



ERLÄUTERUNGEN ZUM VERGLEICH DACHINTEGRIERTER PHOTOVOLTAIK-SYSTEME

Das moderne Haus wird immer mehr zum Kraftwerk. Mit einer effizienten Solaranlage auf dem Dach kann mehr Energie produziert werden, als die Bewohner verbrauchen. Solaranlagen übernehmen zunehmend auch die Funktion der Dachdeckung. Energieproduzierende Deckmaterialien lassen sich bei entsprechender Planung wirtschaftlich optimal und ästhetisch ansprechend in den Baukörper integrieren.

Gebäudehülle Schweiz publiziert auf www.gh-schweiz.ch einen Vergleich dachintegrierter Photovoltaik-Systeme. Dieses Merkblatt liefert wertvolle Erläuterungen zum besseren Verständnis des Online-Vergleichs und unterstützt Gebäudehüllenspezialisten und Planer bei der Suche nach dem geeigneten System.

Inhalt

- 1 Normen und Richtlinien
- 2 Unterscheidung integrierter Systeme
- 3 Erläuterungen zu den deklarierten Daten
- 4 Verweis auf weiterführende Unterlagen

Die Angaben in diesem Merkblatt wurden von den technischen Kommissionen Steildach und Energie des Verbandes Gebäudehülle Schweiz zusammengestellt und überprüft.

Die Richtigkeit und Verantwortung der Daten liegt aber bei den Lieferanten, die uns die Daten in Selbstdeklaration zur Verfügung gestellt haben.

Die Datenblätter der einzelnen Systeme befinden sich im Extranet auf www.gh-schweiz.ch

Die Kriterien erlauben einen direkten Vergleich.

NORMEN UND RICHTLINIEN



1 Normen und Richtlinien

- SIA Norm 232.1

2.2.7.8 Werden Solaranlagen in der Funktion als Deckmaterial verwendet, so sind aufgrund von möglichen Einwirkungen bezüglich Wärme und Feuchte auf das Unterdach geeignete Schutzmassnahmen zu projektieren.

2.1.2.6 Haben Solarelemente die Funktion einer Deckung zu übernehmen, so sind deren Anforderungen zu erfüllen.

- Stand-der-Technik-Papier zu VKF, Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen, Brandschutzmerkblatt (Swissolar)

Schutzziel aus Brandschutzmerkblatt-VKF: Solaranlagen dürfen weder im Betrieb noch im Störfall zu einer unzulässigen Gefahrenquelle führen.

Lösungsansätze: Gebäudeintegrierte Solaranlagen sind vor feuergefährlichen Räumen (Heustock, Holzverarbeitende Betriebe usw.) abzutrennen.

In diesem Fall ist als Unterdachabdichtung oder zusätzlich z.B. eine Holzplatte als Unterlage oder eine Faserzementplatte geeignet.

In jedem Fall soll ein Unterdach in Kombination mit der PV-Eindeckung die Gesamtfunktion gewährleisten. Bei der Wahl des Unterdaches ist zu achten, dass dies den Anforderungen des Systemlieferanten der Photovoltaik entspricht.

2 Unterscheidung integrierter Systeme

Zur leichten Unterscheidung werden in diesem Merkblatt die Systeme in 3 Typen aufgeteilt:

- Typ 1:

Die Photovoltaik Module ersetzen das Deckmaterial komplett und übernehmen dessen Funktionen.

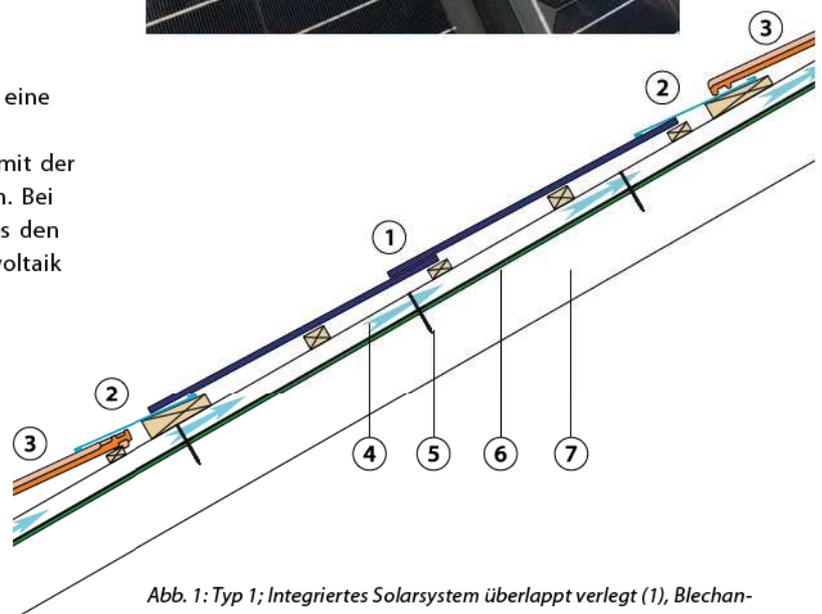
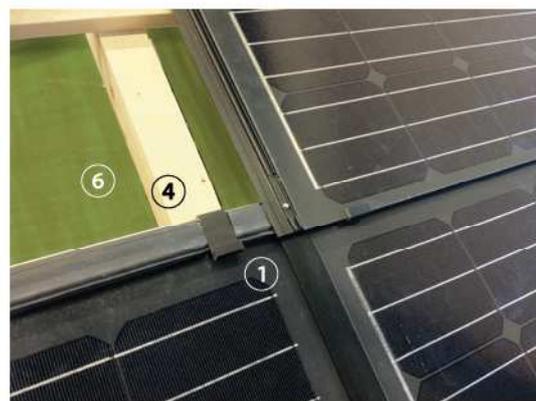


Abb. 1: Typ 1; Integriertes Solarsystem überlappt verlegt (1), Blechanschlüsse oben und unten (2), Dachdeckung mit Lattung (3), Lüftungsraum gebildet durch Konterlatte (4), Konterlattenbefestigung abgedichtet (5), Unterdach (6), Sparren (7)

UNTERSCHIEDUNG INTEGRIERTE SYSTEME



- **Typ 2:**
Das Deckmaterial bleibt bestehen und die Photovoltaik Module werden auf das Deckmaterial geklemmt, geschraubt oder geklebt.

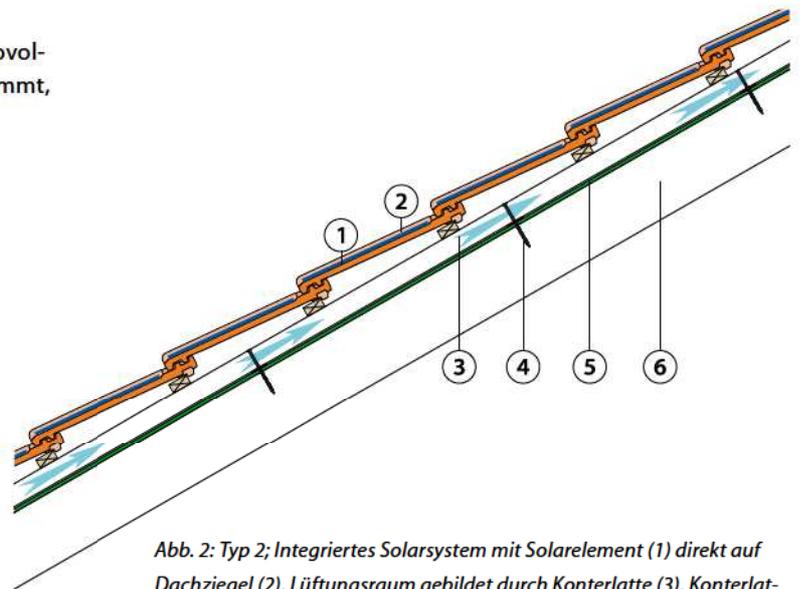


Abb. 2: Typ 2; Integriertes Solarsystem mit Solarelement (1) direkt auf Dachziegel (2), Lüftungsraum gebildet durch Konterlatte (3), Konterlattenbefestigung abgedichtet (4), Unterdach (5), Sparren (6)

- **Typ 3:**
Diese Systeme entsprechen nur äusserlich den Kriterien eines dachintegrierten Systems, da sie das Deckmaterial nicht überstehen.
Die Modulfläche weist offene (undichte) Stossfugen auf.
Das Meteorwasser wird über eine zusätzliche Deckung unter den Modulen abgeleitet.

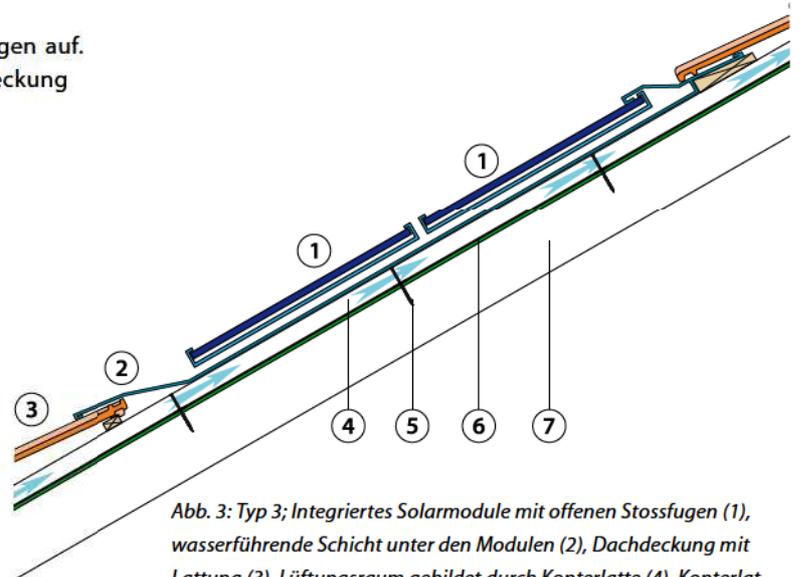


Abb. 3: Typ 3; Integriertes Solarmodule mit offenen Stossfugen (1), wasserführende Schicht unter den Modulen (2), Dachdeckung mit Lattung (3), Lüftungsraum gebildet durch Konterlatte (4), Konterlattenbefestigung abgedichtet (5), Unterdach (6), Sparren (7)

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN DEKLARIERTEN DATEN



3 Erläuterungen zu den deklarierten Daten

Die untenstehenden Punkte sind von den Systemlieferanten deklariert worden und sind im Extranet einsehbar. Zu den *markierten Punkten* folgt in diesem Merkblatt jeweils eine Erläuterung.

- Systemhersteller
- Schweizer Vertriebsadresse
- Markteinführung (Jahr)
- Planungsunterstützung durch Lieferant
- Systemschulung
- *Nutzbare Deckmaterialien*
- Bereich der Dachneigung von/bis
- Ausführung horizontale Stossfuge
- Ausführung vertikale Stossfuge
- *Montagezubehör*
- Farbe Unterkonstruktion/Rahmenprofile
- *Anforderung an Unterdach*
- *Systemgewicht (Modul + UK)*
- *Zelltechnologie*
- Standard-Modulgrösse mm
- *Sind Sondermasse erhältlich?*
- Befestigung der Module
- *Leitfähige Verbindung (Erde) im System möglich?*
- Strangkabelführung
- verwendbar bis Moduldruckfestigkeit Pa
- *verwendbar bis Windlast gem. SIA 261 Pa 3*
- *verwendbar bis Bezugshöhe h_0*
- *Systemstatik mit Gewährleistung*
- *Zertifikate / Bescheinigungen erhältlich*
- *Montagezeit h/kWp*
- bisher installierte Leistung
- Lieferfrist
- *Systemgarantie Jahre*
- *Leistungsgarantie Jahre*
- weitere Anmerkungen

Nutzbare Deckmaterialien

Die meisten auf dem Markt erhältlichen dachintegrierten PV-Systeme werden unabhängig vom Deckmaterial in einem separaten Feld eingebaut und die Übergänge mit Abschlussblechen an ein bestehendes Deckmaterial gelöst. (siehe Typ 1).

Es gibt aber auch Systeme, die speziell auf ein Deckmaterial abgestimmt sind. Die Modulfachweite wird in diesem Fall der Fachweite des Deckmaterials angepasst. Das Deckmaterial dient in einzelnen Fällen direkt als Aufnahme der PV-Module (siehe Typ 2).

Montagezubehör

Aufzählung aller Spezialkomponenten, die nebst den Modulen mitgeliefert werden z. B. Entwässerungsprofile, Haken, Bügel, Spezialschrauben usw.

Anforderung an Unterdach

Gemäss der technischen Kommissionen Steildach und Energie ist unter jeder Solaranlage, ob Solarwärme oder Photovoltaik, ein Unterdach zu erstellen. Bevorzugt sollen Unterdächer für erhöhte Anforderungen oder für ausserordentliche Anforderungen eingesetzt werden, da vermehrt mit Kondenswasser gerechnet werden muss.

Bei Folienunterdächer ist speziell darauf zu achten, dass die Folien bis mindestens 80 Grad thermisch stabil bleiben.

- **Unterdächer für normale Beanspruchung** müssen für frei abfließendes Wasser die Dichtigkeit gewährleisten. Beispiele: Platten- oder Folienunterdach geschuppt eingedeckt, Überlappungen sind weder geklebt noch geschweisst.
- **Unterdächer für erhöhte Beanspruchung** müssen gegen Stauwasser von 50 mm Stauhöhe dicht sein und sind unter anderem bei überlappend verlegter Deckung mit geringer Dachneigung, in rückstaugefährdeten Bereichen oder bei Dächern mit Kollektoren als Deckung, erforderlich. Beispiel: Folienunterdach, Überlappung geklebt oder aufgetapet.
- **Unterdächer für ausserordentliche Beanspruchung** müssen gegen den zu erwartenden hohen Wasserdruck dicht sein (Stauhöhe > 50 mm) und sind unter anderem bei wenig geneigten Dächern, bei Anschlüssen an innen liegende Rinnen oder oberhalb grösserer Dachaufbauten erforderlich. Beispiel: Folienunterdach, Überlappung fugenlos homogen geschweisst.
- Die Durchlüftung zwischen Unterdach und Deckung (Höhe der Konterlatte) ist jeweils zu Prüfen. Der Durchlüftungsraum soll in der Regel mindestens 15 mm höher ausgeführt werden, als dies nach Norm SIA 232/1 bei normaler Deckung vorgesehen wäre.

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN DEKLARIERTEN DATEN

**Systemgewicht (Modul + Unterkonstruktion)**

Beinhaltet alle Komponenten, oberhalb der Konterlattung, wie Lattung, Profile und Module.

Zelltechnologie• **Kristalline Zellen**

Monokristalline, antrazitfarbig, Wirkungsgrad 15–21 %

Polykristalline, blau-glitzerig Wirkungsgrad 12–16 %

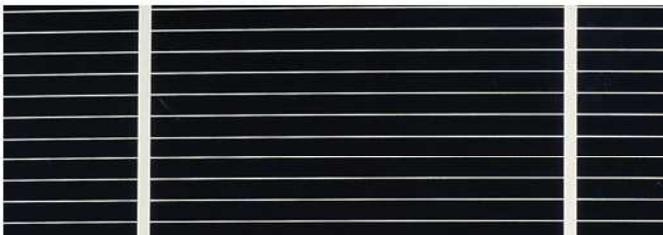


Abb. 4: Monokristalline Zelle

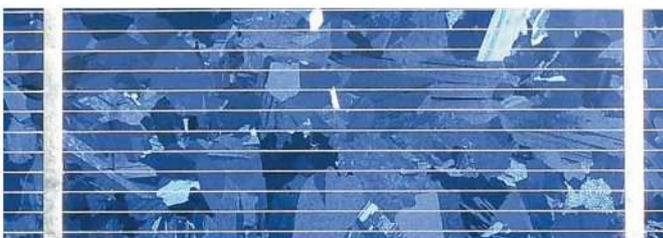


Abb. 5: Polykristalline Zelle

• **Dünnschicht Zellen**

Amorphes Silizium, anthrazitfarbig, Wirkungsgrad 4–8 %

Cadmium Indium Dis., Wirkungsgrad 8–14 %



Abb. 6: Amorphes Silizium

Sind Sondermasse erhältlich?

Fertige PV Module können in Grösse und Form nicht mehr verändert werden, ohne dass sie ihre Funktion als Stromproduzierendes Element verlieren würden. Aus diesem Grund müssen bei PV Anlagen, die eine ganze Dachfläche eindecken, bei Ort, First, Kehle, Grat und bei Durchbrüchen wie Dunstrohren oder Dachfenstern, Sondermodule oder Ausgleichsmodule eingesetzt werden. Diese können als funktionsstüchtige Module oder als Attrappe (Glasplatte mit Siebdruck, Blechtafel bedruckt, Faserzementplatte eingefärbt) ausgeführt werden. Es gibt nicht für alle Systeme ein entsprechendes Angebot.

Leitfähige Verbindungen

Die Antwort des Lieferanten bezieht sich darauf, ob bei diesem System eine Erdung oder Blitzableitung notwendig ist.

Verwendbar bis Windlast/**Verwendbar bis Bezugshöhe**

Gebiete mit erhöhten Windlasten (z. B. Föhntäler) oder schneereiche Gegenden stellen an die Statik und Befestigung der Deckmaterialien eine ausserordentliche, zusätzliche Belastung dar.

Achtung: Die Angaben in den System-Tabellen sind maximale Werte, die in der Kombination Wind und Schnee als Summe zu addieren sind. Die Feststellung der korrekten Angaben obliegt dem Anlageplaner, da dieser mit den örtlichen Begebenheiten und Anforderungen vertraut ist. Es empfiehlt sich, in speziellen Fällen (Föhngebiete oder schneereiche Gegenden) einen Statiker beizuziehen oder die statischen Berechnungen werden vom Systemlieferant objektbezogen berechnet (**Systemstatik mit Gewährleistung**).

Die zu verwendenden Werte können aus der Windlastkarte bzw. der Bezugshöhenkarte aus Norm SIA 261 entnommen werden (siehe Windlastrechner Gebäudehülle Schweiz auf Intranet www.gh-schweiz.ch und Bestimmung der Bezugshöhe auf www.eternit.ch/tools/bezugshoehe/).

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN DEKLARIERTEN DATEN

**Zertifikate/Bescheinigungen**

- IEC (International Electrotechnical Commission).
- IEC 61215 (Bauartqualifikation von kristallinen PV Modulen) und IEC 61646 (Bauartqualifikation von Dünnschicht PV Modulen) umfassen die Betrachtung aller Einflussgrößen, die für die Alterung von PV Modulen verantwortlich sind wie: Strahlungsbeanspruchung, thermische Beanspruchung und mechanische Beanspruchung.
- IEC 61730 (Sicherheitsqualifizierung von PV Modulen). Stellt fest, ob ein sicherer Betrieb über die zu erwartende Lebensdauer hinsichtlich Mechanik und Elektrik gegeben ist inkl. Berücksichtigung von klimatischen Einflussfaktoren. Getestet werden auch Temperaturgrenzwerte und materialspezifische Anforderungen hinsichtlich Brandschutz.
- IEC 61716 (Ammoniaktest) z.B. Einsatz über Ställen.
- Schutzklasse II-Prüfung: Das allgemeine Schutzziel ist der Personenschutz im Umgang mit Gleichstrom. Die besondere Isolierung (doppelte oder verstärkte Ausführung) der aktiven Teile muss bei normaler Verwendung der Module während der gesamten Lebensdauer erhalten bleiben.
- TÜV (Technischer Überwachungs-Verein), unabhängige Zertifizierungsstelle prüft und zertifiziert z. B nach der oben erwähnten IEC Normen.

Für Kantonale Förderprogramme werden häufig IEC 61215 oder 61646 und IEC 61730 oder Schutzklasse II verlangt. Für die KEV (Kostendeckende Einspeisevergütung) gelten als integriert die Kriterien auf der Webseite von www.bipv.ch. Ein System kann dort zur Prüfung, ob es eine Integration darstellt, angemeldet und aufgenommen werden ohne, dass weitere Prüfungen erfüllt sein müssen.

Montagezeit h/KWp

Die Montagezeit beinhaltet alle Arbeiten, die bei einem Neubau ab Konterlattung (Lattung, Profile, Modulverkabelung bis Stringkabel...) zu erledigen sind. Das Anschliessen der Deckmaterialien an die Anschlussbleche wird dabei nicht berücksichtigt.

Systemgarantie

Systemgarantien variieren zwischen 2 Jahren und 10 Jahren. Eine lange Garantiefrist lässt oft auf ein zuverlässiges Produkt schliessen.

Was oft vernachlässigt wird, ist, wo Übergang von Nutzen und Gefahr ist. Es muss mit dem Lieferanten abgesprochen werden, wer zum Beispiel die Verantwortung für die Transportversicherung trägt.

Leistungsgarantie

PV Module können produktionsbedingte Leistungstoleranzen aufweisen. Diese können beispielsweise $\pm 10\%$ betragen. Module aus modernen Produktionsanlagen weisen heutzutage oft nur noch positive Toleranzen auf z. B. $+3\%$. Da Solarzellen im Laufe ihrer Lebensdauer etwas an Leistung verlieren, wird das oft auch in der Leistungsgarantie angegeben, z. B. 10 Jahre min. 90%, 25 Jahre min. 80%. Dabei dürfte uns interessieren, dass sich die Leistungsgarantie nur auf die Mindestleistung des Moduls bezieht (nach Abzug der Leistungstoleranz) und nicht auf die Nennleistung.

VERWEIS AUF WEITERFÜHRENDE UNTERLAGEN



4 Verweis auf weiterführende Unterlagen

- Die Datenblätter der einzelnen Systeme befinden sich im Extranet auf www.gh-schweiz.ch
- Arbeitsvorbereitung, Arbeitssicherheit und Unterhalt sind im Merkblatt «Montage von Photovoltaik-Anlagen (PV und Solarthermie-Anlagen (WW) im Steildach» abgehandelt
- Factsheet Absturzsicherungsmaßnahmen bei Solardächern
- Die Sicherheitsmassnahmen für Kontrolle und Unterhalt sind immer mit zu planen.
- Schneeabrutsch ist in der Nutzung der Anlage und in der Umgebung einzuplanen oder mit geeigneten Massnahmen zu verhindern.

IMPRESSUM

Projektleitung

Michael Baur, 3049 Säriswil, Technische Kommission Steildach Gebäudehülle Schweiz

Marco Walker, 9240 Uzwil, Technische Kommission Energie Gebäudehülle Schweiz

Hansueli Sahli, 8312 Winterberg, Leiter Technik Gebäudehülle Schweiz

Projektteam/Autoren

Technische Kommission Energie Gebäudehülle Schweiz

Technische Kommission Steildach Gebäudehülle Schweiz

Grafik Detail

Peter Stoller, Grafitext, 3226 Treiten

Druck

Cavelti AG, Druck und Media, 9201 Gossau SG

Herausgeber

GEBÄUDEHÜLLE SCHWEIZ

Verband Schweizer Gebäudehüllen-Unternehmungen

Technische Kommission Energie

Lindenstrasse 4

9240 Uzwil

T 0041 (0)71 955 70 30

F 0041 (0)71 955 70 40

info@gh-schweiz.ch

www.gh-schweiz.ch

