

Figur 1: Beispiel einer konventionellen Anlage auf einem Flachdach

Lucerne University of Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE LUZERN** **econcept**  
Forschung / Beratung / Evaluation

Technik & Architektur

## PLUSENERGIE MEINT ES ERNST MIT PV-FASSADEN

Wenn Gesetze oder Anforderungen von Gebäudestandards den Einsatz von Photovoltaik (PV) fördern, bedeutet dies nicht unbedingt, dass sie auch fassadenintegrierte PV-Anlagen begünstigen. Es sind insbesondere der Plusenergie-Standard und das Label Minergie-A, die dank ihrer spezifischen Anforderungen den Einsatz von Photovoltaik in der Fassade unterstützen, weil sie ihn oft bedingen.



Mit der Energiestrategie 2050 wird ein bedeutender Ausbau der Stromproduktion aus Photovoltaikanlagen angestrebt. Der Zugang zur kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) ist jedoch wegen der überlangen Warteliste seit längerem verbaut und die KEV soll nur noch bis 2025 zur Verfügung stehen.

### Einmalvergütung als direkte finanzielle Förderung

Heute und in Zukunft ist es die Einmalvergütung, mit der finanzielle Anreize für die Installation von Photovoltaikanlagen geschaffen werden. Die Einmalvergütung deckt maximal 30 Prozent der Investitionskosten der PV-Anlage. Dank dem neuen Energiegesetz können nun auch grössere Anlagen bis 50 MW<sub>p</sub> installierter Leistung von der Einmalvergütung profitieren. Doch die finanzielle Förderung ist nur eine Facette der Rahmenbedingungen, die sich fördernd oder hemmend auf die Anwendung von Photovoltaik an Gebäuden auswirken.

### PV integriert oder konventionell

Ob die Ausbauziele für PV erreicht werden, hängt unter anderem auch von PV-relevanten Anforderungen in den Energie- und Baugesetzen, von der konkreten Umsetzungspraxis dieser Gesetze und von der Positionierung und Ausgestaltung von Gebäudelabels und -standards ab. Die Vorgaben in Gesetzen und Standards wirken sich unterschiedlich auf die Anwendung von konventionellen Photovoltaikanlagen und auf gebäudeintegrierte Anlagen aus. Gebäudeintegriert sind Anlagen, wenn die PV-Module Teil der Fassade oder des Daches sind und zum Beispiel die Fassadenverkleidung oder die Dachziegel ersetzen

Der vorliegende Artikel basiert auf Ergebnissen aus dem Forschungsprojekt Active Interfaces. Das Forschungsprojekt wird im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Energiewende» (NFP70) des Schweizerischen Nationalfonds durchgeführt.

(vgl. Figur 2). Konventionelle nicht integrierte Module werden dagegen nachträglich beispielsweise auf einem schon bestehenden Steil- oder Flachdach installiert (vgl. Figur 1). Die Tabelle 1 zeigt, wie sich die wichtigsten Gesetze und Standards auf die Anwendung von Photovoltaik an Gebäuden auswirken.

### MuKE 2014: PV-Förderung im eher homöopathischen Bereich

Die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich 2014 (MuKE 2014) liegen zwar vor, müssen aber noch in kantonales Recht überführt werden. Ziel wäre es, dass bis 2020 die meisten Kantone die MuKE 2014 umgesetzt haben. Ein umstrittener Aspekt der MuKE 2014 ist die Forderung nach Eigenstromerzeugung bei Neubauten. Gemäss dieser Vorschrift muss jeder Neubau in Zukunft bis zu einer Leistung von 30 kW mindestens 10 Watt pro Quadratmeter Energiebezugsfläche Strom generieren. Die Stromerzeugung dürfte in den meisten Fällen mithilfe von PV-Anlagen erfolgen. Die Mindestanforderung ist so gewählt, dass in der Regel die Dachflächen mit integrierten oder aufgebauten PV-Modulen dazu ausreichen werden. Ein Mehrfamilienhaus mit 730 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche (EBF) – dies entspricht circa sechs Woh-



nungen – würde eine Panelfläche von circa 44 m<sup>2</sup> benötigen. Der Eigentümer-schaft ist es natürlich freigestellt, mehr PV-Fläche zu installieren. Aber das in der Figur 3 illustrierte Beispiel zeigt, dass es für die Einhaltung der MuKE 2014 bei kleineren Mehrfamilienhäusern nicht nötig sein wird, auch die Fassade für die Stromproduktion zu nutzen. Die Anforderungen der MuKE 2014 an die energetische Qualität der Gebäudehülle erlauben zudem nicht, dass schlechtere Dämmwerte beispielsweise der Aussenwände durch mehr Eigenstromproduktion kompensiert werden. Das MuKE-2014-Modul für die Eigenstromerzeugung alleine wird den fassadenintegrierten PV-Modulen nicht zum Durchbruch verhelfen.

#### **Minergie-A berücksichtigt Eigenstromverbrauchsanteil**

Minergie-A-Gebäude müssen erstens hohe Gebäudehüllenstandards erfüllen und zweitens über das Jahr betrachtet eine Energiebilanz von null aufweisen. Das heisst, der verbleibende Energiebedarf für Wärme und Stromanwendungen muss mit Stromerzeugung am Gebäude kompensiert werden. Bei den Berechnungen für die Minergie-Kennzahl des Gesamtenergiebedarfs ist es nicht egal, ob der Strom vom Gebäude direkt selbst verbraucht wird oder ob er ins Stromnetz eingespeist wird. Der Strom, der ins Netz geht, darf nur zu 40 Prozent vom Gebäudeverbrauch abgezogen werden.

#### **Wenn das Dach nicht mehr ausreicht**

Je nach Qualität der Gebäudehülle und je nach angestrebtem Gebäudestandard wird unterschiedlich viel PV-Fläche benötigt. Die Figuren 4 bis 6 zeigen, wie sich die benötigte Panelfläche

für das Referenzgebäude je nach angestrebtem Gebäudestandard verändert. Der skizzierte generische Neubau nach Minergie-Neubau-Standard benötigt auf dem Flachdach 132 m<sup>2</sup> nach Ost-West ausgerichtete Panelfläche, um zum Minergie-A-Gebäude zu werden (Figur 4). Damit kann er über das Jahr betrachtet einen gewichteten Endenergiebedarf von 60,5 kWh/m<sup>2</sup> EBF mit der PV-Produktion kompensieren. Dasselbe Gebäude, als Altbau gemäss Minergie-Erneuerungsstandard saniert, benötigt 140 m<sup>2</sup> Panelfläche auf dem Dach, rund 100 m<sup>2</sup> an der Südfassade und je 7 m<sup>2</sup> an der Ost- und Westfassade. Damit erreicht es den Plusenergie-Standard, weil es den angenommenen Bedarf von 90 kWh/m<sup>2</sup> EBF zu kompensieren vermag (Figur 5). Figur 6 zeigt ein vollständig mit PV-Modulen eingepacktes Gebäude. Mit dieser Photovoltaikfläche würde es gelingen, ein Gebäude, das 46 Prozent mehr Energie benötigt als der gemäss Minergie erneuerte Altbau, zum Plusenergie-Gebäude zu machen. Denn beim Plusenergie-Gebäude nach Definition von energie-cluster.ch dürfen suboptimale Dämmwerte mit zusätzlicher PV-Produktion kompensiert werden.

TEXT: META LEHMANN, ECONCEPT AG  
IM AUFTRAG DER HOCHSCHULE LUZERN  
RENDERINGS: RAN XU, HOCHSCHULE LUZERN  
BERECHNUNGSANNAHMEN: CHRISTIAN RENKEN, CR ENERGIE GMBH

WWW.HSLU.CH  
WWW.ECONCEPT.CH





Figur 2: Beispiel einer  
fassadenintegrierten  
PV-Anlage



Gebäudehülle Schweiz  
9240 Uzwil  
071/ 955 70 10  
www.gh-schweiz.ch

Medienart: Print  
Medientyp: Fachpresse  
Auflage: 1'700  
Erscheinungsweise: monatlich

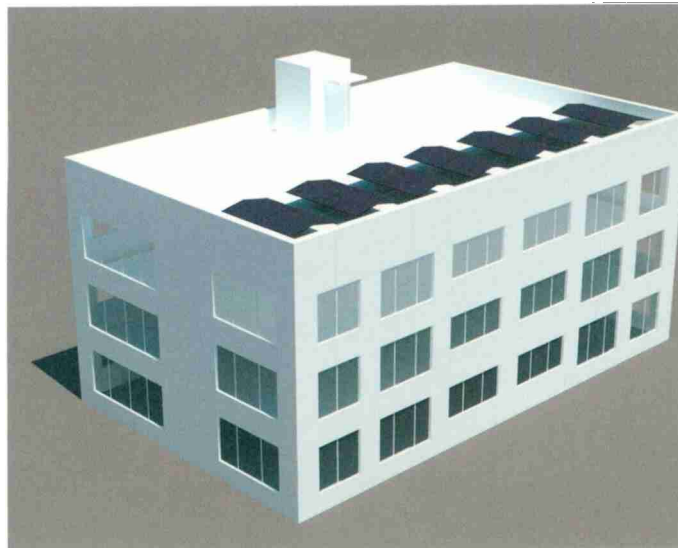
Seite: 10  
Fläche: 235'273 mm<sup>2</sup>

Auftrag: 3006207  
Themen-Nr.: 672.002

Referenz: 66756260  
Ausschnitt Seite: 5/8

Gesetz/Verordnung	PV-unterstützende Aspekte
Neues Energiegesetz (EnG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) auslaufend und mit der Bedingung der Selbstvermarktung des Stroms.</li> <li>– Einmalvergütung für Anlagen von 2 kW bis 50 MW. Der Fördereffekt wird von der Länge der Wartefristen abhängen.</li> <li>– Nutzung von erneuerbaren Energien ist ein nationales Interesse. Damit werden PV-Anlagen an und auf Gebäuden in Städten und Ortszentren gestärkt gegenüber allenfalls divergierenden Interessen des Ortsbild- oder Denkmalschutzes.</li> <li>– Vage Angaben zu einem minimal einzuhaltenden Einspeisetarif.</li> </ul>
Neue Energieverordnung (EnV) in Vernehmlassung	Energieversorgungsunternehmen werden verpflichtet, das Einspeisen von Strom aus PV-Anlagen an und auf Gebäuden zu akzeptieren und die Elektrizität angemessen zu entschädigen. «Angemessen» wird nicht verbindlich definiert.
Neue Energieförderverordnung (EnFV) in Vernehmlassung	Der Netzzuschlag zur Förderung von erneuerbaren Energien wird auf 2.30 Rp./kWh erhöht. Damit werden unter anderem die KEV und die Einmalvergütungen finanziert.
MuKEn 2014, noch durch die Kantone zu implementieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Neubauten sollen einen Teil ihres Stroms selbst erzeugen. Die Minimalanforderung dürfte oft mit PV-Installationen auf dem Dach erfüllt werden können.</li> <li>– MuKEn 2014 setzt hohe Standards für die Wärmedämmung der Gebäudehülle. Eine Kompensation durch mehr Eigenstromproduktion ist nicht erlaubt.</li> </ul>
Minergie-A	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Gebäudehülle muss hohen Standards genügen und der verbleibende Energiebedarf für Wärme und Stromanwendungen muss durch die Jahresstromproduktion kompensiert werden.</li> <li>– Nur 40 Prozent des PV-Stroms, der ins Netz gespeist wird, darf für die Berechnung des gewichteten Gesamtenergieverbrauchs berücksichtigt werden. Dies erhöht den Anreiz, den Eigenverbrauch zu optimieren, bzw. die Anlagegrösse und -ausrichtung wird stärker am Eigenverbrauchspotenzial ausgerichtet.</li> </ul>
Deklaration Plusenergie gemäss energie-cluster.ch	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Qualität der Gebäudehülle ist für den Plusenergie-Standard gemäss energie-cluster.ch weniger relevant, solange die Jahresstromproduktion auf dem Gebäude den Jahresenergiebedarf des Gebäudes in der Summe deckt.</li> <li>– Dieser Plusenergie-Standard ist damit auch für Bestandsbauten erreichbar, die nicht gemäss dem Minergie-Label erneuert wurden.</li> </ul>
Plusenergie-Standard gemäss SIA 2031	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Gebäudehülle muss auch bei Bestandsbauten sehr hohen Standards genügen (vergleichbar mit Minergie).</li> <li>– Der jährliche Energiebedarf muss durch die entsprechende Jahresstromproduktion kompensiert werden.</li> <li>– SIA stellt die Wahl des Primärenergie-Umrechnungsfaktors für die verschiedenen Energieträger frei: Es können die nationalen (politischen) Faktoren oder die auf einer Lebenszyklusanalyse der für PV aufgewendeten Primärenergie basierenden Faktoren verwendet werden. Wird für den PV-Strom der tiefere, auf einer Lebenszyklusanalyse basierende Umrechnungsfaktor verwendet, erhöht sich die für die Kompensation eines fossilen Energiebedarfs benötigte PV-Fläche gegenüber der Variante, in welcher die nationalen Gewichtungsfaktoren (Primärenergie-Umrechnungsfaktor für den Strom-Konsummix CH) verwendet werden.</li> </ul>

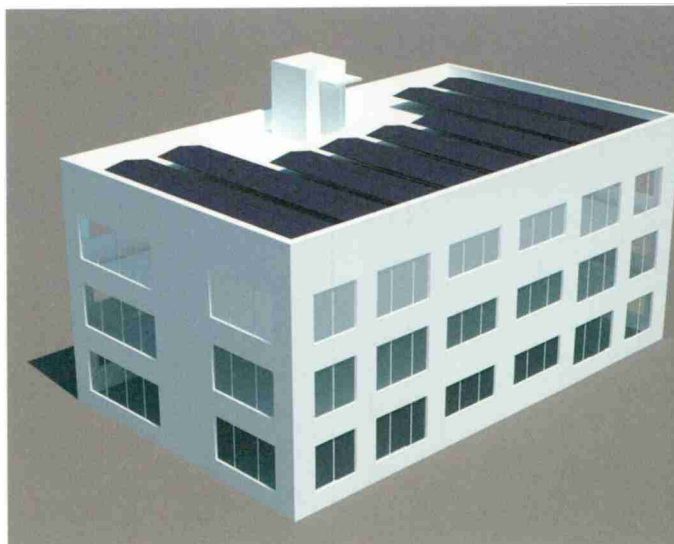
Tabelle 1: Übersicht über die für PV-Anwendungen relevanten Bestimmungen im neuen Energiegesetz und in wichtigen Gebäudelabels und -standards.



Figur 3: Mehrfamilienhaus mit 730 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche: Mit 44 m<sup>2</sup> Panelfläche auf dem Dach wird die Anforderung an die Eigenstromerzeugung der MuKE n 2014 eingehalten. Ansicht von Südwesten.



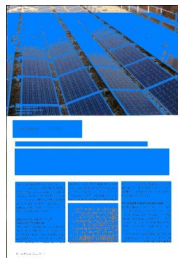
Figur 4: Gebäudeanforderungen gemäss Minergie-Neubau-Standard: mit 132 m<sup>2</sup> Panelfläche auf dem Dach wird der Minergie-A-Standard erreicht. Ansicht von Südwesten.



Figur 5: Altes Mehrfamilienhaus gemäss Minergie-Erneuerungs-Standard saniert: Zur Erreichung der Plusenergie-Bilanz müssen zusätzlich Fassadenmodule integriert werden. Ansicht von Südwesten und Nordosten.

#### Anmerkungen zu Figuren 3 bis 6

Annahmen zur Ermittlung der benötigten Panelflächen: Mehrfamilienhaus mit 730 m<sup>2</sup> EBF, Auf-Dach-Anlage Ost-West-ausgerichtet: 6 m<sup>2</sup> Panelfläche pro 1 kW<sub>p</sub> benötigter Leistung, Ertrag von 1 000 kWh/a; Fassaden: 8 m<sup>2</sup> pro 1 kW<sub>p</sub>, Ertrag Fassaden: 320 bis 650 kWh/a\*kW<sub>p</sub>, ohne Verschattung, Verwendung der nationalen Gewichtungsfaktoren: für Strom = 2.



**Figur 6: Bestandsbau mit einer umlaufenden PV-Fassade (inkl. Ost- und Nordseite): Damit kann ein gewichteter Gesamtenergiebedarf kompensiert werden, der 46 Prozent höher liegt als beim gemäss Minergie-Erneuerungs-Standard sanierten Altbau. Ansicht von Südwesten.**

