

energytech.at

[energy technology austria]

*Die Internet-Plattform für
innovative Energietechnologien
in den Bereichen
Erneuerbare Energieträger
und Energieeffizienz*

<http://energytech.at>

Gebäudeintegrierte Photovoltaik


arsenal research
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers.

bmvit
Bundesministerium für
Verkehr, Innovation und
Technologie

energytech.at

Gebäudeintegrierte Photovoltaik

EINLEITUNG, MOTIVATION

Bereits seit der Erdölkrise in den siebziger Jahren arbeiten Ingenieure, Planer und Architekten an der Entwicklung von Konzepten und konstruktiven Lösungen für den effizienten Umgang mit benötigter Energie in Gebäuden. Insbesondere die Strahlungsenergie der Sonne trägt vor Ort dazu bei, möglichst energieeffiziente Gebäude (z.B. Niedrigenergie- oder Passivhäuser, etc.) zu errichten und die restliche im Gebäude benötigte Energie aus erneuerbaren Quellen (z.B. Solarwärme, Solarstrom) zu decken. Aktuell ist der bestehende Gebäudebereich für ca. 1/3 des Energiebedarfes in Europa verantwortlich, aber er bietet auch genügend Möglichkeiten um nötige Reduktionen (Kyotoziele, EU-Ziele) erreichen zu können.

Die gestalterischen und konstruktiven Einbindungsmöglichkeiten von aktiven Solarenergieelementen (Solarwärme und Solarstrom) entwickeln sich zu einer allgemeinen Bauaufgabe, welche auch ein Lösen von bisher gängigen Planungsabläufen oder Gestaltungsvorstellungen beinhalten.

Die aktuell wahrscheinlich interessanteste und vielseitigste Einbindungsmöglichkeit in das Gebäude bietet die Photovoltaik (PV). PV Anlagen genießen wegen der optischen Präsenz und vielfachen Integrationsmöglichkeiten eine immer größer werdende Popularität am Gebäudesektor. Weiters bieten PV-Anlagen während des langjährigen Betriebes (25 Jahre) auf elegante Weise die Möglichkeit, direkt vor Ort und verbrauchernah, ohne Wartungsaufwand, ohne Rohstoffverbrauch, ohne Lärm oder Abgabe von Schadstoffen, Sonnenlicht in vielseitig verwendbare elektrische Energie umzuwandeln. Dieser Anzahl an Vorteilen für die Integration im Gebäudesektor stehen jedoch noch immer der Mangel an Kenntnissen und fundierten Fachinformationen über eine architektonisch sinnvolle Integration in Gebäuden sowie die verschiedenen Kostenaspekte gegenüber.

Die ersten Versuche, die auf dem Markt erhältlichen PV-Module in die Architektur einzufügen, erwiesen sich als teilweise schwierig, technisch unausgereift oder ästhetisch unbefriedigend. Des Öfteren wurde die optische Harmonie gewohnter Dach- oder Wandkonstruktionen gestört und sorgte deshalb bei allen Beteiligten am Bau für Skepsis oder Ablehnung. Eine Auseinandersetzung mit den Ursachen ergab, dass bei fundierter Informationsbasis und architektonisch ausgereifter Umsetzung, schon heute die am Markt weltweit erhältlichen PV-Systemkomponenten und das verfügbare technische Know-how der PV – Technologie ausreichen, um auch architektonisch und gestalterisch ansprechende PV Integration in die Gebäudehülle variantenreich umsetzen zu können (L 1).

Dieser Fachartikel bietet daher einen Überblick über relevante Aspekte bei der Nutzung gebäudeintegrierter Photovoltaik (GIPV) wie z.B. Vor- und Nachteile von Gebäudeintegration, der Gestaltungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen PV-Zellen, den am Markt verfügbaren Technologien und architektonischen Lösungen (z.B.: Fassaden oder Dachintegration) und andere wichtige technische, wirtschaftliche und ökologische Informationen. Unter GIPV wird in diesem Fachartikel nur die tatsächliche Einbindung von PV-Zellen in die Gebäudeaußenfläche verstanden – eine Aufständigung oder Anbringung von Anlagen auf Dächern zählt hier also nicht zur GIPV.

GRUNDLAGEN und ZELLENARTEN - GIPV

Vor- und Nachteile von gebäudeintegrierten Photovoltaikanlagen:

Neben den allgemeinen Vorteilen von PV – Anlagen wie,

- Nutzung einer unerschöpflichen und kostenlosen Energiequelle,
- kein Verbrauch von Brennstoff während der Nutzungsphase,
- Umweltfreundlichkeit (keine Abgase oder Abfälle bei Stromproduktion),
- Flexibilität,
- Unabhängigkeit von Infrastruktur,
- mechanische Verschleißfreiheit,
- geringer Wartungsaufwand oder
- Krisensicherheit

existieren spezielle Vorteile bei der Integration in die Gebäudehülle, wie:

- Kostbare Bodenfläche wird nicht benötigt
- Synergieeffekte durch Substitution von einzelnen Bauteilen durch GIPV – Komponenten (Kombination von Funktionen)
- Verringerung der Material- und Installationskosten (nur wenn PV-Technologie in bekannte und bereits standardisierte Baukomponenten (Dachziegel, Glas, etc..) integriert werden kann.
- Senkung des Primärenergieverbrauchs für Gebäude bei der Verwendung von multifunktionalen PV-Systemkomponenten (z.B. Glas mit durchsichtigen PV-Zellen)
- Architektonische Gestaltungsmöglichkeiten
- Verringerung des laufenden Energiebedarfes durch die richtige Verwendung von PV-Zellen (z.B. als Sonnenschutz)

Als Nachteile von GIPV lassen sich folgende Aspekte anführen:

- Abhängigkeit von der Sonne (fluktuierende Energielieferung)
- Gleichstromproduktion (Wechselrichter für Umwandlung in Wechselstrom wird bei Netzanschluss benötigt → Verluste)
- Verletzlichkeit gegenüber Vandalismus
- Hohe Anfangsinvestitionen

Der Einsatz von GIPV bietet verschiedenste Gestaltungsmöglichkeiten für den Planer und Architekten. Es beginnt bei den vielfältigen Zellformen, -größen und -farben und wird über die unterschiedlichen Modulgrößen, -formen und Zellbelegungsichten abgerundet.

Die verschiedenen Zellenarten bestehen aus Halbleitermaterialien wie Silizium, jedoch befinden sich einige andere Materialien, oder Kombinationen aus verschiedenen Materialien in Verwendung oder im Forschungsstadium, mit denen in Zukunft neue Zellen hergestellt werden sollen.

Grundsätzlich unterteilt man Zellen nach ihrem Aussehen und den Herstellungsprozesse in kristalline Siliziumzellen und Dünnschichtzellen:

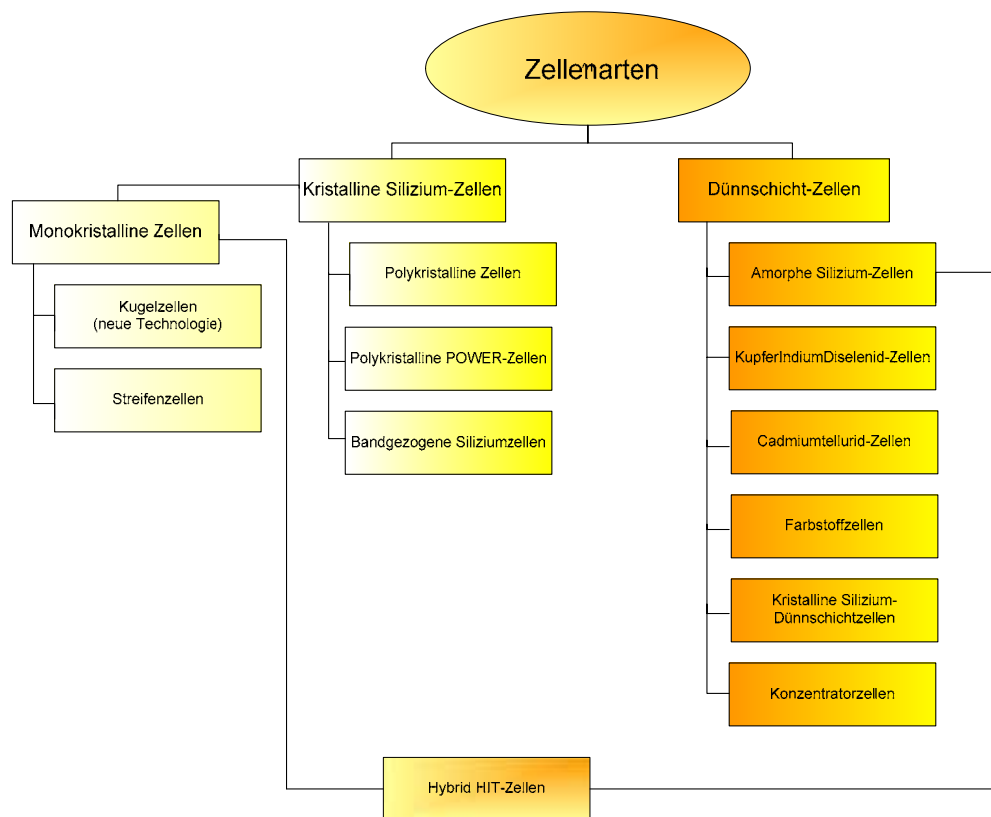


Abbildung 1: Zellenarten

Bereits am österreichischen Markt etabliert sind folgende Zellenarten (L 4):

- Monokristalline Zellen (ca. 30%)
- Polykristalline Zellen (ca. 60%)
- Amorphe Silizium Dünnschicht Zellen, Kupfer Indium Diselenid Zellen, Cadmiumtellurid Zellen (ca. 10%)

Die Solarzellen werden in Gruppen miteinander verschaltet und in PV-Modulen zusammengefasst. Die PV-Module sind die Grundbausteine eines PV-Generators. Ziel ist es, die Module technisch und gestalterisch in ansprechender Weise in die Gebäudehülle bzw. Komponenten zu integrieren und gleichzeitig auch für andere Aufgaben nutzbar zu machen.

Kundenspezifisch angefertigte PV- Module (innerhalb der technischen Grenzen) bieten dem Architekten ein großes Maß an Gestaltungsfreiheit. Für kostengünstige Anlagen und eine breite Anwendung ist allerdings eine Integration der PV-Module in Standardbaukomponenten (wie Sonnenschutzsystemen, Dachelementen oder Fassadenelement) notwendig.

Die Photovoltaik hat sich bereits zu einer echten Alternative zu herkömmlichen Fassadenverkleidungen und Dachelementen entwickelt. Zahlreiche Möglichkeiten, von der zusammenhängenden, großformatigen Fläche bis zu kleinteiligen Fläche (z.B. in Dachziegeln) sind denkbar. Die PV-Anlagen lassen sich durch frühzeitige Planung schon im Entwurf in ein abgestimmtes Gesamtkonzept integrieren.

ANSÄTZE für GIPV

Weltweit gibt es unterschiedliche Ansätze für die Integration von PV Anlagen in Gebäude. Die unterschiedlichen Ansätze lassen sich in vier unterschiedliche Kategorien zur baukonstruktiven Integration von PV-Anlagen in Gebäude zusammenfassen. Diese Kategorien existieren nebeneinander, und sind Ansatz für die Weiterentwicklungen auf diesem Gebiet.

Integration durch Addition der PV:

Bei dieser Art wird ein Generator als zusätzliches Element an der Gebäudehülle angebracht. Zum Einsatz kommt diese Methode bei bereits bestehenden Gebäuden, also hauptsächlich in der Sanierung. Es müssen dabei keine wesentlichen Veränderungen an der Gebäudehülle vorgenommen werden, ein typischer Vertreter ist die Dachaufständigung. Diese Art gehört jedoch nicht direkt zur Gebäudeintegration und wird daher nicht näher behandelt.

Konstruktive Integration der PV:

Bei den drei anderen Ansätzen wird ein PV-Modul als Ersatz eines konventionellen Dachdeckungsmaterial oder anderer Baukomponenten eingesetzt. Diese Ansätze sind langfristig gesehen kostengünstiger, gestalterisch interessanter und Ressourcen schonender. Man unterscheidet dabei:

PV in konventionellen Baumaterialien:

Seit längerem wird versucht PV-Module an bestehende konventionelle Baumaterialien wie Dachziegel oder Wandverkleidungen in ihrer Größe und Form anzupassen, um diese als einheitliches Element herstellen zu können. Ein Vorteil ist, dass die Befestigungstechnik und Unterkonstruktion unverändert bleibt.

Bei Neubauten und Sanierungen lassen sich Verkleidungsmaterialien mit integrierter PV in ebene Teilflächen sehr gut verwirklichen. Die zumeist sehr geringen Abmessungen bringen aus elektrotechnischer Sicht bei der Zusammenschaltung zu größeren Flächen allerdings höhere elektrische Verluste mit sich.

Leider bieten die verschiedenen PV-Systeme keine Lösungen für Sonderdetails

PV Integration in vorgefertigte Bauteile:

Aufgrund des Rationalisierungsdruckes und der steigenden Baukosten in den letzten Jahren werden immer mehr Bauteile vorgefertigt an die Baustellen geliefert und müssen dort nur mehr noch zusammengebaut werden. Die Vorteile liegen in der Möglichkeit der Massenproduktion, womit sich für den Verbraucher eine Kostenreduktion ergibt. Die Vormontage kann witterungsunabhängig durchgeführt werden und ermöglicht damit eine Reduktion der möglichen Fehlerquellen. Ein Nachteil

ist, dass das Design einer modularen Bauweise folgen muss, damit es zu keinen Konflikten an Kanten oder den Übergängen des Gebäudes kommt.

PV als Teil individueller und multifunktionaler Gesamtlösungen:

Komplexe, repräsentative Gebäude wie Hochhäuser oder Verwaltungsbauten benötigen und ermöglichen andere Lösungskonzepte. Bei dieser Art der Verwendung ist es relevant, dass PV-Module nicht nur Strom erzeugen können sondern auch andere Funktionen (z.B.: integrierter Sonnenschutz bei fassadenintegrierten Modulen, Reflektor zur Tageslichtmodulation, etc.) erfüllen. Diese Technologieentwicklung läuft darauf hinaus, das gebäudeintegrierte Bauteile immer mehr in der Lage sein werden Umwelteinflüsse und bestimmte Nutzeranforderungen wahrzunehmen und selbständig auf diese zu reagieren.

PV INTEGRATIONSMÖGLICHKEITEN IM GEBÄUDE

Abbildung 2 gibt einen Überblick über verschiedene Integrationsmöglichkeiten von Photovoltaik in Gebäuden.



Abbildung 2: Möglichkeiten der Gebäudeintegration

PV Integration in Schrägdächer:

Schrägdächer bieten sehr gute Möglichkeiten für die Integration von PV-Modulen an, weil sie

- in der Regel keiner zusätzlichen Nutzung dienen,
- für Österreichische Breitengrade oftmals bereits eine zur Sonne hin vorteilhaft geneigte Fläche anbieten und
- die exponierte Lage vielfach die einzige Möglichkeit ist, einen ungehinderten Zugang zu Sonnenlicht zu sichern (im speziellen in Städten mit dichter Bebauungsstruktur).

Die häufigste PV-Konstruktion bei Schrägdächern ist die Auf-Dach-Montage, bei der Standardmodule durch die intakte Dachhaut hindurch an der tragenden Konstruktion verankert werden. Dichtigkeitsaspekte können dadurch nicht immer zufrieden stellend gelöst werden. Komplizierte Abdichtungsdetails können vermieden werden, wenn voneinander getrennte Flächen (PV / Konventionelle Dachdeckung) verwendet werden. Neue Techniken integrieren daher den PV-Generator in die Dachhaut. Für den Ersatz/Integration von PV - Zellen in Schrägdächern eignen sich Dachziegel, Dachsteine, Faserzementplatten, Metalldachdeckungen und Bitumenschindeln.

Bei Schrägdächern sind wesentliche Veränderungen an Dachkonstruktionen meist nicht erforderlich, da PV-Module über eine geringe Bautiefe und ein geringes Flächengewicht verfügen. Wenn eine belüftete Luftschicht in den Dachaufbau integriert ist spricht man von einer Kaltdachkonstruktion, die sich aufgrund des möglichen Abtransportes von Wärme von der Hinterfläche der Zelle und der damit verbundenen Wirkungsgradsteigerung, besser für die Einbindung von PV eignet.



Abbildung 3: Montage Schägdach – PV - Anlage, Österreich; Quelle: arsenal research)

PV Integration in Oberlichten:

Oberlichten existieren in der Form von Scheds, Lichtbändern, Firstlaternen, Lichtkuppeln und großen Einzelöffnungen. Sie dienen dazu Tageslicht auch in Räume zu bringen, bei denen Seitenlicheinfall aus technischen Gründen nicht möglich ist.

Oberlichten mit PV sind hauptsächlich Tageslichtelemente, und im Speziellen ist auf die Beschattung einzelner Oberlichten durch benachbarte Oberlichten zu achten.

Bei flachen Anordnungen von Oberlichten können semitransparente PV-Module dazu beitragen, eine Überhitzung und Blendung durch Sonnenlicht in den darunter liegenden Räumen zu vermeiden.

Dächer werden bevorzugt bei benötigtem blendfreiem Nordlicht eingesetzt, hier bieten sich also hauptsächlich die gegen Süden geneigten lichtundurchlässigen Flächen als Flächen für PV-Module an.

Lichtbänder mit horizontaler Lichtöffnung benutzen den gesamten Himmel als Lichtquelle. Eine Integration von PV-Modulen wird vor allem semitransparent im Bereich der Südausrichtung ausgeführt. Die Module bieten Blend- und Überhitzungsschutz, tragen aber auch zu einer asymmetrischen Leuchtdichteverteilung bei (ähnlich dem Dach).

Firstlaternen sind zwei sich gegenüberstehende transparente Glasflächen die durch ein opakes Dach miteinander verbunden werden. Hier bietet sich für Mitteleuropa die Nutzung der asymmetrisch ausgebildeten lichtundurchlässigen Seite der Dachlaterne an (→ Keine Beeinflussung der Tageslichtfunktion).

Lichtkuppeln bauen auf einem Dachausschnitt auf und werden z.B. durch prisma- oder pyramidenförmigen Abdeckungen verschlossen. Abdeckungen sind oft zweiachsig gekrümmt und sind kaum für die PV-Integration geeignet.

Einzelöffnungen bieten die Möglichkeit witterungsgeschützt mit der Außenwelt in Kontakt zu treten. Sie werden oft für zentral genutzte Flächen, wie Erschließungsflächen oder Atrien eingesetzt. Nach Süden ausgerichtete Flächen bieten vorteilhafte Möglichkeiten für den Einsatz von PV. Semitransparente Zellen oder bewegliche externe PV-Sonnenschutzlamellen können hier zusätzlich zur Stromnutzung die gewünschte Schutzfunktion übernehmen.



Abbildung 4: Oberlichte Universität Southampton, Großbritannien; Quelle: arsenal research

PV Integration in Flachdächer:

Flachdächer sind große ununterbrochene Fläche und bieten die Möglichkeit für eine optimale Auswahl der Orientierung und Neigung, sowie einer preisgünstigen Montage, aber auch Wartung von PV Anlagen. In diesem Fachartikel werden Aufständereien oder Aufbauten auf Grund des geringen „Gebäudeintegrationsgrades“ nicht ausführlicher behandelt.

PV Integration in Außenwände /Brüstungen:

Außenwände bilden den größten Teil der Gebäudehülle und sind zumeist für keine andere Nutzung vorgesehen und aufgrund ihrer Sichtbarkeit besonders für gestalterische Überlegungen geeignet. Die zumeist senkrechten Anordnungen dieser Wandflächen bieten keine günstigen Einstrahlungsbedingungen für eine PV-Stromproduktion (nur ca. 70% Ertrag in Vergleich zu schräg ausgerichteten Flächen). Durch besonders einfache und Kosten sparende Integrationsweisen oder aber auch durch die Werbewirkung / Imagefunktion können diese Nachteile ausgeglichen werden . Neben der Integration durch Addition soll hier besonders die Integration der PV durch Ersatz

konventioneller Wandmaterialien beschrieben werden. Der Ersatz ist nur sinnvoll, wenn gewährleistet ist dass die Wand

- modular aufgebaut ist,
- eine Demontage leicht zulässt,
- eine Hinterlüftung der Module erlaubt und
- keine mechanischen Kräfte auf die Module weitergeleitet werden.

Daraus ergibt sich, dass hauptsächlich nur mehrschalige Wandkonstruktionen mit einer hinterlüfteten Außenwandverkleidung aus vorgehängten modularen und austauschbaren Elementen verwendbar sind. Die Elemente müssen die Schutzfunktionen der Außenschicht, wie z.B. Witterungsschutz übernehmen. Materialien für Außenwände, welche sich für die Integration mit PV Zellen eignen sind Ziegel, Faserzement, Natursteine, Metalle, Glas, Kunststoffe, wenn diese hinterlüftet und über eine Metallunterkonstruktion und Halterungsklammern befestigt sind.



Abbildung 5: Bild Firma Trop, Österreich Quelle: ATB Becker

PV Integration in Glasfassaden:

Glasfassaden bieten ein sehr interessantes Anwendungsfeld für die Integration von PV, da sie eine ähnliche Struktur besitzen, der modulare Aufbau den Einsatz von Standardmodulen erlaubt und sich die Elemente im Aussehen ähneln.

Der Einsatz von multifunktionellen Isolierglaselementen, die neben einer solaren Stromproduktion auch noch zusätzliche Anforderungen wie z.B. Brandschutz, Wärmeschutz oder Schallschutz erfüllen können, ermöglicht den breiten Einsatz in Gebäuden. Semitransparente PV-Glasmodule bieten sich für diesen Einsatz an. Auch eine auf die PV-Nutzung abgestimmte Raumzuordnung kann weitere Flächen für PV-Glasmodule schaffen. Des Weiteren können semitransparente Module auch die Überhitzung des Gebäudes verhindern

Komponenten für eine PV-Integration in Glasfassaden stellen daher gestalterisch und funktionsmäßig eine der überzeugendsten Lösungen für eine Nutzung der PV am Gebäude dar. Insbesondere bei modernen Gebäuden mit aufwändigen Glasfassadenkonstruktionen stellt die Integration von PV eine Möglichkeit dar, innovative Technologie und ökologisches Energiebewusstsein unter geringen

Zusatzkosten darzustellen, da mit den PV-Modulen herkömmliche Fassadenelemente ersetzt werden können.



Abbildung 6: Liftstation Kriegerhorn, Österreich Quelle: ATB Becker

PV Integration in Sonnenschutztechniken

Aktuell werden Gebäudeflächen immer öfter mit großen Fensteröffnungen, Glasvorhangfassaden, Atriumdächern oder anderen Glaskonstruktionen ausgeführt.

Die Vorteile von großen verglasten Öffnungen sind neben der besseren Tageslichtnutzung und dem uneingeschränkten Blick nach draußen auch in den großzügig wirkenden Räumen zu finden. Nachteile können sich durch mögliche Blendung und Überhitzung des Gebäudes ergeben. Um den Energiebedarf für die dadurch benötigte Klimatisierung zu verhindern oder zu verringern werden Sonnenschutzsysteme eingesetzt. Es existieren drei Möglichkeiten Sonnenschutzsysteme mit PV zu verbinden. **Feststehende Sonnenschutzsysteme** mit PV haben weniger Wartungsaufwand und sind sehr gut für PV-Integration geeignet, allerdings ist ihre Wirkung nur auf festgelegte Zeitabschnitte begrenzt und von dem Einstrahlungswinkel der Sonne abhängig. Gegen Blendung durch die Wintersonne ist ein Blendschutz notwendig. **Bewegliche Sonnenschutzsysteme** mit PV bieten über einen längeren Tageszeitraum einen effektiven Sonnenschutz und können auch an eine optimale Stromproduktion angepasst werden. Eine regelmäßige Wartung (Zugänglichkeit der Teile) ist notwendig. Die Systeme müssen hohen Windbelastungen standhalten können. **Kombinierte Sonnenschutzsysteme** können die Vorteile von feststehenden und beweglichen Systemen vereinen, sind aber für die PV Integration auf Grund der Gefahr von Eigenverschattung bisher wenig geeignet.



Abbildung 7: Terrassenüberdachung, Saxen, OÖ; Quelle: ertex solar

PLANUNGSGRUNDLAGEN

Einige Grundsätze zur Integration von Photovoltaik-Elementen müssen bei der Planung beachtet werden um optimale Energieerträge und eine bestmögliche Wirtschaftlichkeit der Anlage zu erreichen.

Planungsverantwortlichkeit und Festlegung des Energiebedarfs: In Zukunft sollte schon zu Beginn der Gebäudeplanung, unter Beachtung der PV, ein energietechnisches Gesamtkonzept für ein Bauprojekt entwickelt werden, weil der Energiebedarf für ein Gebäude bereits in der Entwurfsphase wesentlich beeinflusst wird (Siehe Abbildung 8)

Neukonzeption eines Gebäudes:
Primäre Planungsverantwortlichkeit und Festlegung des Energiebedarfs

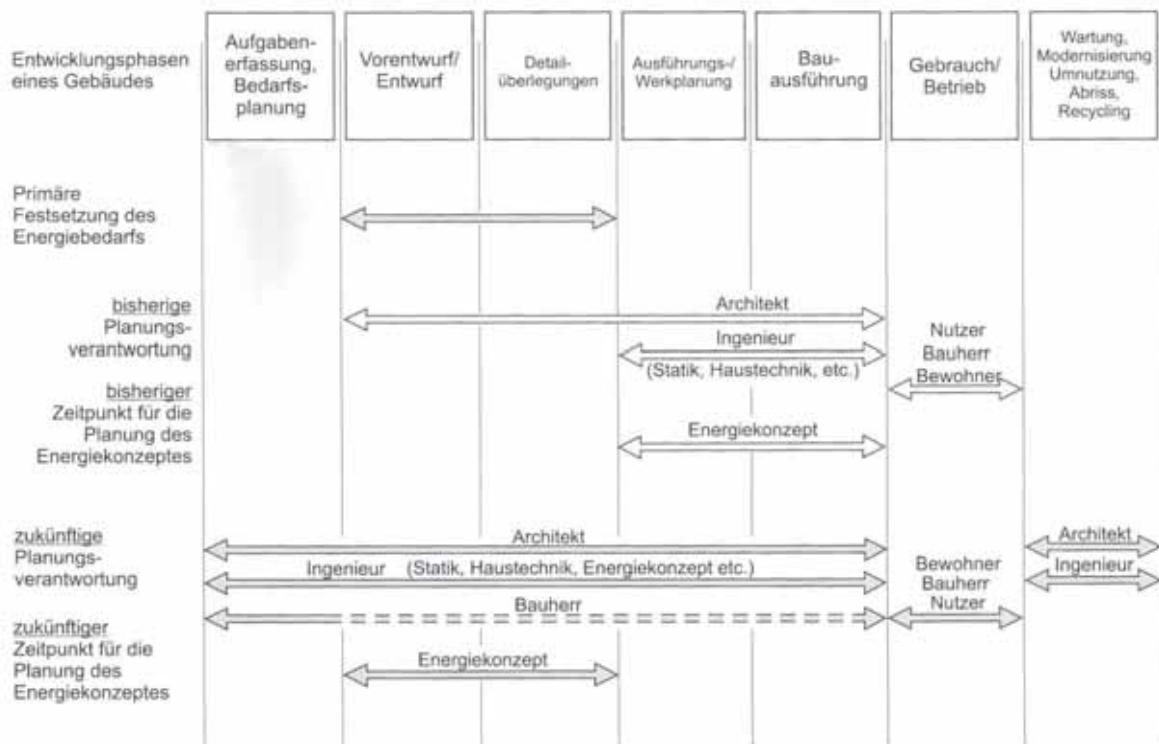


Abbildung 8: Primäre Planungsverantwortlichkeit

Wahl der Integrationsform und des Winkels: grundsätzlich können gute bis sehr gute Erträge auch bei geringfügigen Abweichungen vom idealen Neigungswinkel ($\sim 28^\circ$) der Photovoltaikmodule und idealen Ausrichtung (0° Süden) des entsprechenden Standortes erzielt werden (L 3). Damit konzentriert man sich also nicht allein auf den Spitzenertrag den man bei hoch stehender sommerlicher Mittagssonne erzielen könnte, sondern berücksichtigt auch die tief stehende Winter Sonne. Bei einer Integration in die Fassade (mit einem Neigungswinkel der PV-Module von beispielsweise 90°) liegt eine wesentlich geringere Einstrahlung vor. Dachintegration ist daher generell positiver für die zu erzielenden Jahreserträge zu bewerten, da auch meist das gesamte Himmelsgewölbe für die Stromerzeugung zur Verfügung steht.

Verschattungen: Verschattungen der Photovoltaikmodule durch nebenstehende Gebäude, Vegetation, oder die Konstruktion des Gebäudes selbst bzw. durch die PV-Konstruktion (PV Module, Schnee, Lauf, Staub und Schmutz, etc.) sind unbedingt zu vermeiden, da bereits geringe Teilverschattungen der Zellen zu einer wesentlichen Verminderung des Gesamtertrages der Anlage führen können. Die Verschattung auch nur einiger kristalliner Zellen kann je nach Art der Verschattung des betreffenden Moduls eine Leistungsreduktion von bis zu 80% bewirken (L 1). Verschattungen durch Nachbarbebauungen oder Vegetation können mittels geeigneter Simulationssoftware entsprechend der tages- und jahreszeitlichen Sonnenstandes bei der Planung berücksichtigt werden.

Farbe der PV-Zellen: PV-Zellen können heutzutage in vielen verschiedenen Farben hergestellt (durch Ätzen, Sandstrahlen oder farbige Folien) werden und bieten damit insbesondere für Architekten eine große Auswahl an Integrationsmöglichkeiten. Die Farbe ist allerdings ein wichtiges Kriterium für den erzielten spezifischen Jahresertrag. Dunkle (Schwarz, Blau) Solarzellen erzielen in der Regel bessere energetische Ergebnisse als helle (z.B. Hellblau, Orange).

Nachgeführte Anlagen: Einachsige bzw. Zweiachsige dem Sonnenstand nach geführte PV-Systeme erzielen grundsätzlich höhere Erträge (ca. 15% bis 25%) als fix installierte Photovoltaikanlagen – haben allerdings im allgemeinen einen höheren Konstruktionsaufwand und damit höhere Investitionskosten, einen Energiebedarf für die Ausrichtung der Anlage und einen höheren Wartungsaufwand.

Qualitätsaspekte von PV-Modulen und Installationen: Offiziell geprüfte und zertifizierte PV-Module (in Österreich z.B. durch arsenal research) bieten Konsumenten die Sicherheit, dass die Herstellerangaben von einer unabhängigen Stelle unter Standard-Test-Bedingungen überprüft wurden. Die Installation selbst sollte von erfahrenem und speziell für PV Anlagen geschultem Fachpersonal durchgeführt werden.

Anordnung der Anlagen: Durch eine bestmögliche Anordnung der verwendeten Flächen können Leitungsverluste minimiert und Kosten eingespart werden.

Wechselrichter: Primäre Aufgabe des Wechselrichters (WR) ist es den vom Solargenerator erzeugten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umzuwandeln. In der Vergangenheit wurden hauptsächlich zentrale Wechselrichter für GIPV verwendet. Bei zentralen Wechselrichtern wird die gesamte vom Solargenerator erzeugte Leistung über ein Gerät umgewandelt. Der Vorteil dabei ist, dass Wartung und Kontrolle nur bei einem Gerät durchgeführt werden müssen. Nachteile sind die Nichtmodularität (keine Erweiterungsmöglichkeit) und die Auswirkungen von Teilabschaltungen und unterschiedlichen Einstrahlungsverhältnissen (das schlechteste Glied in der Kette bestimmt das Gesamtsystem). Darüber hinaus bricht bei Ausfall des WR das gesamte System zusammen.. Andere Wechselrichterkonzepte (Kombinationen aus mehreren Wechselrichtern wie z.B. im Master / Slave Modus, Strangwechselrichter, Modulintegrierte Wechselrichter) bieten Möglichkeiten, diese Nachteile zu verringern. Anzumerken ist, dass bei der Verwendung von modulintegrierten Wechselrichtern in der Gebäudeintegration die Wartung sehr schwierig ist.

AKTUELLE ENTWICKLUNG UND FORSCHUNG

Wichtige Faktoren für den zukünftig verstärkten Einsatz der Photovoltaik in der Architektur sind:

- Verstärkte Standardisierung von Komponenten, wie Modulen, Netzanschluss und mechanischer Einbindung
- Verstärkter Know-how Transfer zu Bauträgern und Investoren, Ausbildungen für Architekten, Planer und Installateure
- Erhöhung der Anzahl von innovativen Demonstrationsgebäuden
- Gezielte finanzielle Unterstützung für den Einbau von GIPV
- Entwicklung von Modulen, die den besonderen Bedürfnissen der GI entsprechen
- Verbesserung der Effizienz von Zellen und Modulen, um langfristig eine größere Rentabilität zu erzielen
- Reduktion der Herstellungskosten der PV-Module und Systemkomponenten
- Erkennung und Vermeidung von Verlustmechanismen speziell bei GIPV-Systemen zur Erzielung höherer Jahresenergieerträge
- Einfluss auf Wohnklima und Energieverbrauch des Hauses
- Verstärkung der Verwendung des Mehrfachnutzens der GIPV (Verschattungszwecke, architektonisch gestalterisches Element, etc.)

Beispiele für aktuelle Forschungsprojekte:

- PV-Enlargement: EU Projekt für die Unterstützung von GIPV Projekten und Vorzeigebispielen. Informationen unter www.pvenlargement.com
- Ecofys entwickelt eine „Europäische GIPV Roadmap“
- SARA: EU Projekt das die Umsetzung replizierbarer Gebäudekonzepte mit Integration erneuerbarer Energieträger fördert. Informationen unter www.sara-project.net
- Sunny research: Nachhaltiges Gebäude- und Energiekonzept für ein modernes Büro- und Gewerbegebäude, Projekt im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“. Informationen unter www.hausderzukunft.at/results.html?id=2782

ZUSAMMENFASSUNG und AUSBLICK

Die Photovoltaik hat sich bereits zu einer echten Alternative zu herkömmlichen Fassadenverkleidungen und Dachelementen entwickelt. Zahlreiche Möglichkeiten, von der zusammenhängenden, großformatigen Fläche (z.B. in Glas) bis zur kleinteiligen Fläche (z.B. in Dachziegeln) sind denkbar.

PV-Anlagen bieten viele Vorteile und lassen sich durch frühzeitige Planung schon im Entwurf in ein abgestimmtes Gesamtkonzept integrieren und damit Kosten sparen. Besondere Chancen für Preissenkungen ergeben sich durch den parallel wirksamen Nutzen von in Gebäude integrierten

Photovoltaiksystemen (Isolierung, Beschattung, Kühlung, etc.) oder neuen Architektonischen Nutzungs- und Gestaltungsvarianten beim Errichten von Gebäuden (in Kombination mit neuen innovativen PV-Zellen und Modulen).

Eine Beeinflussung der Gestaltung und der Architektur von Gebäuden durch die Photovoltaik als Element des Gebäudes und sinnvolle Symbiose ist für die Zukunft zu erwarten.

Autoren: DI Andreas Lugmaier; DI Hubert Fechner, MAS; Gundula Tschernigg; arsenal research; 2006

LITERATURQUELLEN

L 1 Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik - Architektonische Integration der Photovoltaik in Gebäudehülle, Aachen, 2002 (<http://www.energytech.at/results.html/id4257>)

L 2 Becker, G. et al.: Building Integration – Symbiosis of Architecture and Photovoltaic, 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition in Paris, Conference Proceedings, 2004

L 3 Krawietz, S.: Gebäudeintegration von Photovoltaik (GIPV) in Europa. Dissertation, 2003 (<http://www.energytech.at/results.html/id4259>)

L 4 Faninger, G.: Alternativenergie in Österreich - Marktentwicklung 2004, Thermische Solarenergie, Photovoltaik und Wärmepumpen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 22/2005, (<http://www.energytech.at/results.html/id4020>)