



**Energie**

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

# Projekt

Strategien für gebäudeintegrierte PV



Maximaler Strom auf minimalem Platz

## Maximaler Strom auf minimalem Platz

Photovoltaik-Module direkt in Dachziegel oder Fassadenelemente zu integrieren, wäre bereits heute möglich – und trotzdem kaum im Einsatz. Welche Faktoren helfen der neuen Technologie zum Durchbruch?



Graue Maus? Keineswegs – in die Fassade dieses Mehrfamilienhauses in Zürich integriert sind Photovoltaik-Module.  
Quelle: O. Wavre / LAST / EPFL





## Auf einen Blick

- Farbig bedruckte Photovoltaik-Module sind eine attraktive Lösung in urbanen Renovationsprojekten, insbesondere aufgrund des visuellen Impacts.
- Auch Photovoltaik-Module mit einem geringeren Gewicht als herkömmliche Produkte erhöhen die Akzeptanz und Einsetzbarkeit auf Dächern und Fassaden
- Gebäude-integrierte Photovoltaik (GiPV) könnte in der Energiestrategie 2050 eine wichtige Quelle der Energieproduktion werden.

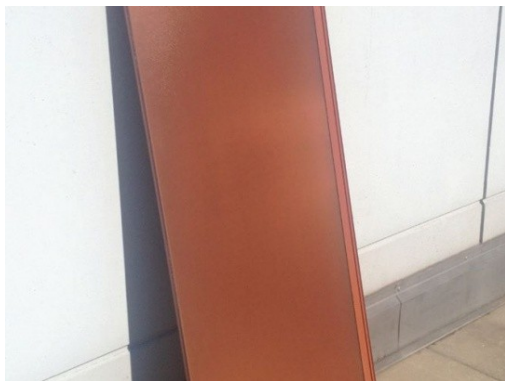
In der Schweiz ist Platz knapp. Würde man für das Ziel der Energiestrategie 2050, zwanzig Prozent der Energieproduktion durch Photovoltaik zu erzeugen, freie Flächen verwenden, käme es schnell zum Konflikt mit der Landwirtschaft, mit Waldflächen, mit Wildtieren oder den Freizeitbedürfnissen der Bürgerinnen und Bürger.

Also müssen die Photovoltaikanlagen auf die Gebäude. Dafür steht genug Fläche in der Schweiz zur Verfügung – allerdings wird es nicht genügen, bloss Dächer von Neubauten mit Photovoltaik-Modulen zu bestücken. Auch die Dächer von renovierten Häusern sowie deren Fassaden müssen in die Stromproduktion einbezogen werden.

Auch die für solche Gebäude-integrierte Photovoltaik (GiPV) nötige Technologie ist eigentlich vorhanden. So ist es heute möglich, Photovoltaikmodule in Dachziegel oder Fassadenelemente einzubauen. Aber trotzdem findet man solche Anlagen fast nirgends. Viele Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer schrecken vor den höheren Investitionskosten zurück und Architektinnen und Architekten sind nicht überzeugt von der Ästhetik der GiPV-Produkte – oder sind noch nicht in Kontakt gekommen mit Lösungen, die sie überzeugen.

## Weiss und kühl

Doch diese ist bereits verfügbar. Für die Anwendung auf Dächern etwa haben Forschende des Schweizer Zentrums für Elektronik und Mikrotechnik CSEM in Neuchâtel in Zusammenarbeit mit den Industriepartnern Issol und Userhuus einen Terrakotta-Dachziegel mit integrierten Photovoltaik-Modulen entwickelt. Gerade in architektonisch oder historisch sensiblen Bereichen wie etwa Altstadtzentren könnte dieses Produkt zum Einsatz kommen. Die Ziegel bestehen aus einem hochleistungsfähigen Photovoltaik-Modul, das zwischen zwei Glasplatten eingebettet ist. Die obere Glasplatte wird dabei mit einem speziellen Verfahren in Terrakotta-Optik bedruckt. Dieser Sandwich-Aufbau garantiert eine hohe mechanische.



Ein Solarmodul in Terrakotta-Optik.  
issol.ch

Auch Photovoltaikmodule, die in Fassaden integriert sind, haben gute Chancen auf dem Markt. Insbesondere in dichten Ballungszentren steht auf Fassaden oft mehr Platz zur Verfügung als auf Dächern. Dank neuer Färbetechniken und Substrattypen ist es möglich, GiPV-Fassadenmodule in vielen verschiedenen Farben herzustellen. Insbesondere die Farbe Weiss ist vielversprechend für architektonisch hochwertige Bauten. Das CSEM hat in Zusammenarbeit mit dem Start-up-Unternehmen Solaxess ein weisses Photovoltaikmodul entwickelt, das nun auf dem Markt erhältlich ist und mit fassadenspezifischen Montagetechniken angebracht werden kann. Ein weiterer Vorteil weisser Module ist, dass sie die

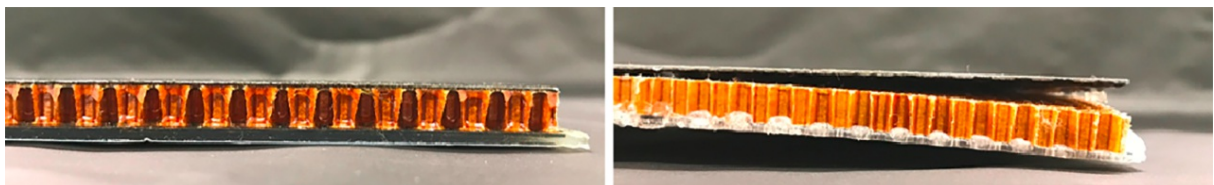
Gebäudetemperatur um ungefähr 10 Grad Celsius senken – somit wird weniger Energie benötigt, um das Raumklima auf einem angenehmen Niveau zu halten.



Weisse Photovoltaik-Module an einer Gebäudefassade integrieren sich quasi nahtlos in die architektonische Gestaltung. Solaxess

## Kräftige Leichtgewichte

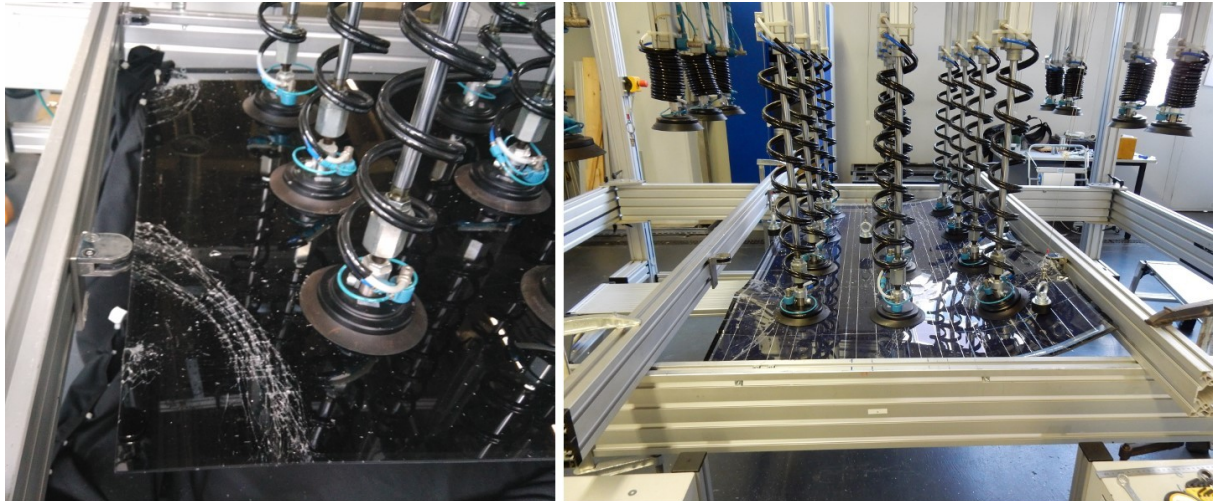
Oft ist das Gewicht von Photovoltaikmodulen ein Problem, gerade bei der Renovation und Aufrüstung älterer Gebäude. Konventionelle Module sind häufig über 15 Kilogramm pro Quadratmeter schwer. Schnell ist man damit an der Belastungsgrenze älterer Dachkonstruktionen. Forschende der EPFL in Neuchâtel fanden eine Lösung. Durch den Ersatz der Glas- oder Folien-Rückschicht bei konventionellen Photovoltaik-Module durch eine Verbund-Sandwichstruktur lässt sich Gewicht einsparen, ohne die guten mechanischen Stabilitäts- und Haltbarkeitseigenschaften der Panels aufzugeben. Auch der Ersatz der Glasfrontplatte durch eine transparente Polymerfolie spart Gewicht ein: Mit gut sechs Kilogramm pro Quadratmeter ist das neue Photovoltaikmodul der Lausanner Forschungsgruppe fast nur noch halb so schwer wie konventionelle Produkte.



Auf den Kleber kommt es an: Nur mit dem richtigen Leim übersteht eine leichtgewichtige Verbundstruktur thermischen und mechanischen Stress. [activeinterfaces.ch](http://activeinterfaces.ch)

Die Forschenden unterzogen ihre Konstruktion mehreren branchenüblichen Tests –

schliesslich müssen die Leichtbau-Photovoltaik-Module Wind, Hagel, Eis und Hitze genauso trotzen wie die schwereren konventionellen Module. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Leichtbauweise die anspruchsvollsten Branchenqualifizierungstests bestehen können. Der nächste Schritt besteht nun darin, die Grösse der Leichtbau-Solarpanels zu vergrössern.



Mechanische Belastungstest für Photovoltaikmodule im Labor. SUPSI

## Die Sache mit der Haltbarkeit

Halten die neuartigen GiPV-Module gleich lang wie konventionelle Panels? Diese Frage ist nicht so einfach zu beantworten. Im Labor die Bedingungen der nächsten 25 oder 30 Jahre – dies ist heute die übliche Zeitspanne, für die Hersteller von Photovoltaikmodulen eine Leistungsgarantie abgeben – zu simulieren, ist praktisch unmöglich. Dennoch gibt es Methoden, die eine Vorhersagekraft haben. An der Tessiner Fachhochschule SUPSI prüften Forschende GiPV-Module in verschiedenen Testszenarien. Im Vordergrund standen UV- und Witterungsbeständigkeit. In Klimakammern und speziellen Versuchsanlagen führen die Forschenden deshalb beschleunigte Stresstests durch. Typischerweise werden die Module raschen Wechseln von Temperatur, Spannung, mechanischen Belastungen, Feuchtigkeit und Vibration ausgesetzt.



## Produkte aus diesem Projekt

- Unsichtbare Solarmodule  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Glass-free lightweight PV building elements: solutions to minimize weight and maximize durability  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Potentiel solaire des territoires urbains: vers de nouveaux paradigmes?  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Quantitative Evaluation of BIPV Visual Impact in Building Retrofits Using Saliency Models  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Photovoltaïque et gestion de l'énergie: un aperçu des activités au CSEM-PV-center.  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Architecture solaire: du développement technologique aux matériaux de construction.  
Publikationsdatum: 01.01.18
- The Bearable Lightness of Solar Modules\*part1  
Publikationsdatum: 01.01.18
- The Bearable Lightness of Solar Modules Part II  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Novel designs and materials for durable PV modules: applications on the ground, in cities and in the air  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Innovation und Multifunktionalität: was bietet der BIPV-Markt heute?  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Perspektiven der Solarentwicklung in Gebäuden  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Nouvelles solutions photovoltaïques pour l'environnement construit: technologies, prix et acceptation  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Reliability of PV modules and long-term performance prediction  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Building and sellement  
Publikationsdatum: 01.01.18
- New approaches for BIPV elements: from thin film terra-cotta to crystalline white modules  
Publikationsdatum: 01.01.18
- Gebäudeintegrierte Photovoltaik als Bauprodukt: Können Normen helfen oder nur bremsen?  
Publikationsdatum: 01.01.18



**Energie**

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

## Team & Kontakt

Prof. Christophe Ballif  
STI IMT PV-LAB  
EPFL  
Rue de la Maladière 71b, CP 526  
MC A2 304 (Bâtiment MC)  
2002 Neuchâtel 2

+41 21 695 43 36  
[christophe.ballif@epfl.ch](mailto:christophe.ballif@epfl.ch)



Christophe Ballif  
Projektleiter



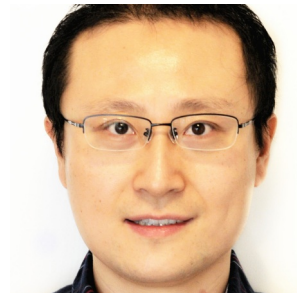
Gianluca Cattaneo



Francesco Frontini



Escarré Jordi



Hengyu Li



Ana Martins



Laure-Emannuelle  
Perret Aebi



Karin Söderström





**Energie**

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71



Alessandro Virtuani

Alle Aussagen diesen Seiten bilden den Stand des Wissens per 10.05.2019 ab.