

# INTEGRALE SOLAR- ARCHITEKTUR

ÄSTHETISCH HERAUS-  
RAGENDE BAUTEN  
ALS ENERGIEERZEUGER

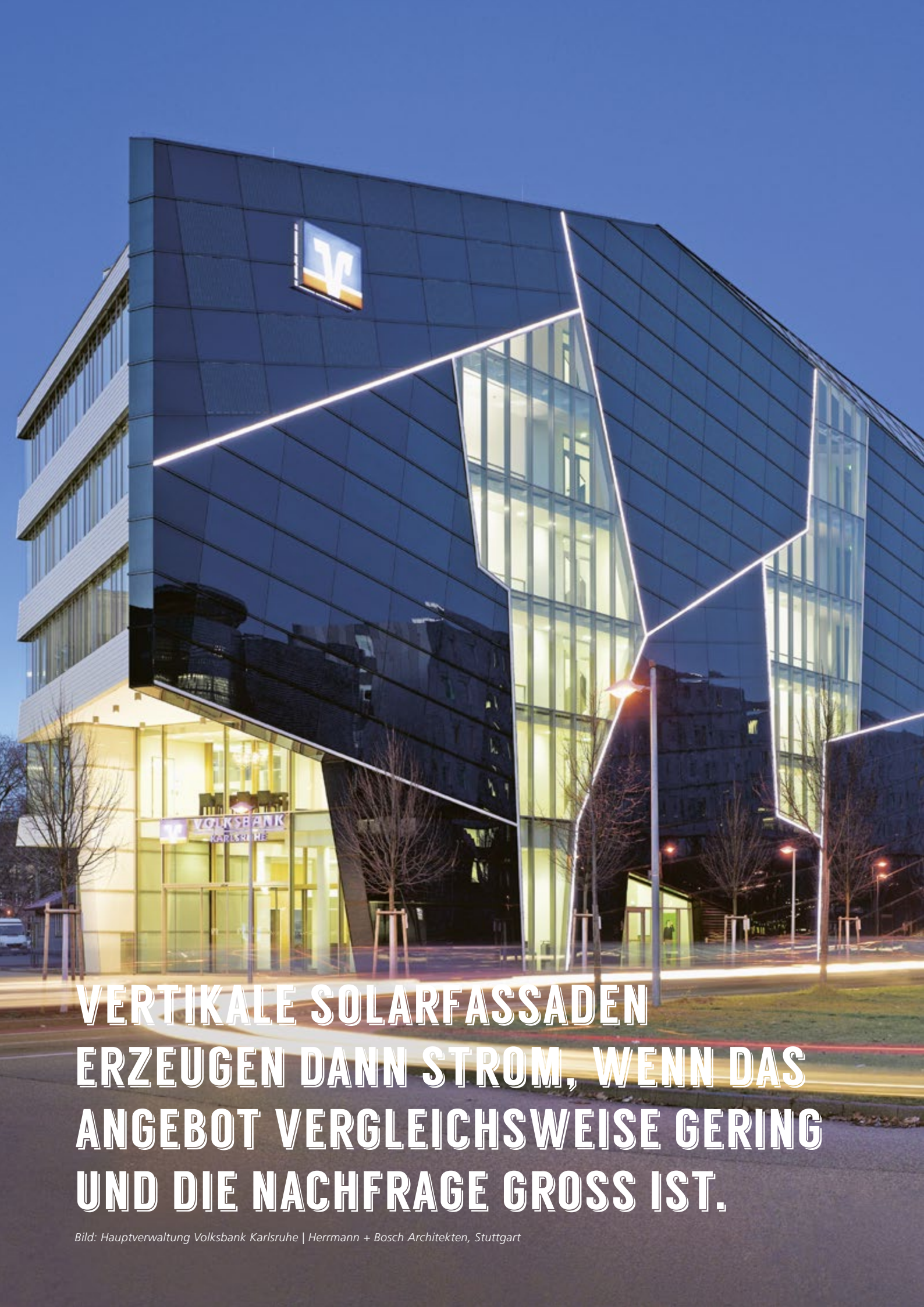


**energie schweiz**  
Unser Engagement: unsere Zukunft.

**MINERGIE®**

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch  
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie





**VERTIKALE SOLARFASSADEN  
ERZEUGEN DANN STROM, WENN DAS  
ANGEBOT VERGLEICHSWEISE GERING  
UND DIE NACHFRAGE GROSS IST.**

*Bild: Hauptverwaltung Volksbank Karlsruhe | Herrmann + Bosch Architekten, Stuttgart*

## FORMVOLLENDETE BAUWEISE UND HOHE ENERGIEEFFIZIENZ

Neben ihrer Aufgabe als visuelle Gestalter der gebauten Umwelt müssen Architekten heute ihre kreativen Ausdrucksformen mit höchstmöglicher Energieeffizienz in Einklang bringen. Durch die ästhetisch und funktional optimierte Integration von Photovoltaik in vertikale und horizontale Bauteile lässt sich der Ertrag von Solarstrom sowohl im Sommer als auch im Winter optimieren.

Solaranlagen haben unbestritten ein sehr grosses Potenzial zur Erzeugung zusätzlicher erneuerbarer Energie. Um dieses zu erschliessen, müssen neue – und künftig auch ältere – Bauten konsequenter mit Photovoltaik (PV) ausgerüstet und möglichst viele der verfügbaren Flächen genutzt werden.

### **Mehr Strom zur richtigen Zeit**

PV-Dachanlagen sind in der Regel nach Süden ausgerichtet. Vertikal angebrachte PV-Anlagen an Fassaden nutzen demgegenüber auch die Ost-West-Einstrahlung. Das führt zu einer Produktionsverschiebung in den Morgen oder Nachmittag bzw. zur Spitzendämpfung über Mittag.

### **Optimale Ausbeute über das ganze Jahr hinweg**

Weil die Sonnenstrahlen im Winter wesentlich flacher als im Sommer einfallen, erhöht die vertikale Ausrichtung der Solarzellen zudem die Stromausbeute in der kalten Jahreszeit. So wird der Ertrag im Winter gesteigert und eine konstantere Stromerzeugung über das ganze Jahr hinweg gewährleistet.

Dies liegt im Interesse der Netzgesellschaften und Betreiber. Gerade in energieintensiven Büro-, Gewerbe- und Industriegebäuden kann die eigene Stromversorgung zu massiven Einsparungen führen.



# SEIT DEM 19. JAHRHUNDERT SIND GLASFASSADEN NICHT MEHR AUS DER ARCHITEKTUR WEGZUDENKEN.

Bild: Crystal Palace London, entworfen von Joseph Paxton | © Keystone



## DIE MAGIE DES GLASES ALS STILMITTEL DER ARCHITEKTUR

---

Glas gilt als einer der ältesten, von Menschen künstlich hergestellten Werkstoffe. Funde weisen darauf hin, dass es bereits im 7. Jahrtausend v. Chr. als Glasur für Keramiken eingesetzt wurde. Nachdem der technische Fortschritt schliesslich die Produktion transparenter Glasplatten ermöglichte, begann der Siegeszug dieses einzigartigen Materials als Baustoff.

Anfang des 19. Jahrhunderts entstand – insbesondere in England – ein neuer Bautypus mit Gebäudehüllen aus Stahl und Glas. Eines der herausragendsten Beispiele war der für die Weltausstellung 1851 in London erstellte Kristallpalast (Crystal Palace).

### **Glas für die zeitgenössische Architektur**

Die riesigen Abmessungen (600 Meter lang, 133 Meter breit und 36 Meter hoch) des damals futuristischen Bauwerks beeindruckten bis heute. Seine Offenheit und die klaren Strukturen waren Vorbild für viele moderne Glasfassadenbauten, welche in der zeitgenössischen Architektur zum unverzichtbaren gestalterischen Fundus gehören.

Die vielfältigen Eigenschaften von Glas, beispielsweise seine visuelle Leichtigkeit oder die Magie des Lichtspiels – ausgelöst durch Sonne, Wolken und Umgebung – inspirieren Bauschaffende und Betrachter gleichermaßen. Davon zeugen repräsentative Hochhäuser und Prestigebauten ebenso wie prägende Wohnsiedlungen und mondäne Villen rund um den Globus.

### **Ein neues Zeitalter beginnt**

Aktuell entwickeln sich Fassadengläser hin zu PV-Fassaden- und Fenstermodulen mit breiter Designpalette. Dies erweitert das gestalterische Repertoire und ermöglicht es, Gebäudehüllen künftig ohne ästhetische Einschränkungen konsequent als effiziente Stromerzeuger zu nutzen.

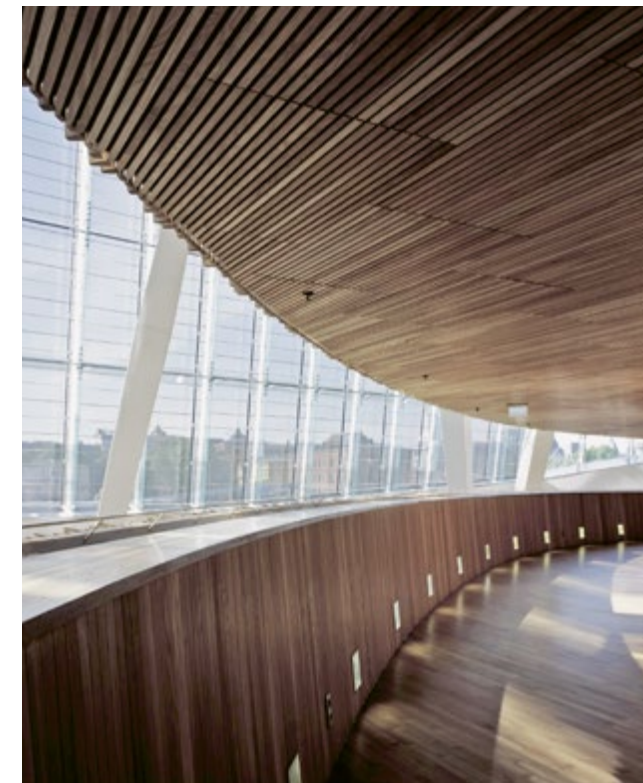




## VIelfÄLTIGE MÖGLICHKEITEN FÜR INDIVIDUELLE AUSDRUCKSFORMEN

---

Nicht nur international renommierte Architekten wie Norman Foster, Zaha Hadid oder das norwegische Architekturbüro Snøhetta setzen Photovoltaikelemente bewusst ein, um gestalterische Akzente zu setzen. Auch in der Schweiz entwickeln zukunftsorientierte Gestalter Ideen, um mit dieser Technologie schon heute die Solargebäude von morgen zu bauen.



*Am neuen Opernhaus in Oslo (Eröffnung April 2008) realisierten die Architekten von Snøhetta die grösste gebäudeintegrierte PV-Anlage Nordeuropas. Die transluziden Solarzellen sind so in die Fassade eingebettet, dass trotz Teilbeschattung die Aussicht erhalten bleibt.*

*Bilder: Norwegian National Opera and Ballet  
Seite 6 © Snøhetta | oben © Keystone | links © Jiri Havran*

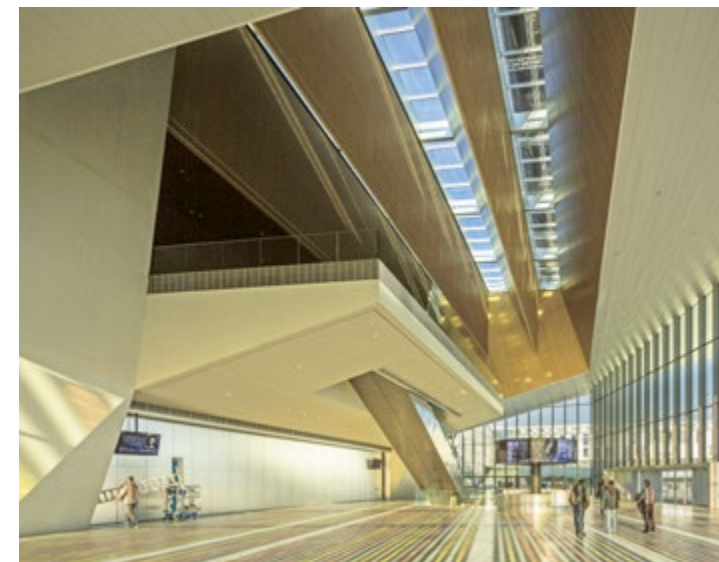




## LICHT UND FARBE MIT HIGHTECH-SOLARGLÄSERN

---

Grossmassstäbliche, in die Glasfassade integrierte transluzente Photovoltaikzellen setzen Akzente in der futuristischen Architektur und sorgen im Innenraum des neuen Kongresszentrums der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) für eine lichte, farblich dezent abgestimmte Harmonie.



*Der kristallförmige Neubau der EPFL setzt erstmals grossflächige Grätzel-Zellen ein. Dies soll auch Erkenntnisse zu dieser neuen Technologie bringen. Grätzel-Zellen verfügen zwar über einen niedrigeren Wirkungsgrad, dafür schützen sie das Gebäude vor Erhitzung.*

*Bilder: Swiss Convention Center, Écublens  
© Richter · Dahl Rocha & Associés architectes SA,  
Lausanne*





## MIT VERTIKALEN PHOTOVOLTAIK-MODULEN ZUM PLUSENERGIEBAU

Solarfassaden machen auch aus älteren Liegenschaften moderne PlusEnergieBauten. So versorgt der sanierte Geschäftssitz der Flumroc AG nicht nur die Verwaltung, sondern auch die Küche der öffentlich zugänglichen Kantine mit eigenproduziertem Strom. Und das in ein attraktives Geschäfts- und Wohnhaus umgebaute Gebäude in Romanshorn weist in durchschnittlichen Jahren eine Eigenenergieversorgung von 107 Prozent aus.



Bild Seite 10: Verwaltungsgebäude Flums |  
© Flumroc AG, Flums

Das von Viridén + Partner sanierte Verwaltungsgebäude in Flums wurde nach Minergie-A- sowie Minergie-P-Standards zertifiziert. Dünnschichtmodule verschaffen der PV-Fassade ein durchgängig flächiges Erscheinungsbild ohne sichtbare Solarzellenstrukturen.

Der mit dem «Norman Foster Solar Award 2013» ausgezeichnete PlusEnergieBau in Romanshorn zeigt mit vorbildlich integrierten monokristallinen PV-Modulen exemplarisch auf, wie sorgfältig gestaltete Solarfassaden Orts- und Strassenbilder aufwerten.

Bild oben: nach der Modernisierung  
Bild rechts: vor der Modernisierung  
Alleestrasse 44, Romanshorn | © Viridén + Partner AG, Architekten, Zürich





# MIT IHREN GESTALTERISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN KONZEPTEN PRÄGEN ARCHITEKTEN DIE LEBENSQUALITÄT UND GESELLSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG WESENTLICH MIT.

Bild: Büro- und Ateliiergebäude Dinslaken | Bob Gysin + Partner BGP Architekten ETH SIA BSA, Zürich



## ALLE POTENZIALE ZUR SOLAREN STROMERZEUGUNG NUTZEN

In den letzten fünf Jahren haben sich die Kosten für Photovoltaikmodule halbiert und die Industrie bietet sie mittlerweile in einer enormen Vielfalt an. Darum stellt sich heute die Frage, ob man sich den Luxus leisten kann, bei der Gestaltung von Gebäudehüllen auf die Integration von Photovoltaik zu verzichten und ihre grossen Potenziale zur umweltfreundlichen Energieerzeugung brachliegen zu lassen.

Neben den früher – in Bezug auf die Leistung – als hoch taxierten Investitionskosten standen der Nutzung der Photovoltaik an Fassaden bisher vielerorts auch ästhetische Überlegungen entgegen.

### Preiswert und vielfältig

Der Fortschritt in der Herstellung von PV-Elementen hat aber nicht nur deren Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit massiv verbessert. Vielmehr eröffnen sich den Gestaltern von Glasfassaden heute ganz neue Möglichkeiten in Bezug auf Formen, Farben, Lichtführung und Strukturierung vertikaler Bauteile. Damit stehen der Schaffung einer wegweisenden, ästhetisch hochwertigen Solararchitektur keine wirtschaftlichen, formalen und technischen Hindernisse mehr entgegen.

### PV-Module als Gestaltungselemente

Die Industrie bietet leistungsfähige PV-Gläser in vielfältigen Ausführungen an:

- Kundenindividuelle Module mit EVA- oder PVG-Folien bei Verbundsicherheitsglas
- Grossflächige Paneele bis 2,44 x 5,10 Meter in unterschiedlichen Formen und Bauarten
- Isoliergläser in diversen Formaten und Dicken
- Transluzide Verglasungen und gebogene Dünngläser
- Gelochte und farbige Zellen
- Integrierte LED- oder SSG-Halterungen
- Designoptionen durch Siebdruck, farbige Zwischenfolien sowie frei wählbare Zellabstände und Zelltypen
- Unterschiedliche Haltesysteme oder unsichtbare Montagepunkte
- PV direkt mit thermischem Kollektor gekoppelt



# PHOTOVOLTAIK ALS INTEGRALES BAUTEIL DER GEBÄUDEHÜLLE

Die Integration von Photovoltaik in die Gebäudehülle war bisher weitgehend auf Energieaspekte beschränkt. Die figurativen, konstruktiven und funktionalen Aspekte des architektonischen Projekts wurden dabei als zweitrangig angesehen. Das aktuelle Angebot an ästhetisch vielseitigen Solarzellen bietet nun aber dem Architekten vielfältige Möglichkeiten zur kreativen Integration dieser Technologie.

## Integrale Architekturkonzepte mit funktionalen Photovoltaik-Bauteilen

In der EU-Richtlinie 2010/31 wurde festgelegt, dass ab 2020 alle neuen Gebäude «Nearly Zero Energy Buildings» sein müssen. In der Schweiz ist diese Richtlinie bereits in den Minergie-Standards implementiert.

Dies erfordert, dass der Energiebedarf von Neubauten verringert wird und die Gebäude an Ort und Stelle den übrigen Anteil selber produzieren. Die Verwendung von Photovoltaik im Gebäude nennt man «Building-integrated Photovoltaics» (BiPV). Die Solartechnologie wird dabei nicht als technische Vorrichtung mit der einzigen Funktion Energieerzeugung verstanden, sondern als ein integrales Bauteil der Gebäudehülle (Verkleidungselement, verglaste Fläche, funktionales architektonisches Element usw.).

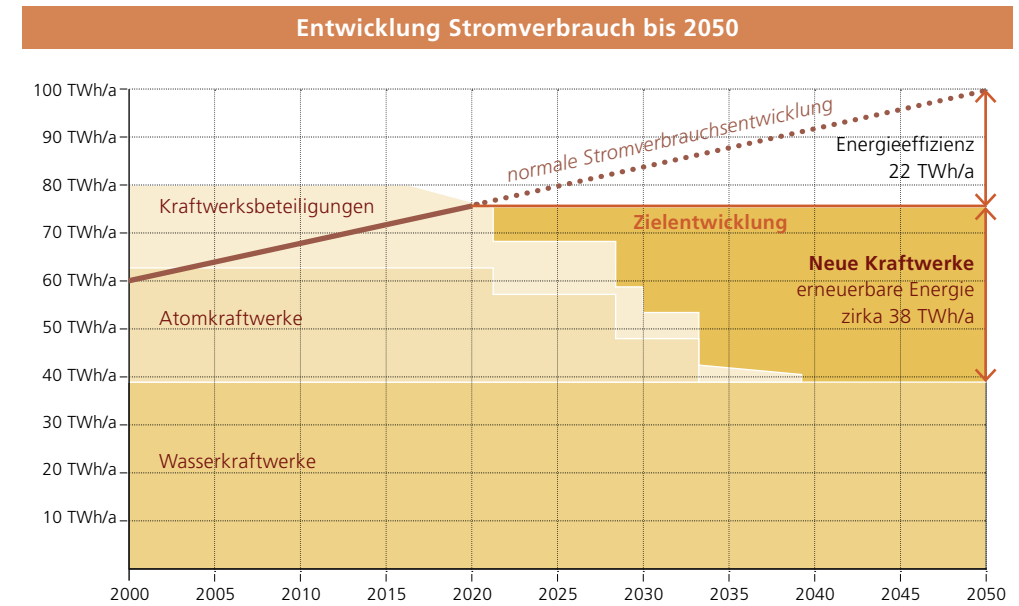
## Begeisternde Solararchitektur für eine nachhaltigere Zukunft

Neben Vorurteilen bezüglich der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit kämpft die Solarenergie immer noch gegen gestalterische Vorbehalte an. Eine ästhetisch optimierte Integration in das architektonische Konzept kann dem auf breiter Ebene entgegenwirken.

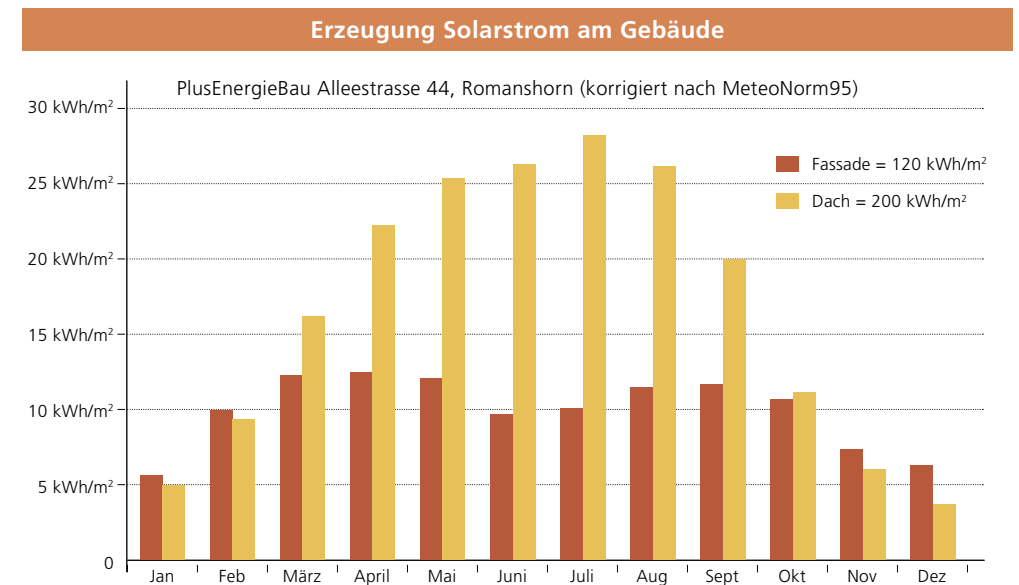
Natürlich lässt sich die Qualität des Erscheinungsbildes von Bauten nicht einfach nach objektiven Kriterien bestimmen. Nach wie vor hängt es weitgehend vom architektonischen Gestalter ab, wie er die Merkmale eines PV-Systems (Position und Grösse der Zellen, Textur und Farben der Oberflächen, Befestigungen und Fugen) elegant und kohärent in sein Gesamtkonzept integriert.



Bild: Swiss Convention Center, Écublens © Richter · Dahl Rocha & Associés architectes SA, Lausanne



Die konsequente Nutzung der Solarenergie an Gebäuden leistet in der Schweiz einen zentralen Beitrag zur Substitution der Atomkraftwerke bis 2050 (Quelle: Prognos).



Die Auswertung der PV-Anlagen des Plusenergiehauses in Romanshorn (siehe Seite 11) zeigt, dass die Fassade über das Jahr hinweg gesehen einen regelmässigen Beitrag zum Gesamtertrag liefert und in den kalten Monaten von November bis Februar denjenigen der Dachanlagen übersteigt.



# NACHHALTIGE INVESTITIONEN UND ERHÖHUNG DES MARKTWERTES

Durch den möglichst weitgehenden Einsatz von Photovoltaik wandeln sich Gebäude von reinen Verbrauchern zu wichtigen Stromerzeugern. Architektonisch hochwertige Integrationslösungen tragen entscheidend dazu bei, die Energieeffizienz von Liegenschaften zu steigern. Zudem wird dadurch die Nachhaltigkeit von Immobilieninvestitionen verbessert.

## Nachhaltigkeit heisst Energieeffizienz

Gemäss einer Studie von Ernst & Young (Analyse 2012) hängt der Marktwert eines Immobilienportfolios direkt mit der Energieeffizienz zusammen. 90 Prozent der Befragten waren der Meinung, dass dies der wichtigste Aspekt beim nachhaltigen Bauen ist. Eine Renditesteigerung wird allerdings nur dann erzielt, wenn sich Nachhaltigkeit und Energieeffizienz positiv auf die Betriebskosten auswirken.

## Eigenversorgungsgrad erhöhen

Seit April 2014 ermöglicht das Gesetz, den mittels Photovoltaik produzierten Strom zum Eigengebrauch zu nutzen – also ohne Umwege über die Einspeisung in das Stromnetz.

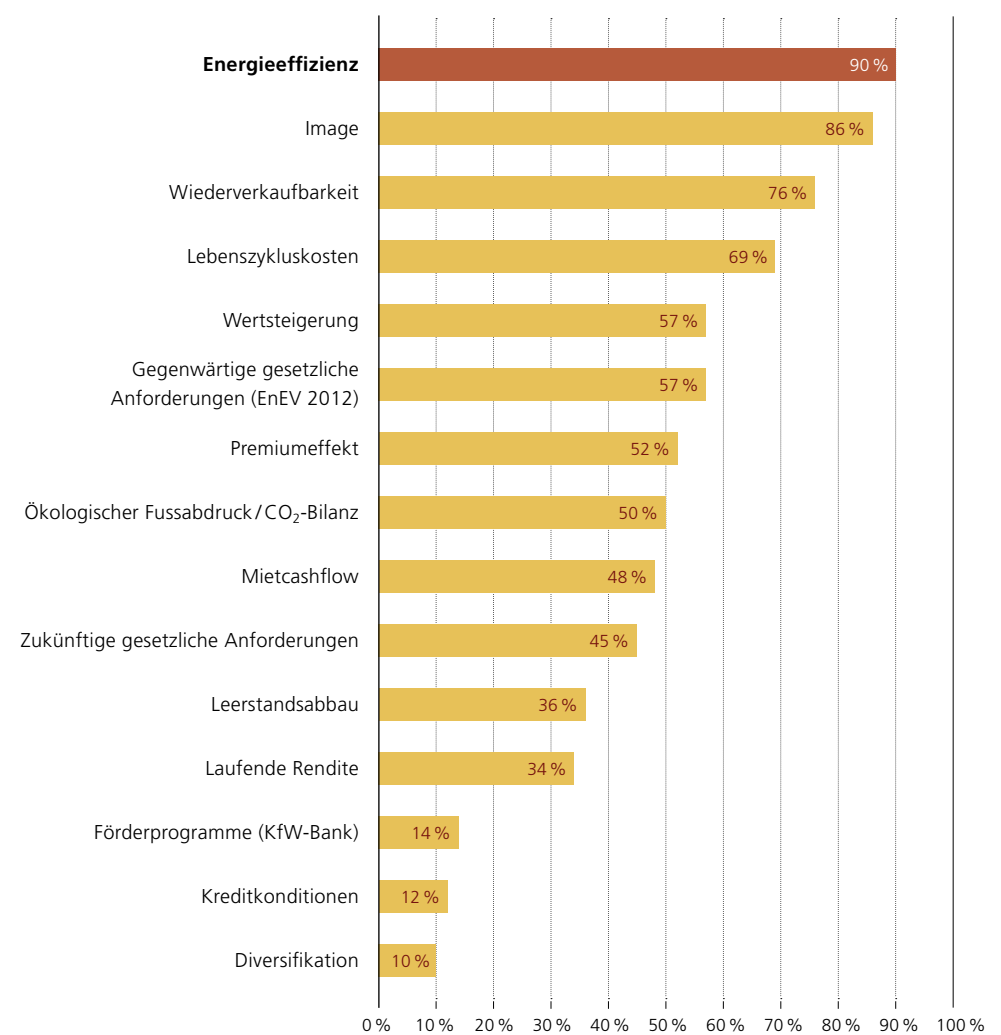
## Geld sparen und Marktwert erhöhen

Die Erzeugung von Solarstrom über die Fassade rechnet sich in mehrfacher Hinsicht. Je nach Ausrichtung und Lage erzeugt ein Quadratmeter Solarmodul zwischen 110 und 240 Kilowattstunden Strom pro Jahr. Wird der Fassadenstrom auch für den Betrieb einer Wärmepumpe eingesetzt, resultiert ein Brennstoffpreis von 3 bis 4 Rappen pro Kilowattstunde Nutzenergie. Gegenüber einer Öl- oder Gasheizung bedeutet das für die Betreiber Profit pur: Sie senken nicht nur die Betriebskosten, sondern erhöhen auch den langfristigen Marktwert der Immobilie. Je mehr Flächen am Gebäude für PV genutzt werden, umso grösser ist das Ertragspotenzial und damit der Einfluss auf die Rendite von Liegenschaften. Im optimalen Fall erzeugt sie nicht nur für das eigene Gebäude Strom, sondern auch für weitere Bauten im Quartier.



Bild: Fassaden PV-Module für die Minergie-P-Modernisierung eines Mehrfamilienhauses in Wettingen | © Miloni Solar AG, Wettingen

## Nachhaltigkeitsaspekte im Portfoliomanagement



Auf Portfolioebene zeigt sich ein ähnliches Bild wie auf Einzelobjektebene. Die Gesamtenergieeffizienz spielt eine entscheidende Rolle, aber auch Image und Veräusserbarkeit (Quelle: Ernst & Young, Nachhaltigkeitsthemen bei Immobilieninvestitionen, Analyse 2012).





SO WIE DIE AKZEPTANZ VON GEBÄUDEN  
VON IHRER ARCHITEKTONISCHEN  
QUALITÄT ABHÄNGT, WIRD DIE BREITE  
NUTZUNG DER SOLARENERGIE VON  
ÄSTHETISCHEN KRITERIEN BEEINFLUSST.

Bild: Projekt Neubau Amt für Umwelt und Energie Basel, Wettbewerb 1. Rang | jessenvollenweider architektur, Basel

## DIE ENERGIEZUKUNFT AM BAU GESTALTEN

Die Vorgaben der Energiestrategie 2050 des Bundes sehen neben der konsequenten Förderung alternativer Energien auch die Ausschöpfung aller Möglichkeiten der rationellen Energieverwendung vor. «Building-integrated Photovaltaics» trägt zu beiden Zielen bei – zur Nutzung der unerschöpflichen Sonnenenergie ebenso wie zur Senkung des Fremdbedarfs an Strom aus Kernenergieanlagen und importierter Energie aus Kohle- oder Gaskraftwerken.

### **Steigender Strombedarf, grosse Potenziale**

Weil Strom vielerorts die fossilen Energien substituieren soll, wird die Nachfrage – trotz grosser Anstrengungen zur Senkung des Verbrauchs – tendenziell eher steigen. Zum Beispiel durch den Betrieb von Wärmepumpen sowie durch die zu erwartende Zunahme der Elektromobilität.

Die Schweiz steht heute im Vergleich zum europäischen Ausland auf einem der hinteren Ränge hinsichtlich der installierten PV-Leistung pro Kopf der Bevölkerung. Durch die konsequente Nutzung von Photovoltaik an Fassaden- und Fensterflächen, Brüstungen, Blenden usw. könnte sich dies bald ändern.

### **Solararchitektur als intelligentes Stromsystem der Zukunft**

Das intelligente Stromsystem der Zukunft legt den Fokus auf Areale und Quartiere. Das Ziel ist dabei, den eigenen Bedarf weitestgehend vollständig selber zu erzeugen – wenn immer möglich zeitgleich mit dem Verbrauch.

Mit der Nutzung vertikaler Bauelemente für die Solarenergie kann sich das Haus selbst im Winter – also bei Bedarfsspitze – mit rund 60 Prozent Strom aus Eigenproduktion versorgen. Dadurch müssen nur noch 40 Prozent durch zentralisierte Produzenten zur Verfügung gestellt werden. Neben dem positiven Impact auf die Umwelt wird damit auch der Netzausbau günstiger und die schweizerische Gesellschaft kostenmässig entlastet.



# FÜR WEITERE BEISPIELE UND INFORMATIONEN: WWW.BIPV.CH

---



Die Website **www.bipv.ch** präsentiert die wichtigsten Informationen zur Integration der Photovoltaiktechnologie in zeitgemässen Gebäuden. Verschiedenste Beispiele vermitteln einen Eindruck über bereits im In- und Ausland realisierte Projekte. Sie finden ausserdem eine Auflistung von PV-Modulen und Befestigungssystemen, die den Bau einer integrierten PV-Anlage ermöglichen. Kontaktdaten zu Herstellern und Installateuren sowie Hinweise zu aktuellen Fördermassnahmen bezüglich Solarenergie sind weitere Inhalte dieser Plattform.



Fachhochschule  
Südschweiz

## SUPSI

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE  
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00  
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Vertrieb: www.bundespublikationen.admin.ch  
Artikelnummer 805.526.D



ClimatePartner<sup>o</sup>  
klimaneutral

Druck | ID: 53458-1504-1035