



Die 2012 als Passivhaus fertiggestellte Grundschule in Gronau (Leine) ist dank Photovoltaikanlage ein Plusenergiegebäude.

## VOM PASSIVHAUS ZUM PLUSENERGIEGEBÄUDE

Einsatz von gebäudeintegrierten Photovoltaikanlagen von Carsten Grobe

Ein Plusenergiegebäude erzeugt mehr Energie, als es verbraucht. Technisch möglich wird dies durch den Einsatz erneuerbarer Energien wie beispielsweise Sonnenenergie oder nachwachsenden Rohstoffen. Der Verbrauch des Gebäudes wird dabei negativ gezählt, die Energieerzeugung positiv. Herkömmliche Gebäude haben eine negative Bilanz, d. h. sie verbrauchen mehr Energie, als sie erzeugen. Bei positiver Bilanz liegt ein Plusenergiegebäude vor.

Einen offiziell definierten Plusenergiegebäudestandard gibt es zwar nicht, dennoch müssen einige Punkte bei der Berechnung berücksichtigt werden. Beispielsweise ist zwischen Primär- und Endenergieebene zu unterscheiden. In der Primärenergiebilanz ist das Niveau eines Plusenergiegebäudes leichter zu erreichen als in der Endenergiebilanz. Dabei bezieht sich die Primärenergiebewertung nur auf den nicht regenerativen Anteil der Primärenergie. Der Bilanzraum ist das Gebäude selbst, inklusive Gebäudetechnik und evtl. zugehöriger Technikgebäude zur Energieerzeugung. Bei mehreren Nutzgebäuden und einem Technikgebäude zur Energieerzeugung sind sämtliche Gebäude als Ganzes zu bilanzieren. Die eingespeiste Energie wird dann mit dem Primärenergiefaktor der „verdrängten“ Energie bewertet.

Grundlage eines jeden Plusenergiegebäudes sollte der Passivhausstandard mit seinem sehr geringen Heizwärmebedarf sein, der die Anforderungen an die Gebäudehülle und -technik regelt. Das Plusenergiegebäude baut hierauf auf und erzeugt mittels Photovoltaiktechnik, Windkraft, Blockheizkraftwerk o. ä. zusätzlich Energie. Sein Hauptzweck liegt neben der Energieproduktion aber auch in einem effizienten Energiemanagement. So wird der überschüssige Strom entweder in das öffentliche Netz eingespeist oder zur Aufladung von Elektromobilen oder anderen Energiespeichern verwendet. Haushaltsgeräte, Hilfssysteme und weitere Technikanwendungen sollten zudem eine möglichst hohe Energieeffizienz aufweisen. Dies gilt insbesondere für Lüftung, Beleuchtung und EDV sowie gegebenenfalls für die Kühlung.

Zur Energiegewinnung bieten sich – aufgrund stets vorhandener Dach- und Fassadenflächen – Photovoltaikanlagen am ehesten an. Daher gilt meist die Sonne als die am einfachsten nutzbare Energiequelle für ein Plusenergiegebäude. Der erzeugte Strom wird ins Netz eingespeist und/oder (anteilig) im Gebäude verbraucht. Der Eigenverbrauch steigert aufgrund der eingesparten Stromkosten die Wirtschaftlichkeit, lässt die Energiebilanz jedoch unverändert. Strom ist Energie von hoher Güte, was sich letztlich in einem hohen Primärenergiefaktor von derzeit 2,6 (EnEV 2009) im Strommix ausdrückt. Eine kWh Endenergie eingespeisten Stroms wird daher mit 2,6 kWh Primärenergie bewertet. Dies erleichtert das Erreichen des Plusenergiegebäudeniveaus (auf Primärenergieebene).

Der Einsatz von Photovoltaik sowohl auf Dächern als auch an Fassaden ist energetisch und bilanziell in der Lage, den Restenergiebedarf zu decken, und mittlerweile technisch erprobt. Eine wirtschaftliche Alternative zu den üblichen Aufdach-Photovoltaikanlagen sind gebäudeintegrierte Anlagen, da hier die herkömmliche Dacheindeckung bzw. Fassadenverkleidung entfällt. Die Lebensdauer einer gebäudeintegrierten Photovoltaikanlage ist darüber hinaus aufgrund ihrer Materialien (Glas und Aluminium) im Vergleich zu einer konventionellen Dacheindeckung grundsätzlich höher.

### Beispiel Grundschule Gronau

Eine solche Indach-Photovoltaikanlage findet sich beispielsweise auf den Dächern der neuen Grundschule in Gronau (Leine). Durch die vollständige Integration der regendichten Anlage in die Gebäudehülle konnten die Dachziegel hier komplett entfallen. Möglich wurde dies durch eine innovative Konstruktion, die den Einsatz von Photovoltaikmodulen jeder Größe (und somit unabhängig vom Modulhersteller) erlaubt. Die unterste Konstruktionsebene bilden dabei waagrecht verlaufende Aluminiumlatten, auf die senkrecht verlaufende Modulschienen gleitend eingehängt wurden. Die hierauf gelagerten Module sind mittels Klemmleisten befestigt. Das Schienensystem ist blitzstromtragfähig verbunden, sodass die Solarstrom-



Die Montage der Photovoltaikmodule bei Indachsystemen nach dem Überschuppungsprinzip verbessert die Hinterlüftung und damit die Leistung.



Mit Blindmodulen – wie hier am Dachfenster – sind Indachsysteme auch architektonisch ansprechend.

anlage selbst als Blitzschutz dient; so konnten schattenwerfende Fangstangen vermieden werden. Durch die Verwendung von rahmenlosen Modulen ist die Dachfläche frei von optisch störenden Schmutzkanten und bleibt dadurch sauberer und leistungsfähiger. Die Grundschule in Gronau erzeugt mit der Photovoltaikanlage (primärenergetisch) mehr Energie, als sie verbraucht, und wird damit zum Plusenergiegebäude. Mit der gesamten erzeugten Energie können rund 30 private Haushalte versorgt werden.

### Anforderungen an Indachsysteme

Gebäudeintegrierte Photovoltaikanlagen können mittlerweile so konzipiert sein, dass sie auch die Integration von Solarthermie, Dachfenstern und sonstigen Dacheinbauten ermöglichen. Hierzu zählen insbesondere auch Tageslichtsysteme, die den Strombedarf reduzieren können und sich damit positiv auf den Primärenergieverbrauch auswirken.

Es sollte grundsätzlich darauf geachtet werden, dass eine gebäudeintegrierte Photovoltaikanlage einerseits die Dichtigkeit der Dacheindeckung garantiert, aber andererseits auch gut hinterlüftet ist. Hierzu können die Solarstrommodule beispielsweise nach dem Überschuppungsprinzip montiert werden. Die dadurch entstehenden Spaltöffnungen an jedem Modulscheibenübergang lassen Stauwärme erst gar nicht entstehen. Wird jedes einzelne Modul direkt hinterlüftet, steigt die Leistung um 5-10 % gegenüber geschlossenen Indachsystemen. Darüber hinaus bieten solche Spaltöffnungen starkem Wind kleinere Angriffsflächen, sodass die einwirkenden Kräfte auch bei Sturm nicht ausreichen, um die Module mitsamt Konstruktion aus der Verankerung zu lösen.

Um den architektonischen Ansprüchen gerecht zu werden, sollten bei einer Indach-Photovoltaikanlage auch die Dachrandbereiche wie Traufe, First oder Grat mit einbezogen werden. Hier können maßgeschneiderte Blindmodule z. B. aus bedrucktem Glas oder Alucobond sowie Firstanschluss- und Seitenbleche in diversen Farbvarianten zum Einsatz kommen. Aber auch funktionsfähige Photovoltaikmodule können inzwischen individuell angepasst und zugeschnitten werden. Die

Photovoltaikanlage fügt sich so in das architektonische Gesamtbild ein und erfüllt den Anspruch an ein ökologisch und optisch hochwertiges Gebäude. Auch die Einbindung eines Schneefangs, der besonders bei öffentlichen Nichtwohngebäuden häufig verlangt wird, ist möglich.

Berücksichtigt man die Einsparung von Fassadenplatten oder einer herkömmlichen Dacheindeckung wie Ziegel- oder Zinkeindeckungen in Höhe von 30-100 Euro pro m<sup>2</sup> – und damit eine Kostenreduzierung von 200-800 Euro pro kW –, kann die solare Dacheindeckung letztlich wirtschaftlicher sein als Aufdachanlagen oder konventionelle Fassadenplatten.

Eine Kombination aus Photovoltaikmodulen und rückseitigen, thermischen Absorbern – sogenannte Hybridsysteme – kann die Wirtschaftlichkeit zusätzlich erhöhen. So erhält man eine Mischung aus Strom, Wärme und möglicher Kälteerzeugung durch einen Kollektor. Bei Einsatz einer Wärmepumpe zur Nutzung von Wärme und Strom ist mithilfe eines solchen Hybridsystems noch einfacher ein Plusenergiegebäude realisierbar.

Gebäudeintegrierte Photovoltaikanlagen ermöglichen also eine optisch ansprechende, ökologische und ökonomische Energieversorgung und leisten einen maßgeblichen Beitrag, wenn es darum geht, ein Plusenergiegebäude zu realisieren.

Weitere Informationen und Projektbeispiele unter [www.passivhaus.de](http://www.passivhaus.de)



### CARSTEN GROBE

Dipl.-Ing., Architekt, gründete 2000 sein Büro, um Leistungen der Architektur und TGA für lebenszykluskostenoptimierte Gebäude aus einer Hand anbieten zu können. Der Schwerpunkt liegt im Bereich der Planung und Ausführung von Nichtwohngebäuden sowohl im Passivhausstandard wie auch als Plusenergiegebäude. Er ist gefragter Referent sowie Autor zahlreicher Fachbeiträge.  
[www.passivhaus.de](http://www.passivhaus.de)