

SOLARE ARCHI- TEKTUR

JETZT UND
FÜR DIE
ZUKUNFT

IMPRESSUM

HERAUSGEBERIN

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern
Infoline 0848 444 444, www.infoline.energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch,
twitter.com/energieschweiz

DIESE PUBLIKATION UND DEREN INHALT SIND ENTSTANDEN IN ZUSAMMENARBEIT MIT

CREnergie GmbH
BS2 AG
SWISSOLAR Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie
Driven GmbH

VERTRIEB

www.bundespublikationen.admin.ch
Artikelnummer 805.522.D



GROSSPETER TOWER BASEL, 2017

Burckhardt+Partner AG



SOLARE ARCHITEKTUR – JETZT UND FÜR DIE ZUKUNFT

ARCHITEKTEN GESTALTEN DIE SOLARE ZUKUNFT	6
ENERGIE	10
TECHNIK	14
EIN INTEGRATIVES KONZEPT	22
GESTALTUNG	24
KONSTRUKTION	32
ÖKOLOGIE UND ÖKONOMIE	36
PROJEKTE	40

ARCHITEKTEN GESTALTEN DIE SOLARE ZUKUNFT

Als Architektin oder Architekt haben Sie wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung unserer Umgebung – vom einzelnen Objekt bis zur Raumplanung. Der Prozess des architektonischen Schaffens integriert die unterschiedlichsten Perspektiven und Ansprüche der am Werk beteiligten Fachgebiete und fügt sie zu einem sorgsam gestalteten Ganzen. Die Architektur befindet sich seit jeher in einem kulturellen, wirtschaftlichen und technologischen Kontinuum, beschäftigt sich mit der Vergangenheit und der Gegenwart und gestaltet daraus die Zukunft.

Das zukunftsfähige Haus ist kein Nullenergiehaus. Es benötigt jedoch viel weniger Energie und gewinnt diese grösstenteils lokal und aus sauberen Quellen. Es ist ein ganz gewöhnliches Haus und keine Maschine. Die Solararchitektur hat ihren experimentellen Charakter verlassen und wird immer mehr zum Standard. Die Reise ist noch nicht abgeschlossen und bietet die Möglichkeit zur aktiven Mitgestaltung.



WOHNHAUS SOLARIS, ZÜRICH 2017

huggenbergerfries Architekten AG ETH SIA BSA



EINE CHANCE FÜR ALLE

Die Transformation des Gebäudebestandes ist eine Herkulesaufgabe, gleichzeitig bietet sie ein immenses Potenzial für alle Beteiligten – von den Gebäudebesitzern und Nutzern über die Wissenschaft und die Hersteller bis hin zu den Planungs- und Installationsunternehmen. Doch auch die effizientesten Technologien und Systeme machen noch keine Architektur. Die bis anhin meist getrennte Betrachtung der beiden Sphären führt zu vielen Vorurteilen und teilweise zu abschreckenden Beispielen. Dass es auch anders geht und wie der Prozess zum Erfolg führen kann, zeigt dieses Merkblatt anhand von gelungenen Beispielen. In kurzer Form werden die wichtigsten Grundlagen für die Gestaltung solarer Architektur dargestellt – als Anregung zum eigenen kreativen Prozess und zur Weiterentwicklung.

WARUM SOLARARCHITEKTUR?

Das Nullenergiehaus gibt es nicht und wird es auch in Zukunft nicht geben. Von der Erstellung über den Betrieb bis zum Rückbau bedingt jedes Gebäude sehr viel Energie, und diese kommt seit jeher zum grössten Teil direkt oder indirekt von der Sonne. Nur die Art der Nutzung dieser unerschöpflichen Energiequelle, die dazu notwendigen Technologien und Prozesse sowie die Menge haben sich kontinuierlich gewandelt und damit sowohl die Architektur wie auch die Siedlungs- und später die Stadtstrukturen geprägt. Die dazu notwendigen Technologien haben ihr ursprüngliches Nischendasein dank massiven Kostensenkungen und Effizienzsteigerungen verlassen. Und auch im Bereich der Gebäudeintegration hat sich viel getan: Photovoltaikmodule und Solarkollektoren werden heute als massgefertigte Bauteile mit unterschiedlichsten Oberflächen und Farben angeboten. Konstruktiv und architektonisch integriert übernehmen sie mehrere Funktionen der Gebäudehülle, was neben der Betriebsbilanz auch die Bilanzen der grauen Energie und der Kosten verbessert. Diese zahlreichen Synergien machen die Technik zu einem logischen Bestandteil des architektonischen Werkes.

EIN INTEGRATIVES KONZEPT

Solare Architektur ist mehr als Architektur plus Solartechnologie. Solare Architektur nutzt die lokal verfügbaren Energien passiv (z.B. Fenster) oder aktiv (Photovoltaik und Solarkollektoren), speichert sie und stellt sie zum richtigen Zeitpunkt in geeigneter Form zur Verfügung. Neben der energetischen und technischen wird die konstruktive, gestalterische und ökonomische Integration immer wichtiger. Die Technologie kann gestaltgebend oder auch vollkommen unsichtbar sein, die produzierte Energie selbst verbraucht und an die Mieter oder in der Nachbarschaft verkauft werden. Dies alles hat einen grossen Einfluss auf die Akzeptanz in der Bevölkerung und bei Behörden und begünstigt die Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Entsprechend sollte es bereits in einer frühen Projektphase beachtet und immer weiter verfeinert werden. Wie jede andere Technologie haben die unterschiedlichen Solarsysteme ihre spezifischen Eigenheiten – ihre Prinzipien und die wichtigsten Eckwerte zu kennen, bietet eine gute Grundlage für eine souveräne und spannende Zusammenarbeit mit Fachplanern und ausführenden Unternehmen. Im Folgenden werden die verschiedenen Aspekte der solaren Architektur weiter beleuchtet.

SOLARARCHITEKTUR IST EINE SINNVOLLE LÖSUNG

Interessante architektonische Ansätze im Umgang mit neuen Gestaltungselementen
+
Reife Technologien, erprobte Konzepte und spannende neue Weiterentwicklungen
+
Grosses Flächenpotenzial für Energiegewinnung auf und an Gebäuden
+
Hoher ökologischer Wert und veränderter emotionaler Bezug zu Gebäuden für die Bewohnerinnen und Bewohner
+
Einheimische Energie, lokale Wertschöpfung und ökonomische Potenziale

Im Pariser Klimaabkommen hat sich die Schweiz verpflichtet, daran mitzuarbeiten, dass die globale Klimaerwärmung nicht 2 Grad und wenn möglich nicht die kritischen 1,5 Grad übersteigt. Dieses Ziel bedingt drastische Anpassungen auf allen gesellschaftlichen Ebenen. Aufgrund der Prinzipien der Gleichheit und der historischen Verantwortung im Vergleich zu anderen Ländern müsste die Schweiz bereits Ende 2038 CO₂-neutral sein, was einer linearen Absenkung um jährlich 3,6% entspricht. («CO₂-Budget der Schweiz», EBP, 2017)

Dass der Gebäudebestand aufgrund seines Energiebedarfs und der damit verbundenen klimaschädlichen Emissionen transformiert und damit auf einen zukunftsfähigen Pfad gebracht werden muss, ist unbestritten. Neben der Energieeffizienz spielt der Umstieg auf erneuerbare Energieträger, allen voran die Nutzung der Solarenergie, eine gewichtige Rolle.



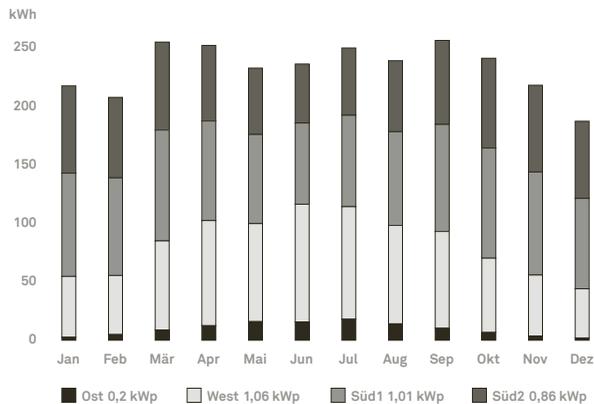
SOLARES DIREKTGEWINNHAUS, ZWEISIMMEN 2014

n11 Architekten



ENERGIEPOTENZIAL

Gemäss einer aktuellen Studie von Meteotest im Auftrag von Swissolar ist das Potenzial für Solarenergie in der Schweiz sehr hoch. Bei einer optimalen Kombination von Photovoltaik und Solarthermie können pro Jahr technisch, ökonomisch und sozial sinnvoll 10,8 TWh (8,2 Dach, 2,6 Fassade) mit Solarthermie und 17 TWh mit Photovoltaik produziert werden. Bei einer reinen Nutzung von Photovoltaik wäre das nachhaltig akzeptable jährliche Produktionspotenzial bei 24,6 TWh auf dem Dach und 5,6 TWh an der Fassade – was 51% der Schweizer Elektrizitätsproduktion von 2017 entspricht. (Meteotest Schweiz, 2017)

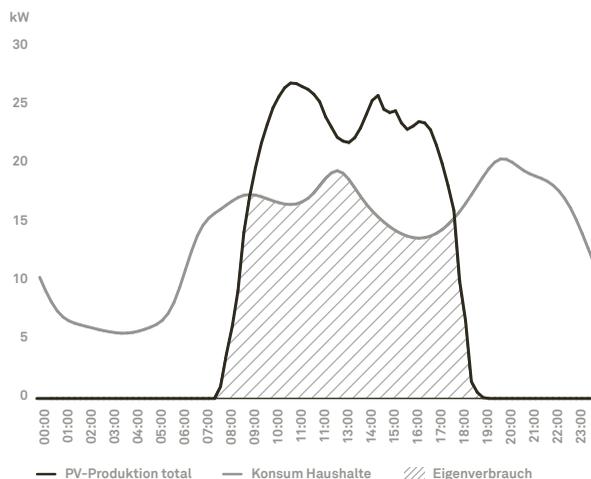


SIMULATION JAHRESENERGIEERTRAG

Konstante Monatserträge einer Photovoltaik-Fassade
Quelle: CR Energie GmbH

EIGENSTROMVERBRAUCH

Der Eigenverbrauch von Solarenergie ist im Energiegesetz verankert und damit schweizweit zulässig. Eigenverbrauch bedeutet, die produzierte Solarenergie vor Ort wieder zu verbrauchen. Die Gestehungskosten sind meist günstiger als die Tarife für Energie aus dem öffentlichen Netz. Überschüssige Solarenergie wird hingegen meist zu tiefen Preisen durch den Energieversorger vergütet. Das bedeutet: Ein hoher Eigenverbrauch kann die Rentabilität der Photovoltaikanlage massgeblich steigern.



EIGENVERBRAUCH VON SOLARENERGIE

Hochhaus Sihlweid mit Photovoltaik auf allen vier Fassadenseiten
Quelle: HTA Burgdorf PVLab

STRATEGISCHE PLANUNG

Wie dieses Potenzial genutzt und wie Energie in und an einem Gebäude produziert und genutzt werden kann, sollte im energetischen und architektonischen Gesamtkonzept eines Bauprojekts definiert werden. Dies sollte möglichst in der ersten Planungsphase geschehen. Verschiedene Online-Tools bieten die Möglichkeit, in wenigen Schritten die Energieerträge sowie den Eigenverbrauch grob zu berechnen.

Bei umfangreichen oder komplexen Projekten ist bereits in der strategischen Planung oder der Vorstudie die Zusammenarbeit mit einem spezialisierten Solarplaner empfehlenswert.

WEITERE INFOS

www.sonnendach.ch
www.sonnenfassade.ch
www.energieschweiz.ch/solarrechner

FINDEN SIE EINE GEEIGNETE FACHKRAFT UNTER

www.solarprofis.ch

VORSTUDIE

Um ein Bauvorhaben genauer definieren zu können, sind folgenden Berechnungen und Informationen relevant:

- Bestimmung der Solarflächen mit Berechnung der Produktionserträge
- Ertragssimulationen mit Beschattungsmodellen für Fassaden, die oft beschattet werden
- Kostenschätzungen über Tragwerk, Solarmodule und elektrische Komponenten inkl. deren Montage. Die Schnittstellen zu angrenzenden Gewerken sollten möglichst genau definiert werden
- Rentabilitätsberechnungen unter Berücksichtigung der Sensitivitäten von Energiekosten sowie der möglichen Zunahme des Eigenverbrauchs, z.B. durch E-Mobilität.

ZUSAMMENSCHLUSS ZUM EIGENVERBRAUCH (ZEV)

Seit Anfang 2018 können neben Mehrfamilienhäusern auch mehrere aneinandergrenzende Grundstücke zusammengeschlossen werden. Der dadurch entstehende ZEV (auch Eigenverbrauchsgemeinschaft genannt) tritt als ein Kunde gegenüber dem Energieversorger auf. Die Durchmischung unterschiedlicher Haushalte und Gebäudetypen bewirkt die Zunahme des Eigenverbrauchs.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

«Leitfaden Eigenverbrauch»

Publikation EnergieSchweiz, 2018

«Solarstrom Eigenverbrauch: Neue Möglichkeiten für Mehrfamilienhäuser und Areale»

Publikation EnergieSchweiz, 2018

Die Solartechnik wurde über Jahrzehnte verfeinert und hat sich zu einer gut funktionierenden und etablierten Technik entwickelt. Komponenten von Photovoltaik und Solarwärme gibt es in unzähligen Varianten, für verschiedene Anwendungen, von diversen Herstellern. Es gilt dabei die passende Technik basierend auf den Zielen eines Bauvorhabens und dem Verwendungszweck zu wählen. Im Zusammenspiel mit Speichermöglichkeiten, Steuerung und weiterer komplementärer Energietechnik kann das Energiesystem eines Gebäudes im Hinblick auf hohe Effizienz, Komfort und gute Wirtschaftlichkeit weiter optimiert werden.



HAUS SCHNELLER BADER, TAMINS 2016

Bearth & Deplazes Architekten

Valentin Bearth – Andrea Deplazes – Daniel Ladner



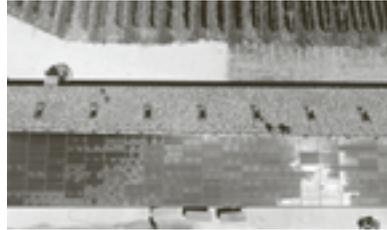
PHOTOVOLTAIK (PV)

Photovoltaik wandelt Lichtenergie mittels Solarzellen, bestehend aus unterschiedlichen Halbleitermaterialien, direkt in elektrische Energie um, als Gleichstrom. Der Strom wird durch metallische Kontakte gesammelt und in dieser Form entweder lokal verwendet oder gespeichert. In der Regel wird aber der Gleichstrom über

einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt und ebenfalls lokal verwendet oder aber ins öffentliche Netz eingespeist werden. Als Halbleiter wird in den meisten Fällen Silizium verwendet, das nach Sauerstoff zweithäufigste Element der Erdkruste.

KRISTALLINE MODULE

Polykristallin
Monokristallin

DACH**DIENTSGEBÄUDE CHATEAU D'AUVERNIER**

Produkt: ISSOL Suisse SA, Neuchâtel
Solaunternehmen: Gottburg SA, Boudry

FASSADE**LETZIPARK ZÜRICH**

Produkt: Megasol Energie AG, Deitingen
PV-Planer: energiebüro AG, Zürich
PV-Installateur: Planeco GmbH, Münchenstein

DÜNNFILM

Amorphes Silizium
Kupfer-Indium-(Gallium-)Diselenid
(CIS, CIGS)

**PARKPLATZ FÜR ELEKTROAUTOS MIT FLEXIBLEN SOLARMODULEN**

Produkt: Flisom AG, Niederhasli

**SKISTATION SANKT MARTIN, LAAX**

Produkt: NICE Solar Energy GmbH, Schwäbisch Hall (D)
Vertrieb: Solarmarkt GmbH, Aarau

© Michaela Chiebanova

SOLARWÄRME (SW)

Die Solarthermie wandelt Solarstrahlung in Wärme um. Thermische Solaranlagen werden hauptsächlich für die Erwärmung des Brauchwassers oder zur Heizungs-

unterstützung eingesetzt. Sonnenkollektoren können gut in ein Heizsystem integriert und mit anderen Wärmeerzeugungen kombiniert werden.

FLÄCHENKOLLEKTOREN**DACH****MFH OBERBURG**

Produkt: Jenni Energietechnik AG,
Oberburg bei Burgdorf

FASSADE**MFH EICHHALDE, ZÜRICH**

Produkt: DOMA Solartechnik, Satteins (A)

© Ernst Schweizer AG, Hedingen

VAKUUMRÖHRENKOLLEKTOREN**HOHES HAUS WEST, ZÜRICH**

Architektur: Loeliger Strub
Architektur GmbH, Zürich
Produkt: Conergy, Hamburg

**MFH ZÜRICH HÖNGG**

Architektur: kämpfen für architektur AG,
Zürich

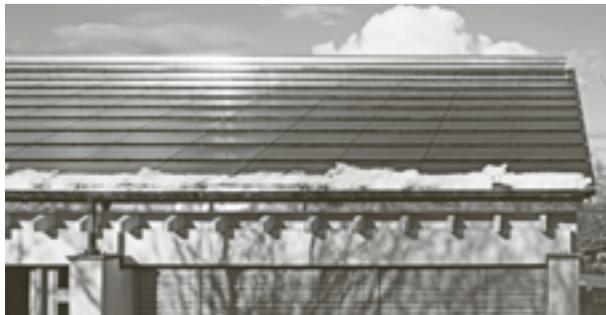
© R. Rötheli

HYBRIDE SOLARTECHNOLOGIE (PVT)

Photovoltaik und Solarwärme lassen sich auch innerhalb eines Kollektors kombinieren. Äusserlich sehen die Elemente aus wie normale PV-Module. Ein rückseitig angebrachter Absorber ermöglicht jedoch zusätzlich die Erzeugung von Wärme. Dieser kühlt

die Photovoltaik und erhöht dadurch den Stromertrag. Aufgrund der im Vergleich zu konventionellen Solar Kollektoren tieferen Temperaturen eignet sich diese Art primär zur Vorwärmung wie beispielsweise in Kombination mit Erdwärmesonden oder für Schwimmbäder.

SCHRÄGDACH



KIRCHE ST. FRANZISKUS, EBMATINGEN

Architektur: Daniel Studer, Villnachern

Produkt: BS2 AG, Schlieren

FLACHDACH



SUURSTOFFI ROTKREUZ

Produkt: 3S Solar Plus AG, Gwatt

EINE ÜBERSICHT VON AM MARKT ERHÄLTlichen MODULEN
FINDEN SIE UNTER: WWW.SOLARCHITECTURE.CH

PASSIVE SOLARNUTZUNG

Passive Sonnenenergienutzung hat zum Ziel, die natürliche Sonnenstrahlung in Form von Wärme- oder Lichtenergie durch bauliche Massnahmen optimal zu nutzen. Dabei wird durch die Gestaltung der Gebäudehülle und -volumetrie, die Platzierung von transparenten Elementen wie Fenstern und Verglasungen

und die Verwendung von massiven Bauteilen im Innern die Sonneneinstrahlung und -abstrahlung und -speicherung optimiert. Im Zentrum steht die energetisch optimierte Ausrichtung der Gebäude und Grundrisse nach Sonnenverlauf und Verschattungen mit den saisonalen Veränderungen.



ZENTRUM TOBEL

Nutzung der Solarenergie: Frischluft in der Fassade vorwärmen und rein natürlich in den Innenraum leiten ohne technische Installation.

PlusEnergie-Überbauung nach dem Leitbild der 2000-Watt-Gesellschaft, Architektur: Fent Solare Architektur, Wil



MFH HOFWIESEN-ROTHSTRASSE, ZÜRICH 2016

Viridén + Partner AG



SOLARE ENERGIE IM SYSTEM

Solarenergiesysteme sind vielfältig: von der einfachen Solardusche bis zum ausgeklügelten Wärme- und Kälteverbund auf Quartiersebene mit saisonaler Speicherung und Eigenstromverbrauchsgemeinschaft. Gemein ist ihnen, dass sie die Gebäude im lokalen energetischen Kontext verorten. Sie bestehen aus einem ganzheitlichen System aus Absorptionsflächen zur Umwandlung der solaren Einstrahlung, aus einer kurz-, mittel- oder langfristigen Speicherung, aus einem Abgabesystem und aus der Steuerungseinheit dieses Systems. Die Systemtopologie ist massgeblich vom lokalen Kontext, von der Nutzung, den zur Verfügung stehenden Flächen (Gebäudehülle), den energetischen Zielen und nicht zuletzt von den finanziellen Investitionen und den erwarteten Betriebskosten abhängig.

DEZENTRALE ELEKTRISCHE UND THERMISCHE SPEICHER

Durch den Einsatz von dezentralen Speichern können die Effizienz und der Eigenverbrauch innerhalb eines Energiesystems erhöht werden. Batteriespeicher können für einzelne Gebäude oder auch für ganze Areale den überschüssigen Solarstrom zwischenspeichern und bei Bedarf wieder zur Verfügung stellen. Eine interessante Anwendung sind Elektrofahrzeuge, die

alternativ oder als Ergänzung zum Hausspeicher verwendet werden können. Durch den Einsatz von Batteriespeichern kann der Eigenverbrauch auf ca. 50%–80% gesteigert werden. Wärmespeicher können Überschüsse aus Solarthermie oder überschüssige Energie aus Photovoltaik durch den Betrieb einer Wärmepumpe speichern.

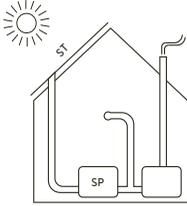
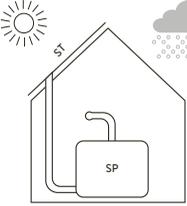
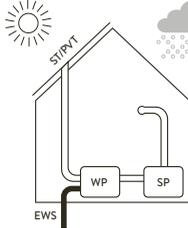
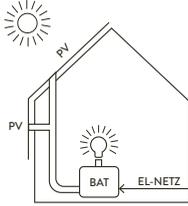
WEITERFÜHRENDE LITERATUR

«Stationäre Batteriespeicher in Gebäuden»
Broschüre Energie Schweiz, 2018
«PV-Anlagen mit Batterien»
Merkblatt Swissolar, 2016

GEBÄUDESTEUERUNG

Auch eine systemisch geplante Gebäudetechnik kann die Effizienz eines Gebäudeenergiesystems erheblich steigern. Dies kann einerseits in einem koordinierten Zusammenspiel von Energieerzeugung und -speicherung geschehen oder in einer koordinierten Steuerung der Verbraucher. Besonders grosse Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen und Trockner sollten über eine entsprechende Programmierung tagsüber verwendet werden, wenn auch Energie produziert wird.

GÄNGIGE SYSTEMTOPOLOGIEN

SCHAUBILD	SYSTEM A	SYSTEM B	SYSTEM C	SYSTEM D
ENERGIEFORM	Thermische Energie (Wärme/Kälte)			Elektrische Energie (Strom)
SYSTEM	WW/Heizung kombiniert	WW/Heizung saisonal	WW/Heizung/Kühlung saisonal	Photovoltaik
SCHEMA				
BESCHREIBUNG	System zur partiellen Deckung des Warmwasser- und/oder Heizungsbedarfs	System zur vollständigen Deckung des Warmwasser- und/oder Heizungsbedarfs, saisonale Speicherung	System zur vollständigen Deckung des Warmwasser- und/oder Heiz- und Kühlbedarfs, saisonale Speicherung, Umwandlung über WP	Photovoltaik zur Stromproduktion, kurzfristige Speicherung
RAHMENBEDINGUNGEN	Zusätzliche Energieerzeugung notwendig (möglichst erneuerbar), ideal mit Radiatoren	Grosse Dach- oder Fassadenflächen und genügend Speicherraum vorhanden, ideal mit Radiatoren	Grosse Dach- oder Fassadenflächen, Erdsonden oder Eisspeicher möglich, ideal mit Flächenheizungen oder Konvektoren	Kombination mit jedem thermischen System möglich, ideal mit Wärmepumpe und anderen grossen Stromverbrauchern
ENERGIEPRODUKTION	Wärme, Hochtemperatur mit abgedeckten Solarwärmekollektoren (Flach- oder Röhrenkollektoren) WW: 30–50% Heizung: 20–30%	Wärme, Hochtemperatur mit abgedeckten Solarwärmekollektoren (Flach- oder Röhrenkollektoren) WW: 100% Heizung: 100%	Wärme und Kälte, Tieftemperatur mit unbedeckten Solarwärme- oder PVT-Kollektoren WW: 60–100% Heizung: 75–100% (100%, wenn Strom auch lokal produziert)	Strom, Photovoltaikmodule Strom: 10% bis über 100% Hauptsächlich abhängig vom finanziellen Betriebskonzept (Investitionen, Eigenverbrauch, Einspeisetarife)
PRIMÄRE STÄRKEN	Einfaches System, wenig Platzbedarf (Dach und Speicher)	100% solar, kein Zusatzsystem notwendig	Bis 100% solar, kleiner interner Speicher, Kühlung möglich	Einfaches System, Strom für Eigenverbrauch oder Verkauf

BAT Batterie
EWS Erdwärmesonde

PV Photovoltaik
PVT PV/ST kombiniert in einem Modul

SP Speicher
ST Solarkollektor

WP Wärmepumpe
WW Warmwasser

DIE SOLARE ARCHITEKTUR – EIN INTEGRATIVES KONZEPT

Die Potenziale zum Einsatz von Solartechnologie in der Architektur sind insgesamt sehr gross – die Sonne scheint fast auf jedes Dach und auf die meisten Fassaden. Wie die Integration geschieht, ist jedoch sehr projektspezifisch. Was aus ökologischen und energetischen Gründen fast immer sinnvoll ist, kann

städtebauliche Konsequenzen haben. Umgekehrt ist eine homogene Gebäudehülle in vielen Kontexten sehr wertvoll. Dies führt jedoch zu ineffizient ausgerichteten Modulen. Wie überall in der Architektur gilt es hier, verschiedene Aspekte parallel zu betrachten und zu einem Optimum zu bringen:

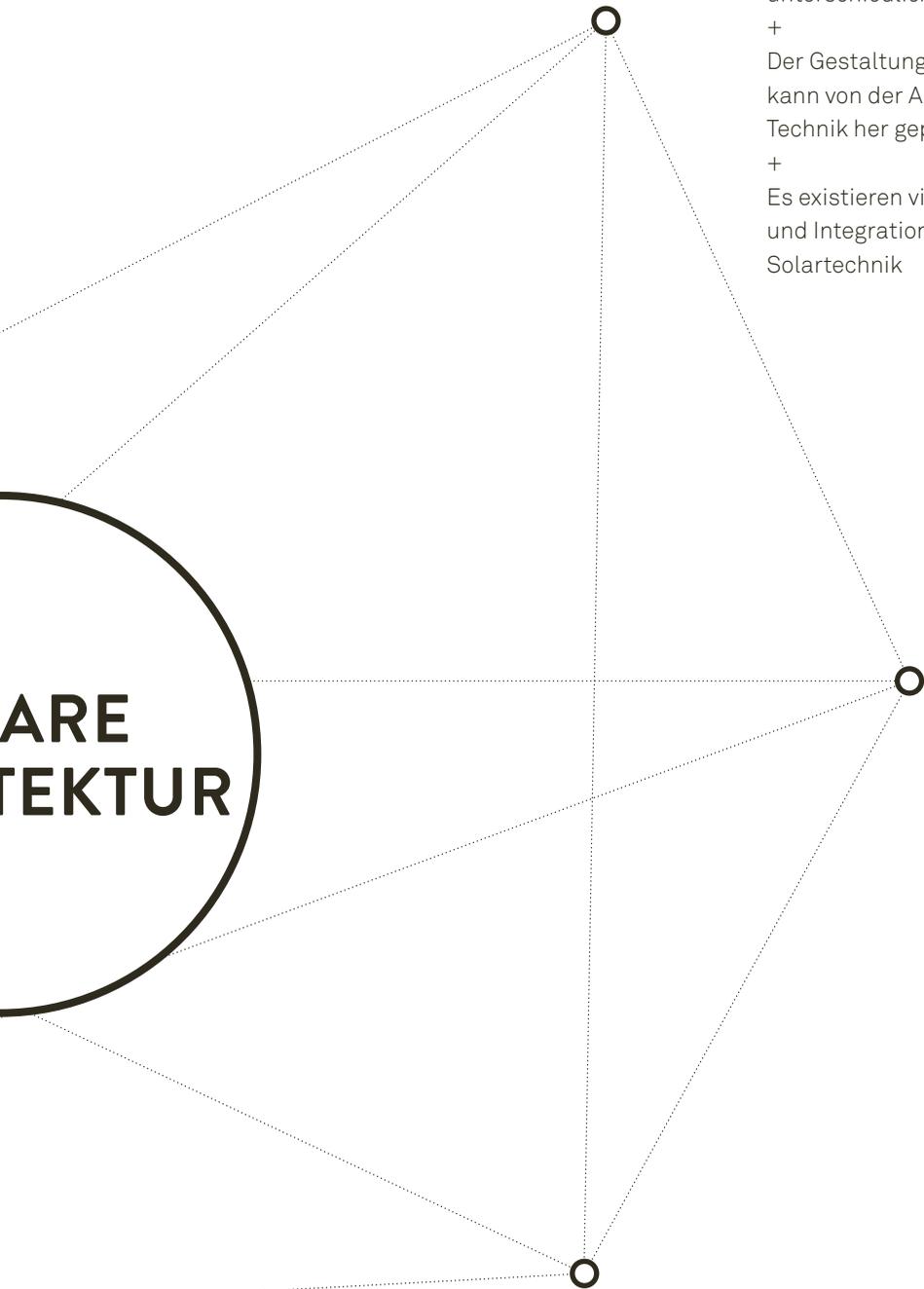
ENERGIE

Hohes Potenzial für Solarenergie
+
Eigenverbrauch steigert die Rentabilität
+
Integration der Energieziele in
strategische Planung oder Vorstudie

TECHNIK

Gut funktionierende und reife Technik
+
Komponenten von Photovoltaik und
Solarwärme in unzähligen Varianten
+
Im Zusammenspiel mit anderen
Technologien kann das maximale
Potenzial ausgeschöpft werden

SOLAR
ARCHITECTURE



ARCHITECTURE

GESTALTUNG

Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Massstäben

+

Der Gestaltungsprozess einer Solarfassade kann von der Architektur oder der Technik her geprägt werden

+

Es existieren vielfältige Gestaltungs- und Integrationsmöglichkeiten von Solartechnik

ÖKOLOGIE UND ÖKONOMIE

Graue Energie, Umweltauswirkungen und Lebenszyklusanalyse sind Teil der Bauwirtschaft

+

Investitionen und Kosten in Beziehung mit Einnahmen und Amortisation betrachten

+

Integrierte Solarenergie kann auch Rendite generieren

KONSTRUKTION

Solare Technik ist auch ein Baumaterial

+

Vielseitige Arten der Integration sind möglich

+

Spezifische Eigenschaften von Solarkollektoren und PV-Modulen beachten und in Planung einbeziehen

+

Einsatz von eigenentwickelten oder Standard-Systemen

Die architektonische Gestaltung mit Solarenergie impliziert eine Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Massstäben, vom Städtebau bis zur einzelnen Solarzelle.

Basis für einen erfolgreichen Prozess ist eine darauf aufbauende architektonische Haltung, die die Ziele, Strategien und Mittel klar umschreibt. Sie wird stetig weiter verfeinert und stellt eine gute Kommunikation sicher, sowohl intern im Planungsteam wie im Gespräch mit der Bauherrschaft oder den Behörden.



KIRCHE UND GEMEINDEZENTRUM, RIF-TAXACH (A) 2013

Georg Kleeberger, Walter Klasz



ARCHITEKTONISCHE HALTUNG

Lange Zeit bestand die einzige Möglichkeit zur aktiven Nutzung von Solarenergie für den Gebäudebetrieb in der (nachträglichen) Applikation von unflexiblen Industrieprodukten auf dem Dach. Dank massiven Kostensenkungen und Effizienzsteigerungen einerseits sowie einer gestiegenen Nachfrage nach individuell gefertigten und vielfältigen Produkten andererseits ergeben sich auf der Angebotsseite immer mehr Möglichkeiten, die wiederum die Basis für unterschiedliche architektonische Konzepte bilden. Der Gestaltungsprozess einer Solarfassade kann von der Architektur und der Technik geprägt werden. Die Gestaltung der Fassade kann von den Möglichkeiten bestehender Technologie (z.B. eines bestimmten Photovoltaikmoduls) her ent-



OFFENE DARSTELLUNG VON TECHNIK

Adaptive Solarfassade der ETH Zürich, Architektur und Gebäudesysteme, Prof. Dr. Arno Schlüter
Erste Umsetzung auf dem Campus der ETH Zürich, 2015

wickelt werden, oder umgekehrt kann die individuelle Gestaltung einer Fassade bestehende Produkte oder Technologien weiterentwickeln. Der gestaltgebende Charakter kann weiter bis auf die Zellenebene exploriert werden, indem z.B. die unterschiedlichen Reflexionen und Farben der Zelldotierung zu einem Mosaik gefügt werden. Zeigen oder nicht zeigen, verstecken oder andeuten, die Tiefe des Materials erkunden oder alles hinter einer homogenen Schicht verfließen lassen? Solche Fragen stellen sich wie bei anderen Technologien, die in der Vergangenheit Einzug in die Architektur hielten, auch bei der Gestaltung einer Solarfassade.



SORGFÄLTIGE INTEGRATION: SANIERUNG EINES 1765 ERBAUTEN GLASERHAUSES IN AFFOLTERN I. E.

Produkt: 3S Solar Plus AG, Gwatt
Architektur: Christian & Elisabeth Anliker, Affoltern i. E.
Planung und Realisation: clevergie AG, Wyssachen

STÄDTEBAU

Das Konzept beginnt sinnvollerweise im grossen Massstab. Die unmittelbare räumliche Umgebung und der energetische Kontext haben grundlegenden Einfluss. Welche Energieströme sind vorhanden und können erschlossen werden? Welche Synergien können im lokalen Verbund entstehen, beispielsweise die Nutzung von Abwärme aus der Nachbarschaft oder der Zusammenschluss mehrerer Gebäude zu einer Eigenstromgemeinschaft? Sind diese Opportunitäten abgeklärt (und ist der Energiebedarf dadurch noch nicht gedeckt), gilt es die Potenziale am Gebäude zu evaluieren: In Bezug auf die solaren Erträge sind sowohl bei der passiven wie der aktiven Nutzung die Ausrichtung und die Verschattung genau zu analysieren. Im städtischen



WOHNHAUS CHIGNY

INTEGRIERT IM HISTORISCHEN KERN UND IN DEN WEINBERGEN
Architektur: dieterdietz.org, Zürich und Lausanne | Dieter Dietz, Vincent Mermod, Manuel Potterat

Kontext gilt es die Verschattungssituation durch Nachbargebäude genau zu betrachten, wobei auch zukünftige Veränderungen berücksichtigt werden sollten. Lässt das Baurecht beispielsweise zu, dass ein aktuell niedriges Gebäude um zwei Etagen erhöht wird, kann dies die Ertragssituation einer Fassadenanlage auf dem eigenen Gebäude stark beeinträchtigen. Gleiches gilt für die Vegetation in der unmittelbaren Umgebung. Im Gegensatz zum Stadtraum sind die Vegetation und evtl. die Topografie im ländlichen Raum massgebend für die Verschattungssituation.

BAUBEWILLIGUNG RAUMPLANUNG

Das eidg. Raumplanungsgesetz (RPG) Art. 18a regelt die Bewilligungspraxis für Solaranlagen in Bau- und Landwirtschaftszonen. Für «genügend angepasste» Solaranlagen braucht es nur eine Meldung bei der Baubehörde statt einer Baubewilligung. Das kantonale Recht kann aber in klar umschriebenen Typen von Schutzzonen eine Baubewilligungspflicht verlangen, z.B. Kernzonen.

HÜLLE-VOLUMEN-VERHÄLTNIS (A/V-VERHÄLTNIS)

Die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) fordern, bei Neubauten einen Anteil des Stromverbrauchs durch eine Eigenproduktion im, auf dem oder am Gebäude zu decken. Die Photovoltaik bietet sich dafür in den meisten Fällen gut an. Bei vielgeschossigen Bauten ist sogar explizit der Einbezug der Fassadenintegration gewünscht. D.h. grosszügig geplante Gebäudehüllen mit nicht optimalem A/V-Verhältnis erreichen gerade mithilfe von Solarfassaden dank ihrer positiven Energiebilanz die Mindestanforderungen und erhöhen dadurch den architektonischen Gestaltungsspielraum.

DOPPELNUZUNG VON FASSADENBEKLEIDUNGEN

Die Fassade als elementarer Teil der Architektur übernimmt die Schutzfunktion des Gebäudes. Mit Solarmodulen als Fassadenbekleidung entsteht ein multifunktionelles Gewerk, mit dem zusätzlich die Energieversorgung des Gebäudes sichergestellt wird. Die Solarmodule inkl. Tragwerk müssen die Anforderungen für hinterlüftete Fassaden erfüllen, d.h. die Baustatik, der Feuchtigkeitsschutz sowie der Brandschutz sind zu berücksichtigen. Solarmodule für die Gebäudeintegration bestehen meist aus Verbund-sicherheitsglas (VSG). Die Langlebigkeit der Produkte entspricht dem von VSG-Fassadenbekleidungen, und die Stabilität der elektrischen Leistung kann auch nach 25 Betriebsjahren mit >80% angenommen werden. Ein technisch defektes Modul kann ausgetauscht werden, um den Ausfall der Stromproduktion auszugleichen. Es ist aber auch möglich, elektrisch defekte Module an der Fassade zu belassen, da sie ihre Funktion als Witterungsschutz weiterhin erfüllen.

AUSRICHTUNG DER SOLARFLÄCHEN

Unterschiedlich ausgerichtete Flächen erzeugen im Tages- und Jahresverlauf unterschiedliche Ertrags-spitzen. Damit können die Gestaltung des Dachs und der Gebäudehülle und die Nutzung dieser Flächen die Möglichkeiten der Energieerzeugung stark beeinflussen. Nach Ost und West ausgerichtete Solaranlagen können die Mittagsspitzen brechen und den Ertrag näher an den Bedarf bringen. Durch die Integration von Solartechnik in die Fassade kann die Jahresproduktion geglättet und somit im Winter verhältnismässig mehr Strom produziert werden.

SOLARMODULWAHL: MASSENPRODUKT ODER OBJEKTBEZOGENE FASSADENBEKLEIDUNG

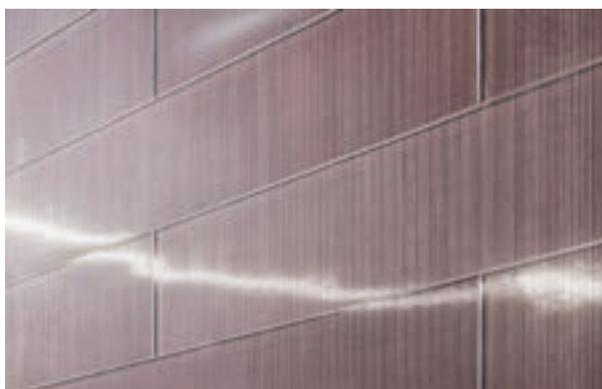
Bei der Wahl geeigneter Solarmodule für Fassaden gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Die Verwendung preisgünstiger standardisierter Produkte aus der Massenproduktion. Das technoide Erscheinungsbild und die fixen Aussenmasse stellen besondere Anforderungen an die architektonische Gestaltung sowie an die Anbindung an das übrige Gewerk. Die Eignung dieser Produkte als Baumaterial ist mit Hersteller und Fachplaner abzuklären.
- Alternativ dazu bieten insbesondere viele europäische Solar modul-Hersteller kundenspezifische Produkte an. Sondergrössen, Farbtöne sowie Oberflächenbeschaffenheit können nach den architektonischen Anforderungen definiert werden. Die freie Gestaltung der Produkte erlaubt es, jeder Solar-fassade ihren individuellen Charakter zu verleihen. Als Nachteile sind die elektrische Minderleistung durch oft nicht maximale Flächenbelegungen mit Solarzellen, die Leistungsverluste durch Farb-beschichtungen, die bis zu 20% betragen können, die vergleichsweise höheren Produktkosten sowie der erhöhte Planungsaufwand zu nennen.



STANDARDMODUL: TALSTATION KLEIN MATTERHORN

Produkt: Megasol Energie AG, Deitingen
Solarunternehmen: Bouygues E&S InTec Schweiz AG,
Geschäftseinheit Helion, Zuchwil



EIGENENTWICKLUNG: WOHNHAUS SOLARIS, ZÜRICH

Module Eigenentwicklung mit gewelltem Sicherheitsglas, das in der Farbe der Umgebung (Rote Fabrik Zürich) abgestimmt ist.
Architektur: huggenbergerfries Architekten AG ETH SIA BSA, Zürich
Produkt: ertex solartechnik GmbH, Amstetten (A) in Zusammenarbeit mit Forschungspartner Prof. Dr. Stephen Wittkopf, Hochschule Luzern



HOF 8, WEIKERSHEIM (D) 2014

Architekturbüro Klärle, Rolf Klärle Dipl.-Ing. freier Architekt BDA



GESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN DES «BAUMATERIALS» PHOTOVOLTAIK

Neben den physischen und technischen Eigenheiten der Solartechnik bietet das Material auch eine Menge von Merkmalen, die als gestalterische Elemente im architektonischen Entwurf genutzt werden können. Die Gestaltung der solaren Elemente bietet viele Möglichkeiten, beeinflusst den Entwurf und hat einen grossen Einfluss auf die Energieproduktion und die Kosten. Im Folgenden sind sechs verschiedene Elemente von Gestaltungsmöglichkeiten aufgeführt, was die grosse Anzahl der Gestaltungsmöglichkeiten unterstreicht.

DIMENSION Die meisten Hersteller bieten Standardgrössen an. Es ist aber auch möglich, ein grosses Spektrum von Sondergrössen zu bestellen.

FORM Die meisten solaren Komponenten werden in ein planes, rechteckiges Glas eingelassen. Es ist aber auch möglich, andere Formen und sogar gebogene Elemente zu gestalten. Flexible Dünnschichttechnologien können auch für komplexe Formen benutzt werden.

FARBE Es besteht eine breite Palette von Farben und Techniken. Aktuell wird die Farbe meist auf das Frontglas aufgebracht und deckt so die Zellen ganz oder partiell ab, wodurch der Wirkungsgrad je nach Verfahren um bis zu 20% reduziert wird.

GLASTEXTUR Die Textur des Glases kann variiert werden. Es bestehen Möglichkeiten vom einfachen, glatten über das satinierte oder strukturierte bis zum gewellten Glas als Trägermaterial.

TRANSLUZENZ Neben den bekannten opaken Elementen gibt es auch die Möglichkeit, durch eine Variation der Zellabstände semi- bis hochtransparente Module zu gestalten.

GRAFIK Der innere Aufbau der Module kann gezeigt oder vollständig unsichtbar gemacht werden. Dazu werden die Zellen, ihre Abstände und die elektrischen Verschaltungen wahlweise variiert oder abgedeckt. Eine besonders homogene Erscheinung wird durch rahmenlose Module erreicht.

ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

Solare Komponenten können nicht nur in die Fassade oder auf dem Dach integriert werden. Sie können auch bewusst in anderen Varianten der Mehrfachnutzung von Komponenten genutzt werden wie zum Beispiel zur Abschattung, Tageslichtlenkung und Kühlung.



LICHTSTEUERUNG DES INNENRAUMS DER BIBLIOTHEK STUTTGART MIT PV-MODULEN AUF DEM DACH

Architektur: Eun Young Yi, Köln/Seoul



BALKONBRÜSTUNGEN MIT POLIKRISTALLINEN PV-MODULEN FÜR MEHRFAMILIENHAUS ZWYSSIGSTRASSE, ZÜRICH

Architektur: kämpfen für architektur AG, Zürich



SOLARAKTIVE SCHIEBELÄDEN FÜR MFH WIESENSTRASSE, KÜSSNACHT

Architektur: Vera Gloor AG, Zürich

Fachpartner Photovoltaik: Leutenegger Energie Control, Küssnacht

Solarkollektoren und PV-Module sind Baumaterialien mit spezifischen Eigenschaften, die in der Planung und in der Konstruktion beachtet werden müssen. Beispielsweise können sie auf der Baustelle nicht abgeändert werden, und auch die Hydraulik- oder Elektroplanung muss vorgängig gemacht werden. Gut vorbereitet ist die Montage jedoch vergleichbar mit einer konventionellen Glasfassade.

Die Möglichkeiten der integrierten Konstruktion sind vielfältig und beschränken sich nicht nur auf die Integration im Dach. Solaraktive Bauteile können auch in der Fassade oder als Elemente für Verschattung oder Brüstungen eingesetzt werden. Es bestehen sowohl Standardsysteme zur Befestigung als auch nach Kundenwünschen gestaltete Möglichkeiten der konstruktiven Integration. So kann bereits heute ein breites Spektrum am gewünschten gestalterischen Ausdruck konstruktiv umgesetzt werden.



APARTMENTHAUS, ZÜRICH-SCHWAMENDINGEN 2017

kämpfen für architektur AG



INTEGRATION INS DACH

Integrierte Solardachsysteme ersetzen die herkömmliche Dachdeckung. Beim Einsatz der Produkte sind die Anforderungen an den Dachaufbau gemäss Hersteller zu beachten. Ab einer bestimmten Neigung muss ein fugenloses Unterdach verlegt werden, das Kondenswasser oder eindringendes Wasser durch Schlagregen und Flugschnee ableiten kann. Bei der Wahl der Unterdachfolien ist auf eine an die Konstruktion angepasste Hitzebeständigkeit zu achten. Bei jedem Projekt ist die Eignung des Produkts gemäss den örtlich anzunehmenden Schneelasten und Winddrücken gemäss SIA 261 «Einwirkungen auf Tragwerke» zu prüfen. Um die Funktionalität des Daches zu gewährleisten, sollten sämtliche Arbeiten am Dach sowie an den An- und Abschlüssen durch Dachdecker beziehungsweise Spengler ausgeführt werden.



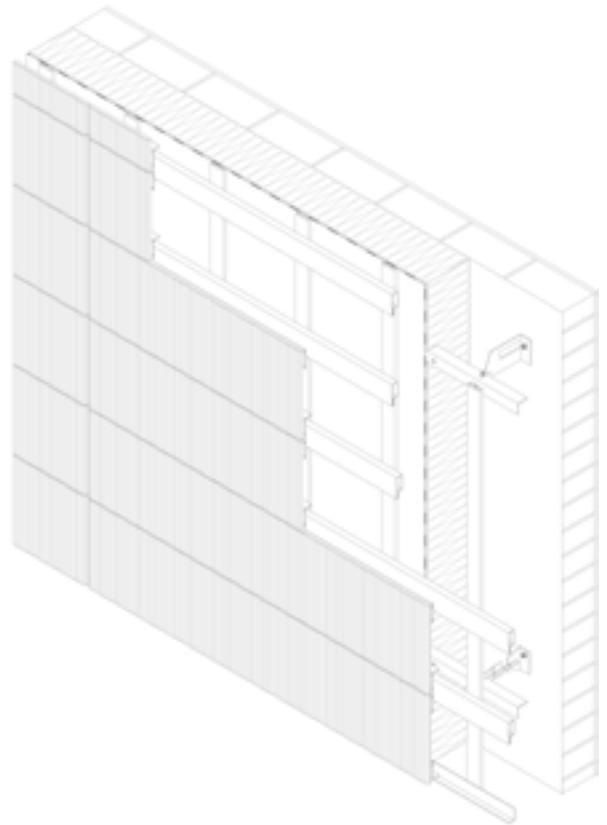
SYSTEMISOMETRIE HAUS SCHNELLER BADER, TAMINS

Quelle: www.buk.arch.ethz.ch/Solardatenbank

INTEGRATION IN DER FASSADE

Vorgehängte hinterlüftete Fassadensysteme bilden die Basis zur Befestigung von Photovoltaik- oder Solarthermie-Modulen in Fassaden. Verschiedene Befestigungsarten stehen zur Auswahl, ob punktförmige, linienförmige oder geklebte Halterungen eingesetzt werden, hängt von der Architektur und dem Projektbudget ab. Der statische Nachweis vom Tragwerk bestehend aus Bekleidung und Befestigungsstruktur sollte obligatorisch durch den Anbieter erbracht werden. Die elektrische Leitungsführung oder die Verrohrung von Kollektoren ist bereits frühzeitig mit in die Planung einzubeziehen, damit allfällige Durchführungen in der

Befestigungsstruktur berücksichtigt werden und es nicht zu Problemen während der Montage kommt. Die Materialwahl von Tragwerk und Dämmung muss konform mit den Brandschutzvorschriften der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) sein.



SYSTEMISOMETRIE WOHNHAUS SOLARIS, ZÜRICH

Schematische Darstellung

Quelle: www.buk.arch.ethz.ch/Solardatenbank

INTEGRATION IN GELÄNDER UND GLAS-METALL-KONSTRUKTIONEN

Zur Integration von Photovoltaik in Geländer oder Glasdächer bedarf es in den meisten Fällen objekt-spezifischer Solarmodule. Die Lichtdurchlässigkeit der Elemente wird durch die Abstände zwischen den Siliziumzellen oder durch die Perforation von Dünnschichtzellen bestimmt. Die notwendige Statik wird durch die Glasart, die Glasstärke und den Verbund erreicht. Die Anforderungen gemäss SIA 261 «Einwirkungen auf Tragwerke» und zusätzlich diejenigen gemäss SIA 358 «Geländer und Brüstungen» müssen erfüllt und nachgewiesen werden. Die elektrischen Anschlüsse und Kabel werden idealerweise in einer metallischen Konstruktion integriert. Optisch entstehen hochwertige Konstruktionen, die Kabel sind sicher vor Berührung, vor Feuchtigkeit und vor Wasser geschützt. Damit die Kabel ohne Probleme integriert werden können, sind sie bereits in der Projektplanung mitzubedenken.

Auch erneuerbare Energien wirken auf verschiedenen Ebenen in die Umwelt ein. Diese Umwelteinwirkung muss systematisch analysiert und in Beziehung gesetzt werden zu den Kosten und zu den technischen Potenzialen dieser Energien. Bezogen auf Preis, technische Möglichkeiten und geringe Umwelteinwirkung hat die Solarenergie das weitaus grösste Potenzial der verschiedenen Energieträger.



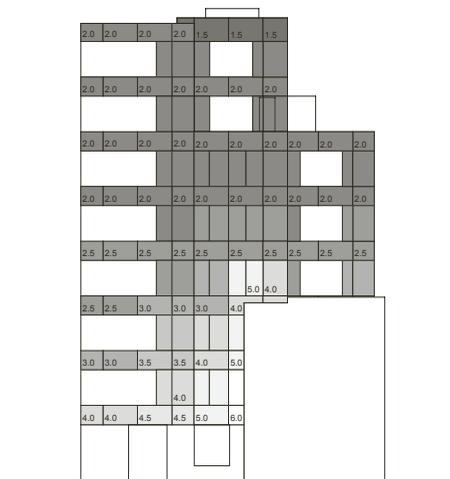
MEHRFAMILIENHAUS MIT ENERGIEZUKUNFT, ZÜRICH 2017

Ein Projekt der Umwelt Arena Schweiz
in Zusammenarbeit mit René Schmid Architekten AG



GRAUE ENERGIE

Gebäude benötigen bei ihrer Erstellung viel Energie, sogenannte graue Energie. Anlagen zur Produktion von Solarenergie oder anderen erneuerbaren Energien können die zu ihrer Herstellung notwendige graue Energie amortisieren. Der Einsatz von aktiver Solartechnik birgt also das Potenzial, dass ein Gebäude sich vom reinen Energiebezüger zum Energieproduzenten wandelt. Entscheidend zur Bestimmung der Amortisationszeit der grauen Energie ist, wie viel Energie mit der Solaranlage produziert wird. So beeinflussen der Wirkungsgrad der Komponenten, der Ort und die Art der Integration und Ausrichtung der Anlage die Energiebilanz des Systems.



SIMULATION DER RÜCKLAUFZEIT DER GRAUEN ENERGIE DER PHOTOVOLTAIKMODULE IN DER FASSADE IN JAHREN

Projekt: Amt für Umwelt und Energie, Basel

Architektur und Quelle: jessenvollenweider architektur, Basel

UMWELTEINWIRKUNGEN

Die Umwelteinwirkung wird typischerweise analysiert in Bezug auf die Graue Energieamortisation, den CO₂-Ausstoss oder anhand einer umfassenden Umweltbilanz, wo weitere Kriterien wie Ressourcen- oder Landverbrauch integriert werden. Verschiedene Studien zeigen, dass die erneuerbaren Energieträger besser abschneiden als die konventionellen. Kernenergie kann bei einer CO₂-Bilanz noch mit den erneuerbaren Energieträgern mithalten, bei einer umfassenden Umweltbilanz fällt sie aber klar ab. Neben der Solarenergie weisen Wind und Wasser noch bessere Umweltbilanzen aus. Die Differenzen sind relativ klein und werden sich künftig noch weiter verkleinern. Insgesamt zeigen die Solartechnologien das weitaus grösste Potenzial zur Minimierung der negativen Umwelteinwirkungen der Energieproduktion und dienen damit insbesondere der Vermeidung von CO₂-Emissionen.

RECYCLING UND ENTSORGUNG

Nach Ende ihrer Lebensdauer können die meisten in der Schweiz verbauten Photovoltaik-Module einfach recycelt werden. Das spart Energie sowie Kosten und verringert die Umweltbelastung. Die am weitesten ver-

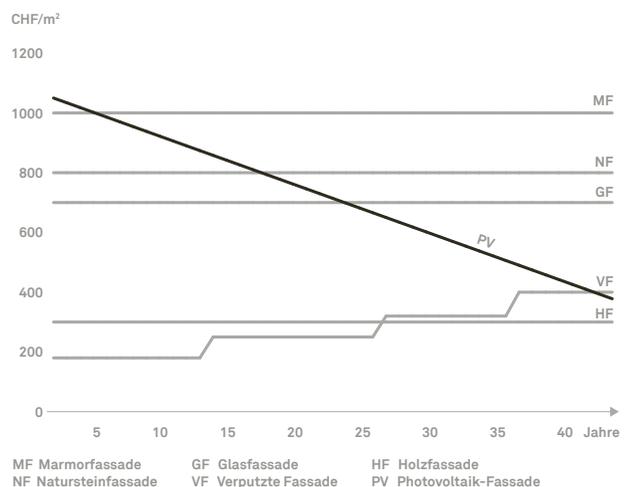
breiteten Photovoltaikmodule bestehen hauptsächlich aus Silizium, das technisch einfach wiedergewonnen werden kann. Für Solarzellen, die statt Silizium Cadmium oder andere Schwermetalle enthalten (CIS bzw. CIGS), gelten besondere Entsorgungsvorschriften und -prozesse. Unter der Marke SENS eRecycling hat sich eine Organisation etabliert, die gesamtschweizerisch ein Rücknahmesystem für elektrische und elektronische Geräte betreibt. Darunter fallen auch Solarmodule und Komponenten, die an den SENS-Sammelstellen abgegeben werden können. Hersteller oder Importeure, die keinem anerkannten Rücknahmesystem angeschlossen sind, müssen die spätere Entsorgung gewährleisten und finanzieren.

WEITERE INFOS

www.erecycling.ch

INVESTITION UND RENDITE

Die Investition für die Integration von Solartechnik in Dach und Gebäudehülle kann aufgrund der vielfältigen Gestaltungs- und Anwendungsmöglichkeiten stark variieren, weshalb sich die Erstellung einer projektbezogenen Kostenschätzung empfiehlt. Als Investition sollte nur die Zusatzinvestition im Vergleich zu einer konventionellen Fassadenlösung betrachtet werden. Diese Zusatzinvestition wird aus dem laufenden Erlös der verkauften Solarenergie und den Kosteneinsparungen infolge der niedrigeren Gestehungskosten des Stroms im Eigenverbrauch amortisiert. Die Zusatzkosten der Photovoltaik zu einer herkömmlichen Glasfassade betragen rund 300–400 CHF/m². Bei einfach gestalteten Anlagen kann sich die Zusatzinvestition bereits nach 15 Jahren amortisieren, bei aufwendigeren Anlagen dauert es entsprechend länger. Die garantierte Lebensdauer von Systemen beträgt 25 Jahre, in der Praxis ist sie weitaus länger. Somit wird es möglich, auf Solar-Zusatzinvestitionen eine Rendite zu erzielen. Ausserdem ist die Investition in die eigene Stromproduktion und den Eigenstromverbrauch eine Absicherung gegen steigende Energiekosten.



KOSTENVERGLEICH FASSADENTYPEN

3/4**GROSSPETER TOWER BASEL, 2017**

ARCHITEKTUR—Burckhardt+Partner AG, Basel
BAUHERRSCHAFT—PSP Real Estate AG, Zürich
PRODUKT—NICE Solar Energy, Schwäbisch Hall (D)
SOLARPLANER—energiebüro AG, Zürich
SOLARUNTERNEHMER—Planeco GmbH, Münchenstein
FOTOGRAPHIE—Adriano A. Biondo

7/8**WOHNHAUS SOLARIS, ZÜRICH 2017**

ARCHITEKTUR—huggenbergerfries Architekten AG ETH SIA BSA, Zürich
BAUHERRSCHAFT—hbf futur AG, Zürich
PRODUKT—ertex solartechnik GmbH, Amstetten
FORSCHUNGSPARTNER—Hochschule Luzern / CC
Envelopes & Solar Energy
FACHPLANER SOLAR—sundesign GmbH, Stallikon
SOLARUNTERNEHMEN—Suntechnics Fabrisolar AG, Küsnacht
FASSADENPLANUNG—Gasser Fassadentechnik AG, St. Gallen
FOTOGRAPHIE—huggenbergerfries Architekten AG ETH SIA BSA

11/12**SOLARES DIREKTGEWINNHAUS, ZWEISIMMEN 2014**

ARCHITEKTUR—n11 Architekten, Zweisimmen
BAUHERRSCHAFT—Privat
PRODUKT—Solardach SUNSTYLE®, Ostermundigen
FACHPLANER—Energiebüro Hanimann, Zweisimmen;
Pfleger Stöckli Architekten, Chur
FOTOGRAPHIE—Katharina Wernli Photography

15/16**HAUS SCHNELLER BADER, TAMINS 2016**

ARCHITEKTUR—Bearth & Deplazes Architekten |
Valentin Bearth – Andrea Deplazes – Daniel Ladner, Chur
BAUHERRSCHAFT—Georgina Schneller und Sascha Bader
PRODUKT—3S Solar Plus AG, Gwatt
SOLARUNTERNEHMEN—Bouygues E&S InTec Schweiz AG,
Geschäftseinheit Helion, Zuchwil
FOTOGRAPHIE—Juan Rodriguez

19/20**MFH HOFWIESEN-ROTHSTRASSE, ZÜRICH 2016**

ARCHITEKTUR—Viridén + Partner AG, Zürich
BAUHERRSCHAFT—Privat
NUTZUNG UND INVESTORIN SOLARFASSADE—EcoRenova AG, Zürich
PRODUKT—WINAICO
SYSTEMANBIETER—GFT Fassaden AG, St. Gallen
BIPV PLANUNG UND REALISATION—Diethelm Fassadenbau AG,
Hermetschwil
LASTMANAGEMENT—e4plus AG, Kriens
FOTOGRAPHIE—Nina Mann Fotografie, Zürich

25/26**KIRCHE UND GEMEINDEZENTRUM,
RIF-TAXACH (A) 2013**

ARCHITEKTUR—Walter Klasz, St. Sigmund
BAUHERRSCHAFT—Römisch-katholische Kirche zum seligen Albrecht
GENERALPLANER—Paul Schweizer mit Martin Embacher, Salzburg
FOTOGRAPHIE—Andrew Phelps

29/30**HOF 8, WEIKERSHEIM (D) 2014**

ARCHITEKTUR—Architekturbüro Klärle, Rolf Klärle
Dipl.-Ing. freier Architekt BDA, Bad Mergentheim (D)
BAUHERRSCHAFT—Prof. Dr. Martina Klärle und Andreas Fischer-Klärle
PRODUKT—Trina Solar, Aschheim/München (D)
FOTOGRAPHIE—Brigida Gonzales

33/34**APARTMENTHAUS, ZÜRICH-SCHWAMENDINGEN 2017**

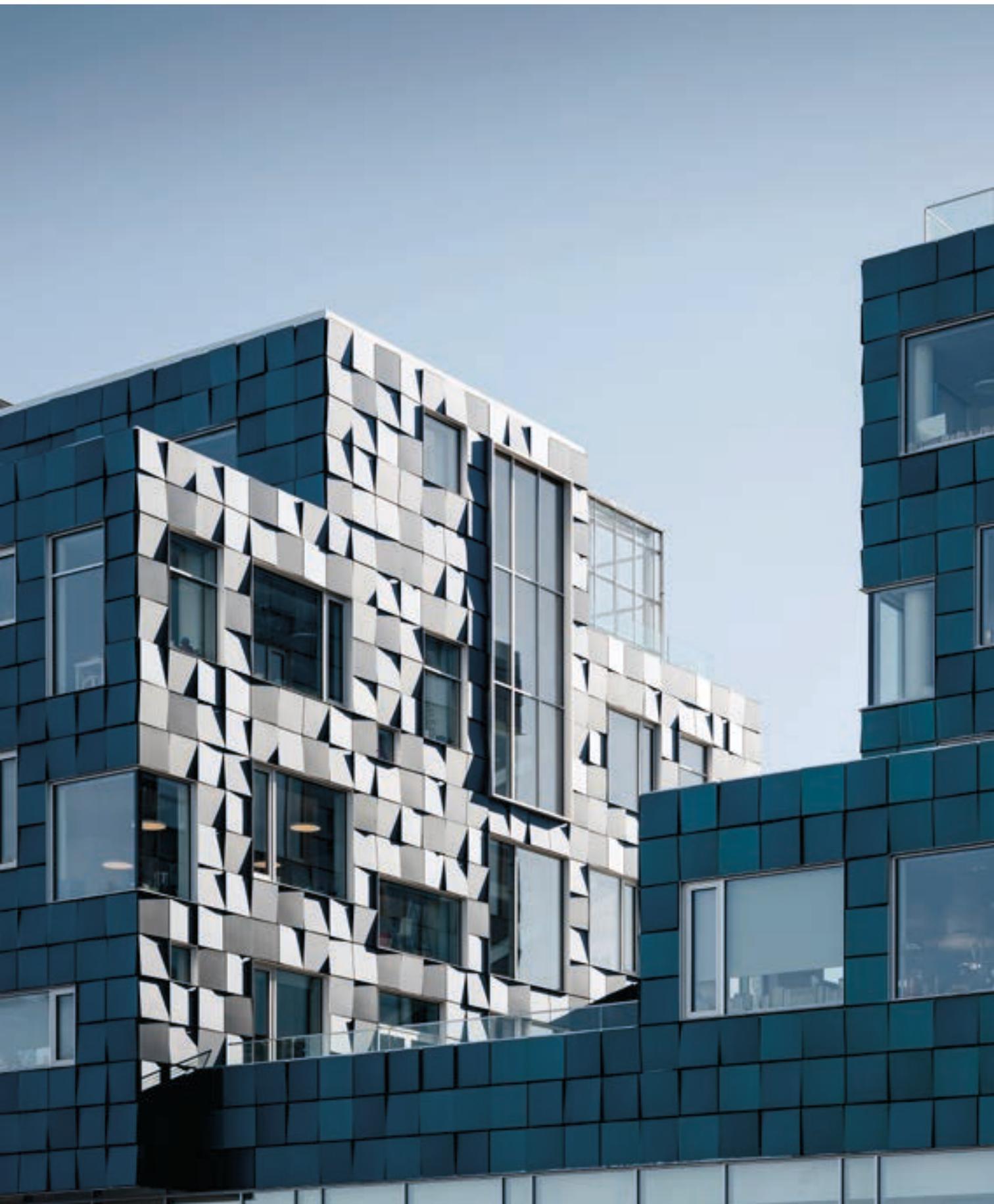
ARCHITEKTUR—kämpfen für architektur AG, Zürich
BAUHERRSCHAFT—Privat
PRODUKT—DOMA FLEX Grossflächenkollektor mit
Kromatix-Spezialverglasung
HLK-INGENIEUR—Naef Energietechnik, Zürich
ENERGIE-SPEZIALIST—Edelmann Energie, Zürich
FOTOGRAPHIE—Andreas Hekler

37/38**MEHRFAMILIENHAUS MIT ENERGIEZUKUNFT,
ZÜRICH 2017**

Ein Projekt der Umwelt Arena Schweiz in Zusammenarbeit
mit René Schmid Architekten AG, Zürich
PRODUKT—PVP Photovoltaik, Wies (A),
Vertrieb CH: Stephan Kobler, Wollerau
FACHPLANER MONTAGESYSTEM—René Schmid Architekten AG
FACHPLANER ELEKTRO—BE Netz, Ebikon
INSTALLATION—Max Vogelsang Holzbau AG, Wohlen

41/42**COPENHAGEN INTERNATIONAL SCHOOL,
KOPENHAGEN (DK) 2017**

ARCHITEKTUR—C.F. Møller Architects
Aarhus • Copenhagen • Aalborg • Oslo • Stockholm • London
BAUHERRSCHAFT—Property Foundation Copenhagen
International School (ECIS)
PRODUKT—Emirates Insolaire, Dubai. Ein Joint-Venture von
SwissINSO (EPFL-Spin-off) und Emirates Glass
FOTOGRAPHIE—Adam Mørk



COPENHAGEN INTERNATIONAL SCHOOL, KOPENHAGEN (DK) 2017

C.F. Møller Architects Aarhus • Copenhagen • Aalborg • Oslo • Stockholm • London



