

8 | August 2018



ENERGY

IKZ_{plus}

GEBÄUDE | EFFIZIENZ | NACHHALTIGKEIT

www.ikz.de



Bild: IBC Solar

Solarstromspeicher

Seite 11

Mieterstrom

Seite 16

Wärmepumpen

Seite 26



Projektmitarbeiter Adrian Heller von der HTWK Leipzig bei der Entwurfsplanung der Solarfassade.

Bild: HTWK Leipzig

Solarstrom und ästhetische Akzeptanz gewinnen

Wissenschaftler der HTWK Leipzig entwickeln Design-Solarfassaden

Im Forschungsprojekt „Solar.shell“ untersuchten Architekten und Wissenschaftler der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK Leipzig) verschiedene Varianten, wie sich Fassadendesign und Integration von Photovoltaik vereinbaren lassen bei gleichzeitiger Ertragsoptimierung.

Die Ausgangslage: In Deutschland soll bereits ab 2020 der Gebäudestandard „Niedrigstenergiehaus“ für alle Neubauten verbindlich werden, der alternative Energieerzeuger im oder in der Nähe des Gebäudes vorschreibt. Zudem sollen bis 2050 alle Gebäude „klimaneutral“ sein. Daraus ergibt sich ein großes Potenzial für gestalterisch hochwertige gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV), deren Ertrag durch Ausrichtungs-optimierung noch erhöht werden kann.

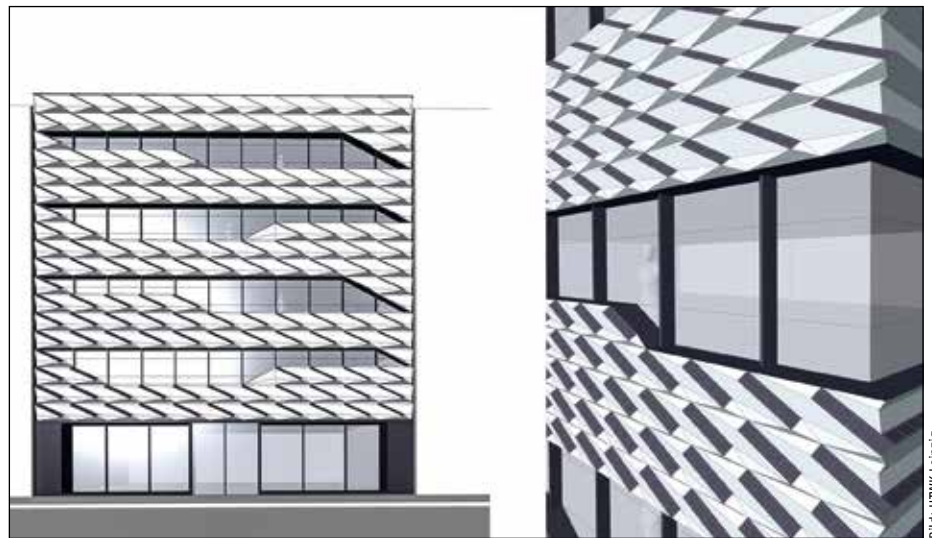
Gegenstand des Forschungsvorhabens

Solar.shell beleuchtete Potenziale und Möglichkeiten zur Entwicklung ertrags-optimierter, architektonisch hochwertiger Photovoltaikfassaden (PV-Fassaden). Dabei wurde – entgegen aktuellen Trends – auf Kleinteiligkeit der PV-Module gesetzt. Diese können mit vielfältigen Fassadenmaterialien variabel kombiniert werden und durch eine parametrisch-generativ opti-

mierte Ausrichtung zur Sonne dann maximale Leistungen erbringen. Für die Entwicklung des Elementdesigns wurde im Projekt das parametrisch-generative Entwerfen eingesetzt, welches eine Symbiose zwischen CAD-basierten Modellen, Programmierung und Architektur ist. Hierbei werden 3D-Modelle anhand von Algorithmen und Parametern beschrieben und können so bspw. hinsichtlich gewünschter Eigenschaften optimiert werden.

Die Simulationsalgorithmen geben ein direktes Feedback zum architektonischen Entwurf und erzeugen eine hohe Anzahl von Varianten bei relativ geringem Zeitaufwand. In der Forschung wurde diese Methodik genutzt, um Entwürfe hinsichtlich des solaren Eintrages zu bewerten und diese durch geometrische Anpassung zu steigern.

Dazu wurden zunächst geeignete parametrisch-generative Optimierungsprinzipien ermittelt, Fassadenmaterialien und -systeme sowie PV-Technologien hinsichtlich ihrer Eignung für BIPV untersucht und ihre Kombinierbarkeit bewertet. Als vorteilhaft haben sich u. a. vorgehängte hinterlüftete Fassaden aus Metall, Beton und Kunststoff sowie Verblendschalen aus Mauerziegeln herausgestellt, welche exemplarisch als BIPV-Fassadenentwürfe ausgearbeitet wurden.

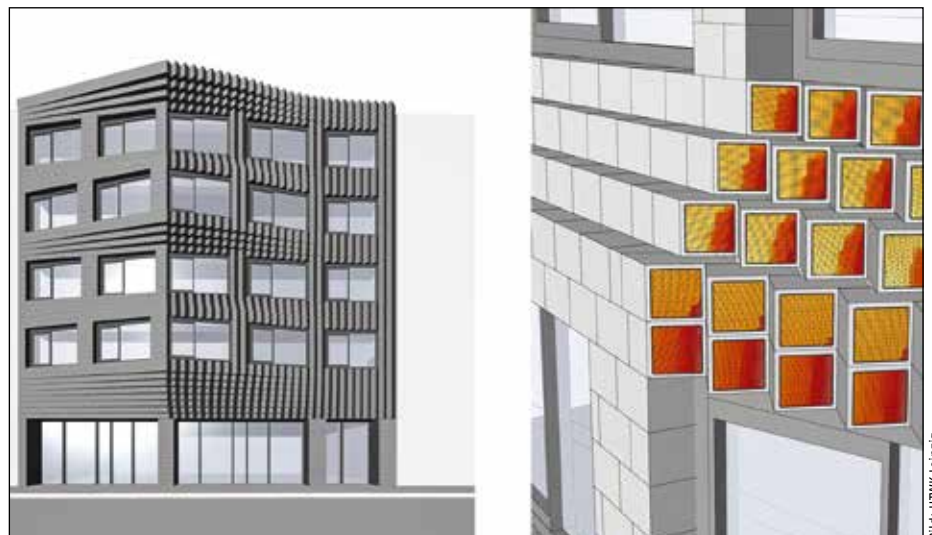


Darstellung des Entwurfs Metallfassade.

Bild: HTWK Leipzig

Gefaltete Metallfassade

Die Variante einer gefalteten Fassade mit integrierten PV-Lamellen bietet aufgrund ihrer hohen Anpassungsfähigkeit ein potenziell breites Einsatzfeld. Die Fassade besteht aus 3D-gefalteten kassettenartigen Modulen. Im digitalen Entwurfsprozess ist die PV durch Rotation in 2 Achsen beweglich, im konkreten Einsatzszenario wird eine solar optimierte, fixe Ausrichtung bestimmt. Durch die 3D-Faltung ist eine saubere Ecklösung zwischen Elementen unterschiedlicher Ausrichtung umsetzbar. Zur Ertragsmaximierung wurde der Einsatz monokristalliner Hochleistungszellen vorgesehen.

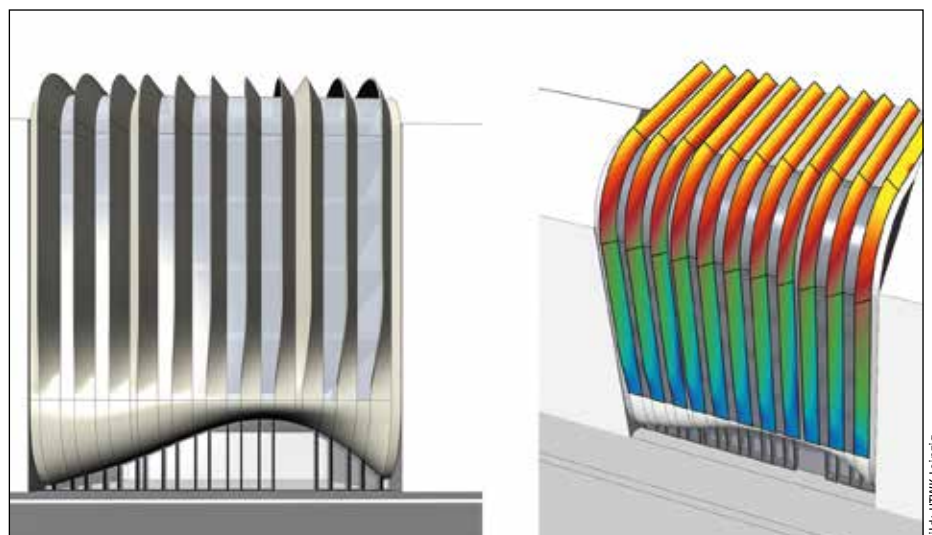


Darstellung des Entwurfs Solarziegel.

Bild: HTWK Leipzig

Solarziegelfassade

Ein Solarziegel bietet aufgrund seiner Kleinteiligkeit große Flexibilität zur Steuerung der solaren Erträge. Durch Herausschieben der Mauersteine aus der Fassadenebene entstehen Flächen, die mit kristalliner oder organischer PV belegt und aktiviert werden können. Je nach Fassadenausrichtung drehen sich die Solarziegel mehr oder weniger weit heraus. Bereits bei einachsiger Ausrichtungsoptimierung können über den Jahresverlauf hohe Erträge erreicht werden. Durch das große Individualisierungspotenzial der Fassade ist eine Eckausbildung ohne Ertrags Einschränkungen umsetzbar.



Darstellung des Entwurfs Kiemenfassade.

Bild: HTWK Leipzig

Kiemenstruktur-Fassade

Fassadenhoch aufgefächerte Flächen werden als Kiemenstruktur über Rotation in der vertikalen Achse solar ausgerichtet. Aufgrund der am oberen und unteren Fas-

Die Tabelle zeigt den Variantenvergleich. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Kiemenstruktur beim Gesamtenergie-Ertrag deutlich punkten kann. Allerdings geht es auch um den spezifischen Ertrag pro m² PV-Fläche, und hier kann die gefaltete Fassade gut mithalten.

Variante	PV-Modulgröße [m ²]	PV-Modulanzahl	Größe PV-Fläche [m ²]	Gesamtenergieeintrag aller PV-Flächen [kWh/a]	Gesamtenergieeintrag je m ² PV-Fläche [kWh/m ² _{PV} ·a]
Gefaltete Fassade	0,24	166	40	25 372	637
Solarziegel	0,08	1009	82	28 448	349
Kiemenstruktur a)	16,37	11	180	99 041	550
Kiemenstruktur b)*	23,75	11	261	180 517	691

* Variante inkl. Dachfläche

Tabelle: HTWK Leipzig

sadenrand gebogen auslaufenden Kiemen ist der Einsatz flexibler organischer PV sinnvoll. Das Gestaltungsprinzip ist nur bei einseitig westlich oder östlich orientierten Fassaden sinnvoll einzusetzen, kann jedoch zur Steigerung des Potenzials auf die Dachflächen erweitert werden. Als schlanke und frei formbare Fassadenmaterialien kommen z. B. Textilbeton, Bleche oder Kunststoffe infrage.

Variantenvergleich

Es zeigt sich, dass die gefaltete Fassade die eingesetzte PV am effizientesten ausnutzt, die Kiemenvariante dafür aufgrund der größten nutzbaren Fläche maximale Gesamterträge ermöglicht.

Demonstrator

Die Entwurfsvariante „gefaltete Metallfassade“ wurde technisch und konstruktiv bis zum Demonstrator ausgearbeitet. Dieser zeigt den Fassadenschnitt einer süd-west-ausgerichteten Gebäudeecke im Maßstab 1:2. Die Fassadenelemente bestehen aus gefalteten Aluminium-Verbundplatten, in die Glas-PV-Folie-Kleinmodule eingesetzt sind. Die Verschmelzung von architektonischer Ästhetik und Ertragsmaximierung durch die beschriebene Entwurfsmethodik sollen daran beispielhaft verdeutlicht werden.

Ein Fazit

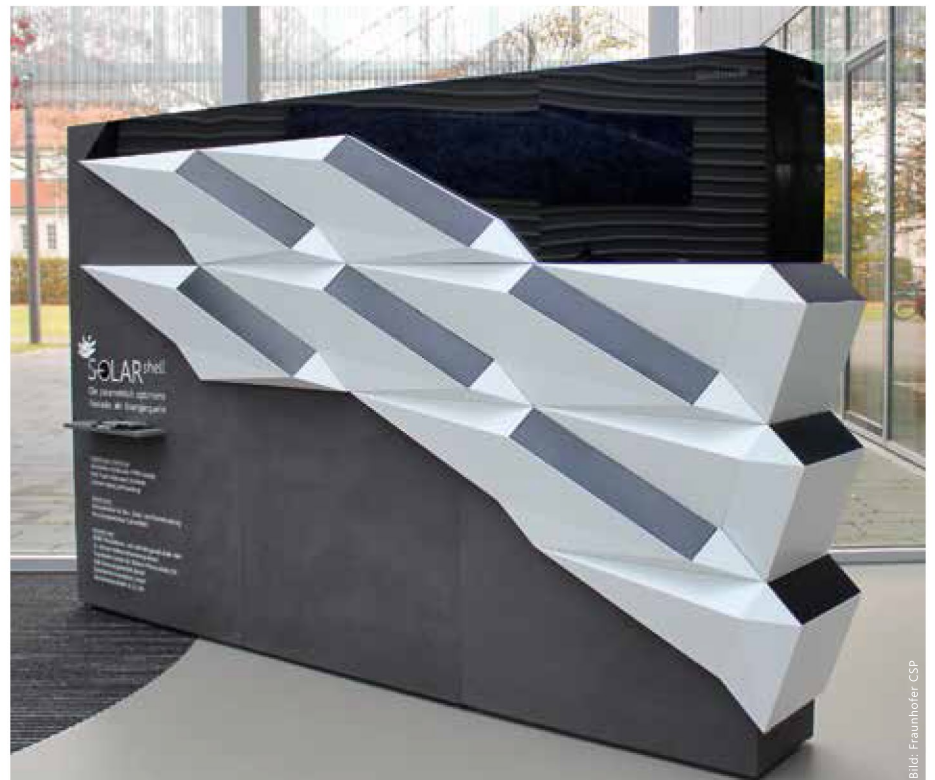
Im Projekt wurden die generelle Machbarkeit neuartiger solar optimierter Fassaden in qualitätvoller Gestaltungsvielfalt unter Anwendung parametrisch-generativer Entwurfsmethodiken zur Ertragserhöhung nachgewiesen. Durch optimale Ausrichtung kleinteiliger Photovoltaikmodule kann der Ertrag pro m² eingesetzter PV-Fläche zwischen 40% und 55% gegenüber vertikal installierten Modulen gesteigert werden. So wird es möglich, bereits mit

einem geringeren PV-Anteil in der Fassade einen nennenswerten Ertrag zu erzielen. Im Zusammenspiel von Fassadenmaterial und PV-Modul können damit neue architektonisch-gestalterische Lösungen entstehen, wodurch die eingesetzten Fassadenmaterialien erlebbar bleiben. Sollte der maximale solare Ertrag im Fokus stehen, sind, wie bei jedem Entwurf, die Varianten gegeneinander abzuwägen. Die konventionellen PV-Fassadenlösungen haben hinsichtlich der Flächeneffizienz dabei ebenfalls ihre Berechtigung, erlauben jedoch nur eingeschränkten Gestaltungsspielraum.

Solar.shell bietet für Architekten und Fassadenplaner eine mögliche Antwort auf die Frage nach zukünftiger Designvielfalt von PV-Fassaden.

Autoren: Dipl.-Ing. (FH) Adrian Heller, Prof. Frank Hülsmeier, Architekt, Stefan Huth, M.A., Architekt, Sarah Knechtges, M. Sc., Dipl.-Ing. (FH) Jana Reise, HTWK Leipzig

Das Projekt wurde mit Mitteln des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt und Raumforschung unter dem Förderkennzeichen SF-SWD-10.08.18.7-15.56 gefördert.



Die Entwurfsvariante „gefaltete Metallfassade“ wurde technisch und konstruktiv bis zum Demonstrator ausgearbeitet. Die Fassadenelemente bestehen aus gefalteten Aluminium-Verbundplatten, in die Glas-PV-Folie-Kleinmodule eingesetzt sind.

Bild: Fraunhofer CSP