

## ***Neben Leistung auch kulturelle Werte von PV entwickeln***

Mit der Einführung eines kostendeckenden Energieeinspeisegesetzes, wozu sich 2008 die Schweiz nach 15-jährigem Leidensweg gegen den Widerstand der Atom- und Mineralöl-Lobby durchgerungen hat, eröffnen sich neue Möglichkeiten für die Gebäudeintegration von PV und die Solarstromerzeugung am „Point of sale“.

Noch ist der entsprechende Schweizer Markt marginal. Nicht alle gesetzlichen, technischen und finanziellen Hürden sind aus dem Weg geräumt. Hier kommt der Photovoltaik mit der Gebäudeintegration ein emotionaler Aufwertungsfaktor zu: PV-Integration spricht den Bauherren jenseits ihres technisch-ökonomischen Werts auf einer kulturell-abstrakten Ebene an - ein im Sonnenlicht oszillierender Schmetterlingsflügel berührt ja ebenfalls auf ganz anderer Ebene. Genauso macht PV-Integration den Bau zum einzigartigen Schmuckstück.

In der Pionierphase des PV-Marktes könnten architektonisch gelungene PV-Integrationen der solaren Stromerzeugung zum Durchbruch verhelfen. PV an Gebäudehüllen ist mehr als „fashion“: sie wird zum Hebelarm, mittels welchem die Solarisierung unserer Gesellschaft sinnhaft Werte transportiert. Diesen Effekt gilt es neben rational-technischen Überlegungen zu Gunsten der Breitenanwendung von PV bei der Gebäudeintegration noch gezielter zu nutzen.

Abb. 5 Beispiel eines Passivhauses mit fassaden- und dachintegrierter PV



### ***Links/Quellen***

1) Jahresbericht EnergieSchweiz 2006/2007, Bundesamt für Energie, Bern 2007

[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

[www.stiftungsklimarappen.ch](http://www.stiftungsklimarappen.ch)

Das nach MINERGIE-P und Dr. Wolfgang Feist zertifizierte Passivhaus Hausen weist eine sehr niedrige Heizenergiekennzahl von 11.1 kWh/m<sup>2</sup> und Jahr auf. Der Beleuchtungsstromverbrauch ist dank Tageslichtoptimierung niedrig, jedoch ist der Haushaltstromverbrauch wegen der intensiven Büronutzung im Home-Office deutlich höher als in einem Schweizer Normalhaushalt. Mit einer Erdsonde an Stelle des realisierten Erdreichwärmetauschers hätte das COP der Wärmepumpe noch weiter verbessert und damit der Stromverbrauch für die Wärmepumpe weiter reduziert werden können.

Abb. 3 Dachaufsicht Solaranlage Passivhaus in Hausen

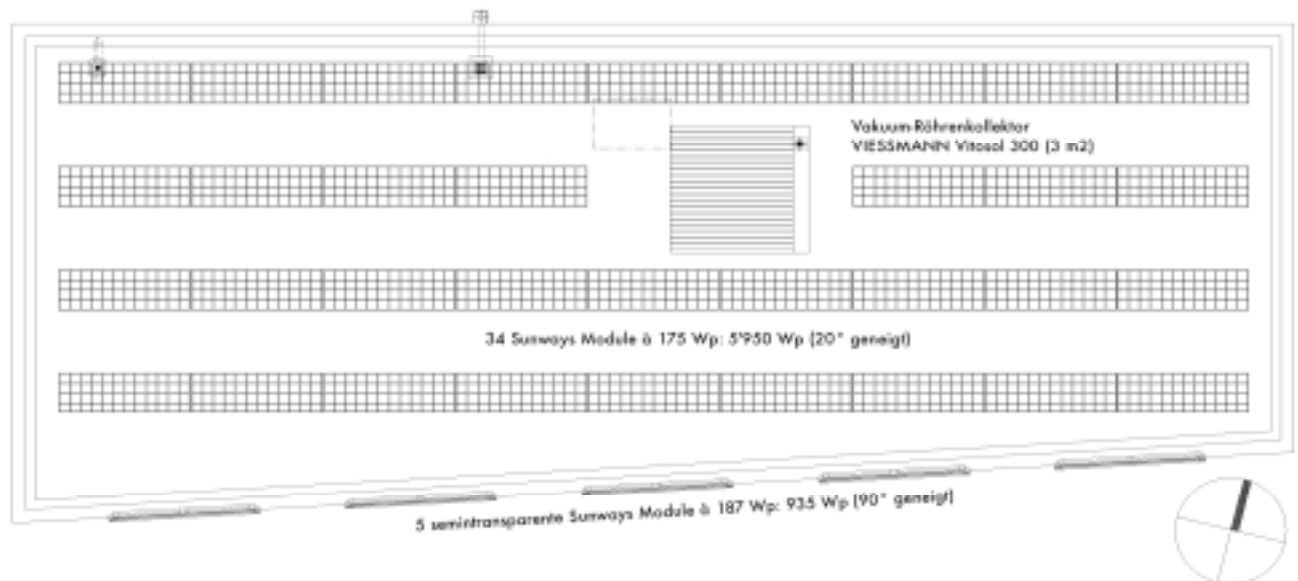


Abb. 4 Energiebilanz für Passivhaus mit Solaranlage

	Energiebedarf	Energieertrag	Bemerkung
Warmwasser	2'500 kWh	2'000 kWh	3 m2 Vakuumböhrerkollektor
Wärmepumpe	1'400 kWh		1742 h Verdichter 800 W
Lüftungsventilatoren	1'000 kWh		300 W an 140 Tagen
Elektroeinsatz	560 kWh		2 x 1 kW Boilerheizstab
Elektroeinsatz	125 kWh		2 x 2 kW Boilerheizstab
Beleuchtung, Kochen, EDV, Musik, Kopierer	2'645 kWh		Wohnen und Büro
Total Verbrauch	8'230 kWh		Gemessen 2007
PV-Geländer 1 kWp		100 kWh	839 kWh/kWp à 13 %
PV-Anlage Dach 6 kWp		5'900 kWh	983 kWh/kWp
Total Ertrag		8'000 kWh	geschätzt
Solarer Deckungsgrad			97 %

## ***Herkulische aber nicht unmögliche Aufgabe***

Bis 2050, wenn Öl und Gas entweder kaum mehr erschwinglich, nicht mehr vorhanden oder aber aus Gründen des Klimaschutzes gesetzlich nicht mehr einsetzbar sein dürften, hat sich die Schweiz einer dreifachen Aufgabe zu stellen.

- ... wir müssen den Gebäudebestand sanieren durch Herabsetzung des Primärenergiebedarfes der Gebäudehülle mindestens von der heutigen 6'000 Watt-Gesellschaft auf den Level der „2'000 Watt-Gesellschaft“, was mindestens Passivhaus-Standard bedeutet.
- ... wir sollten eine schlanke und vor allem auf die Nutzung regenerativer Energieträger fokussierende Haustechnik installieren und finanzieren
- ... und darüber hinaus den verbleibenden Energiebedarf möglichst dezentral und nicht-nuklear am „Point of sale“ produzieren.

Diese Aufgabe wird kaum einfacher dadurch, dass

- ... der Prozess der energetischen Erneuerung des Gebäudebestandes wegen mentaler Hürden, Mangel an Knowhow und Kapital schleppend in Gang kommt
- ... der Einsatz der Solartechnologie mit dem nunmehr in der Schweiz ebenfalls eingeführten EEG für Solarstrom vorerst während 5 Jahren „gedeckelt“ sein wird
- ... die Zuwachsraten des elektrischen Energieverbrauches im nationalen Netz sich gegenwärtig zwischen 1 und 2 % pro Jahr stabilisiert und in den grenzüberschreitenden Netzübertragungskapazitäten Engpässe vorhanden sind
- ... die Wachstumsraten des Gebäudebestandes unter der Prämisse eines 1.3 %-igen Wachstums (sich in 30 Jahren um 18 % abschwächend) von rund 1.5 Mio. Gebäuden in der Schweiz auf 2.6 Mio in 50 Jahren erhöhen wird (Abb. 1).

## ***Beispiel Passivhaus Hausen (Wohnen und Home Office)***

Die Idee der Annäherung an die bilanzielle Energieautarkie mit gebäudeintegrierter Photovoltaik wird zurzeit in einem Passivhaus mit 160 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche realisiert. In Hausen (AG) steht laut Meteonorm für eine 20° geneigte und knapp 14° von Süden abgedrehte PV-Anlage 1'206 kWh/m<sup>2</sup> Globalstrahlung zur Verfügung. Mit einer 6 kWp-Anlage und einem Thermokollektor wird Energieautarkie zu 99 % erreicht. Durch reduzierte Stand-By-Verluste, energieeffizientere Beleuchtung und weitere Optimierung der Laufzeiten bei Lüftung und Boilerladezeiten ist eine solare Deckung des Jahresenergiebedarfes bilanziell zu 100 % möglich.

Abb. 2 Kenndaten der PV-Anlage mit Sunways SM 170UA13 und Solar Cell

	<b>Einheit</b>	<b>Fassade</b>	<b>Dach</b>
Nennleistung/Modul	Wp	187 (5 Stk)	175 (34 Stk)
Modulleistung total	kWp	0.94	5.95
Kategorie	Typ	multikristallin	multikristallin
Modulmasse	m m	2120 x 900 x 12	2000 x 680 x 50
Zellmasse	m m	125 x 125 gelocht	156 x 156 vollquadratisch
Bypassdioden/Modul	Stk	4	2

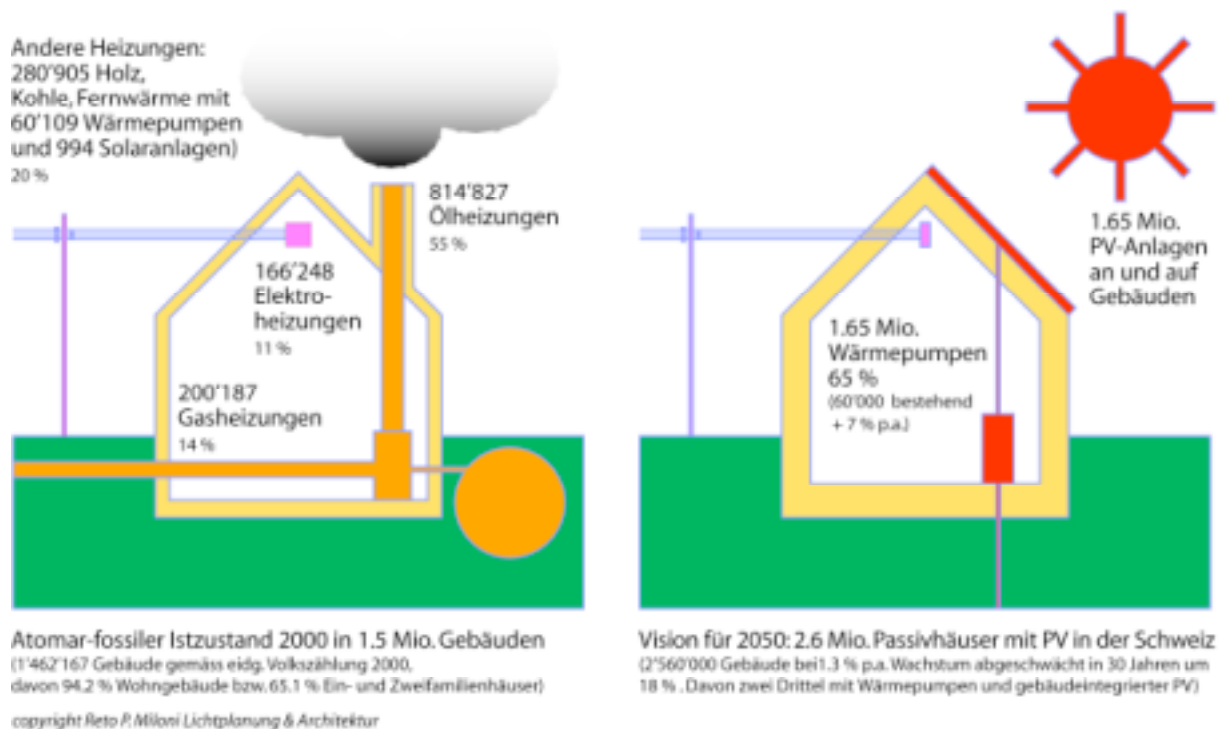
## Dream-Team Passivhaus und Photovoltaik

Passivhäuser, die bloss 15 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr Energie für Heizung und Raumwärme benötigen – ein Fünfzehntel des Gebäudebestandes - erleichtern somit im Schulterschluss mit gebäudeintegrierter PV den Schritt in Richtung bilanzieller Energieautarkie – vorausgesetzt, die Photovoltaik wird wirtschaftlich verkraftbar. Die Konzeption von Passivhäusern, deren energieoptimierte Gebäudehüllen und allem Bestückung mit schlanker energieeffizienter Gebäudetechnik (Komfortlüftung, Wärmepumpen) führt zu einer Minimierung der Verluste und Nutzung passivsolarer Gewinne. Selbstverständlich kommen Passivhäuser ohne Kamine und ohne jegliche fossile Wärmeversorgung aus, benötigen indessen noch Strom.

Die Zufuhr von Elektrizität zu Passivhäusern erfolgt vorab im Winter, wenn Lastspitzen durch den zunehmenden Anteil an Luft-Luft-Wärmepumpen zusammen mit im Netz (noch) tolerierten Elektroheizungs-Saurier aus den 70-er Jahren zu verzeichnen sind - in der Schweiz aktuell 270'000! Steigender Stromverbrauch in Niedrigstenergiehäusern leistet paradoxerweise Schützenhilfe für einen Ersatz bestehender Gaskombi- Kohle-, oder Atomkraftwerke.

Entspannen kann man diese energiepolitisch und versorgungstechnisch heikle Situation durch dezentrale Energieerzeugung am eigenen Haus als Kraftwerk (BHKW, wärmegeführte Stromproduktion in Stirling-Maschinen, Solarthermie, PV). Selbstredend sind Tageszyklizitäten, Saisonabhängigkeiten und wetterbedingte Schwankungen durch das Netz bzw. Speicher abzufedern. Per saldo vermag aber das „Dream-Team Passivhaus mit PV“ bei entsprechender Konzeption übers Jahr gesehen seinen Energiebedarf vollständig zu decken. Die Kombination von Energieeffizienz und Energieproduktion im Passivhaus ist übrigens nicht auf den Wohnungsbau beschränkt; sie funktioniert genauso gut im Wohnungsbau, Schulbau wie auch bei Spitälern und Industriebauten.

**Abb. 1 Gebäudebestand und Marktanteil Heizsysteme Schweiz 2000 und 2050**



## ***Beschränkte Steuerimpulse der öffentlichen Hand***

Mit gebremstem finanziellem Engagement wurden in der Schweiz die üblichen Pinselrenovationen nicht zurück gedrängt, der Ausstoß von 125'000 jährlichen Wohnungssanierungen kaum nachhaltiger und schon gar keine energieeffizienten Gebäudekonzepte herbeigeführt. „Besonders schmerzlich sind die praktisch versiegten Fördermittel für Pilot- und Demonstrationsanlagen: mit dem praktischen Wegfall dieser Förderstufe, des Technologietransfers, tut sich eine immer stärker spürbare Lücke auf. Das trifft nicht zuletzt auch die innovativen Unternehmen, denen nun keine Minderung ihrer Investitionen und keine Unterstützung der Technologie-Optimierung mehr geboten wird.“ 1)

Erste Wachstumsimpulse für die Sinnhaftigkeit von Energieeffizienz und Energieeinsparungen setzten das aus CO<sub>2</sub>-Abgaben gespiesene „Gebäudeprogramm“ der Stiftung „Klimarappen“ sowie die Marke MINERGIE:

- Ende 2007 waren 8357 Gebäude nach MINERGIE, 185 Gebäude nach MINERGIE-P (vergleichbar dem deutschen Passivhaus-Standard), 6 Gebäude nach MINERGIE-ECO und 5 nach MINERGIE-P-ECO zertifiziert. Die beheizte MINERGIE-Nutzfläche betrug 8.32 Mio. Quadratmeter in Neu- und Umbauten.
- Ende 2007 waren bei der Stiftung Klimarappen im Gebäudeprogramm 1'500 Projekte eingereicht und 900 bewilligt. Die Vertragsprojekte reduzieren 2008 bis 2012 CO<sub>2</sub>-Emissionen im Umfang von 46'000 Tonnen. Starke Wirkung entfaltet das Gebäudeprogramm bei den traditionellen Schwachstellen bisheriger „Renovationen“: bei aufwändigen Fassadendämmungen und Fensterersatz.

## ***MINERGIE – Standard für Lebensqualität und Energieverbrauch***

Die Marke MINERGIE zielt auf eine Breitenwirkung bei den umweltfreundlichen Bauweisen: während MINERGIE mit einfach zu erreichenden Standards die „Grundwelle“ des energieeffizienten Bauens anhebt, stellt MINERGIE-P gewissermaßen die „Schaumkrone“, das helvetische Pendant zum Passivhausstandard nach Dr. Wolfgang Feist dar. Passivhaus und MINERGIE-P beweisen, wie man komfortabler bei geringerem Energieverbrauch wohnt:

- im Winter thermisch behaglich dank gut gedämmter und dichter Gebäudehülle
- im Sommer behaglich dank Wärmeschutz, Dämmung und Schwertspeicherung
- gesund und bauschadenfrei dank Komfortlüftung

Bei MINERGIE soll der gesamte Energieverbrauch im Minimum 25 % und der fossile Energieverbrauch um 50% unter dem durchschnittlichen Stand der Technik liegen. Der Grenzwert für ein vor 1990 erstelltes Minergie-Haus liegt bei rund 8 Liter Heizöl pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr. Minergie macht zu den einzelnen Verlustkategorien keine Aussagen. Erfolgt die Wassererwärmung in einem Minergie-Haus - zumindest teilweise - solar, sinken die Anforderungen an die Gebäudehülle. Mit Bauteil-U-Werten an Wänden und Dächern um 0,2 W/m<sup>2</sup>K, an Kellerdecken um 0,3 W/m<sup>2</sup>K und Fenstern unter 1,1 W/m<sup>2</sup>K sowie mit luftdichter Bauweise und mechanischer Lüfterneuerung (mit WRG) wird dieser Grenzwert auch bei Altbauten erreicht.

# Mit gebäudeintegrierter PV im tageslichtoptimierten Passivhaus zur bilanziellen Energieautarkie

Reto P. Miloni, dipl.-Ing. Architekt ETH SIA  
Miloni Lichtplanung & Architektur  
Mülacherstrasse 6, CH-5212 Hausen  
Tel: 0041 56 210 11 28, Fax: 0041 56 210 11 30  
E-Mail: [miloni@swissonline.ch](mailto:miloni@swissonline.ch)  
Internet: [www.miloni.ch](http://www.miloni.ch)

## ***Überalterter Gebäudebestand und fehlender Erneuerungswille***

Der Gebäudebestand Schweiz von rund 1.5 Mio. Gebäuden basierte im Jahre 2000 für die Raumerwärmung zu 67 % auf einer Versorgung mit fossilen Energieträgern (Heizöl und Gas) sowie zu über 11 % auf fragwürdigen Elektroheizungen.

Die in Politik und Wirtschaft stark verankerte Lobby von Mineralölgesellschaften, Atomindustrie und Elektrizitätswirtschaft verhinderte in der Schweiz während Jahrzehnten eine griffige Klimaschutzpolitik. Zusammen mit einem Mangel an Förder- und Investitionsanreizen für Energieeffizienzmaßnahmen und einer eng gehandhabten steuerlichen Abschreibungspraxis bei Sanierungen führte dies einerseits zu energetisch wenig zukunftsfähigen Neubauten und gleichzeitig zu einem „Renovations-Stau“ im Wohnungsbestand: Gemäß Volkszählung 2000 waren 73% aller Schweizer Wohnungen Altwohnungen älter als Baujahr 1981, wovon 78% Mietwohnungen und 64% Eigentumswohnungen. Saniert werden

- Altbau-Eigentumswohnungen höchstens alle 30 Jahre
- Altbau-Mietwohnungen nach 40 Jahren.

Dabei werden in kaum einem Viertel aller Renovationen Fenster und Heizungen ersetzt, Fassaden, Keller oder Estrichböden nachgedämmt. Dem Schweizer Bundesamt für Wohnungswesen erschienen noch 2005 die Marktbedingungen für eine energetische Wohnungserneuerung ungünstig, die Gesetzesbestimmungen lasch und die Anreizmechanismen für nachhaltige Sanierungen unwirksam.

Klimaerwärmung, explodierende Öl- und Gaspreise und das Bewusstsein, dass der Gebäudebestand für einen hohen Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist, haben das Thema „Bestandessanierung“ nicht nur für den Wohnungsbau ins Rampenlicht gerückt und den Willen zur Reduktion des fossilen Energieverbrauchs bei Neubauten auch in der Schweiz gestärkt.

Leider insinuierten mächtige Beeinflusser wie Hauseigentümerverbände, Mineralölgesellschaften, EVU's sowie konservativ geprägte Gewerbeverbände, dass man bloß ein paar neue Kernkraftwerke zu bauen bräuchte und die Energieprobleme der Schweiz wären für alle Ewigkeit gelöst. Gegen Photovoltaik traten diese Kreise traditionell mit messianischem Eifer, wenig Sachverstand aber dafür umso praller gefüllten Werbe-Portfolios an.