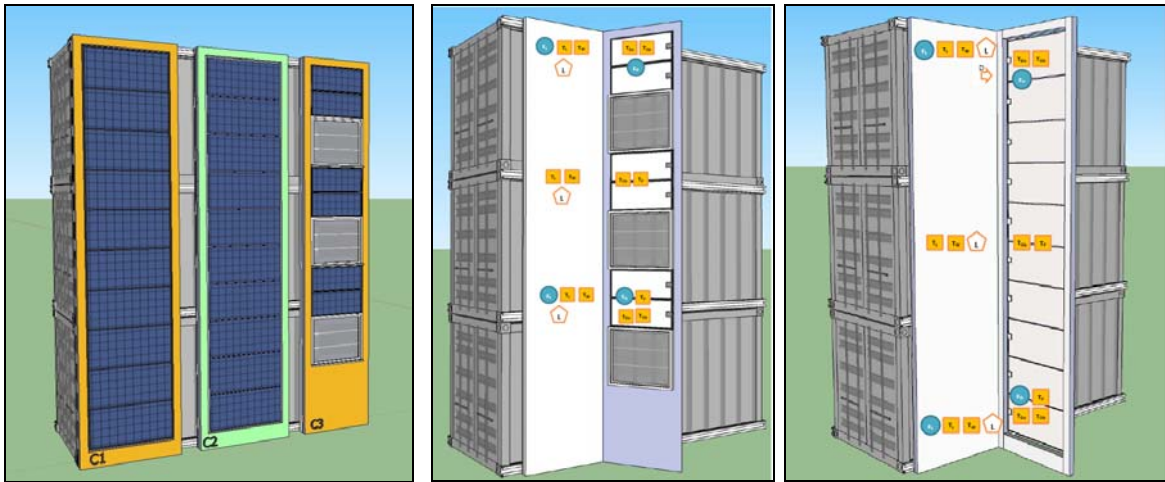


Abbildung 4: Aufbau der Testfassade und Messpunkte für die zwei Varianten.

Zwei Varianten stehen im Fokus:

Variante 1: Geschlossene Fassade vor opaker Wand, mit und ohne Zwischenlüftung über Fugen. Diese können bei Industrie- und Gewerbegebäuden, Hallen ohne Fensteröffnungen oder bei Aufzugschächten zur Anwendung kommen. Als besondere Eigenschaften sind hier zu nennen:

- Durchgehender Kamineffekt zwischen Modulen und Hinterwand (Dämmung)
- Quer- und Längslüftungswege möglich
- Lange Aufheizungszeiten
- Besondere Brandschutzmaßnahmen sind zu beachten.

Variante 2a: Brüstungsbereich bei Fensterbändern

Diese Konstruktionen kommen häufig vor sowohl bei Bürogebäuden, als auch bei Wohngebäuden. Sie können als Kalt- oder Warmfassade vorgesehen werden.

Eigenschaften bei der Ausführung als Kaltfassade :

- Luftzufuhr unterhalb der Module, Luftabfuhr oberhalb der Module
- Höhenlage im Gebäude hat einen Einfluss auf die Hinterlüftung

Eigenschaften bei der Ausführung als Warmfassade:

- Keine Hinterlüftung der Module
- Einsatz von Isolierglas – Wärme wird schlechter abgeführt
- Alle Systemkomponenten liegen im Warmbereich
- Andere Modulanschlusstechnik notwendig



Fotos:
Bosch Solar CISTech

Abbildung 5: Sanierungsbedarf bei Bürogebäuden mit Fensterbändern. PV-Fassadensysteme können hier eine energetisch optimierte Lösung bieten.

Als Mindesthöhe werden 3 Stockwerke angesehen, wobei bei den Fensterbändern insbesondere die Betriebsdaten von 1. OG und 2. OG ermittelt werden müssen. Bei der geschlossenen Wand steht der Verlauf der Temperatur über die gesamte Höhe im Vordergrund. Aus den gemessenen und weiteren Daten sollen realistische Szenarien abgeleitet werden, auf deren Basis vorhandene Prüfverfahren bewertet werden und ggfs. ergänzt werden können.

Baurechtliche Anforderungen

Nach wie vor stellen baurechtliche Anforderungen eine große Hürde für die PV-Hersteller dar. PV-Fassadenelemente benötigen nach der Bauregelliste eine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder eine projektbezogene Zustimmung im Einzelfall (ZiE). Obwohl mittlerweile viele PV-Fassaden realisiert wurden und einzelne Hersteller bereits eine abZ haben, sind die Anforderungen nicht öffentlich zugänglich. Bei den vorliegenden abZ wurde PVB-Folie verwendet wie sie im Glasbau üblich und baurechtlich eingeführt ist. Ein Brandschutznachweis wurde ausgenommen, wird aber mittlerweile verlangt. Insbesondere im Bereich der Brandschutzanforderungen gibt es noch großen Klärungsbedarf. Diese Anforderungen werden zurzeit im Rahmen einer abZ durch das DIBt festgelegt und sind dadurch nur dem Antragsteller bekannt. Aufbauend auf den Ergebnissen aus dem Projekt MULTIELEMENT I sollen die baurechtlichen Anforderungen an PV-Fassadenelemente untersucht und geklärt werden. In Kooperation mit unseren Partnerfirmen soll eine möglichst große Transparenz in diesem Prozess ermöglicht werden.



Abbildung 6: Module im SBI-Test (Single-Burnig-Item-Test) nach EN ISO 13823. Klärungsbedarf besteht bei den Ausführungsdetails.

Ziel ist es darüber hinaus, die Brandeigenschaften und mechanischen Eigenschaften verschiedener PV-Fassadenelemente (Farbgebung, Dickenvarianten) zu untersuchen. Der Einfluss dieser Änderungen auf die Eigenschaften der PV-Elemente muss systematischer untersucht werden. Ziel ist es, zusammen mit akkreditierten Materialprüfanstalten und dem DIBt geeignete Prüfprozeduren für PV-Fassadenelemente und PV-Fassadensysteme festzulegen und angemessene Prüfanforderungen zu entwickeln.

3 Zusammenfassung und Ausblick

- Die Entwicklung von PV-Fassadenelementen muss anders betrachtet werden als die von Standardmodulen. Damit eröffnen sich neue Fragestellungen an ein Produkt, dass in erster Linie ein Bauprodukt ist.
- Es muss gelingen, den Blick auf das gesamte PV-Fassadensystem zu lenken und neue Bewertungskriterien zu entwickeln. Denn PV-Fassaden sind keine reinen Renditeprojekte, sondern sie müssen mit konventionellen Fassaden verglichen werden. Es gilt gute Lösungen zu entwickeln, um energetisch optimierte und qualitativ hochwertige Gebäudehüllen zu gestalten.
- Diese Fragestellungen genau zu definieren und Lösungen zu finden, ist eine Aufgabe, die nicht von Einzelnen alleine bearbeitet werden kann. Das Projekt lädt alle interessierten Akteure ein, mitzumachen.

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.