



## 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 im Mitgliederbereich [www.gebäudehülle.swiss](http://www.gebäudehülle.swiss) 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 Solar/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 Mitgliederbereich auf [www.gebäudehülle.swiss](http://www.gebäudehülle.swiss)

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.

- **Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) Teil 7.12**

- **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 darauf zu achten, dass dies den Anforderungen des Systemlieferanten der Photovoltaik entspricht.

- **Verordnung für Niederspannungserzeugnisse (NEV)**

Bei der Installation einer PV Anlage in der Schweiz müssen alle verwendeten Produkte der NEV genügen.

- **SN EN 50583** Diese Norm ist in zwei Bereiche aufgeteilt: 50583.1 beschreibt den Anwendungsbereich von BIPV-Modulen; 50583.2 beschreibt den Anwendungsbereich von BIPV-Systemen.

### Definition Integrierter PV Anlagen:

Gemäss Kapitel 1, Art. 6 der Energieförderverordnung (EnFV) gelten PV-Anlagen als «integriert», wenn sie in Bauten integriert sind und neben der Stromproduktion zusätzlich dem Wetterschutz, dem Wärmeschutz oder der Absturzsicherung dienen.

### 2 Unterscheidung integrierter Systeme

Zur leichteren Unterscheidung werden in diesem Merkblatt die Systeme in 3 Typen aufgeteilt (nicht alle Systeme erhalten die Förderung für dachintegrierte Systeme):

- **Typ 1 (Förderung für dachintegrierte Systeme):**

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

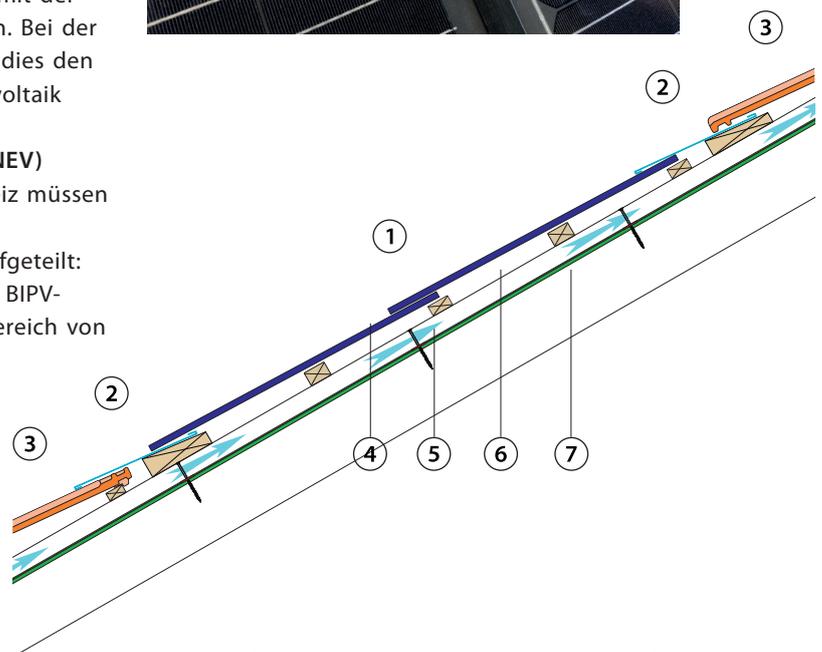
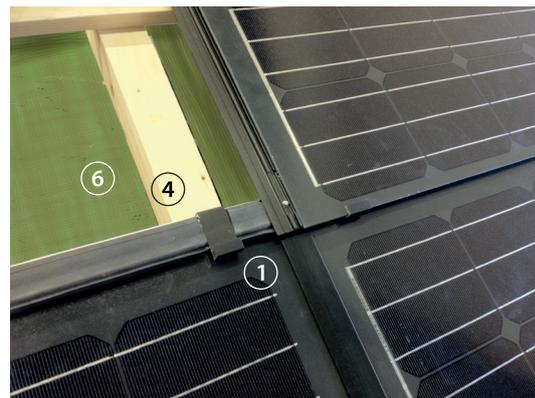


Abb. 1: Typ 1; Integriertes Solarsystem überlappt verlegt (1), Blechanschlüsse oben und unten (2), Dachdeckung mit Lattung (3), Lüftungsraum gebildet durch Konterlatte (4), Konterlattenbefestigung abgedichtet (5), Unterdach (6), Sparren (7)

## UNTERSCHIEDUNG INTEGRIERTE SYSTEME



- **Typ 2 (Förderung für dachintegrierte Systeme):**  
Das Deckmaterial bleibt bestehen und die Photovoltaik Module werden auf das Deckmaterial geklemmt, geschraubt oder geklebt.

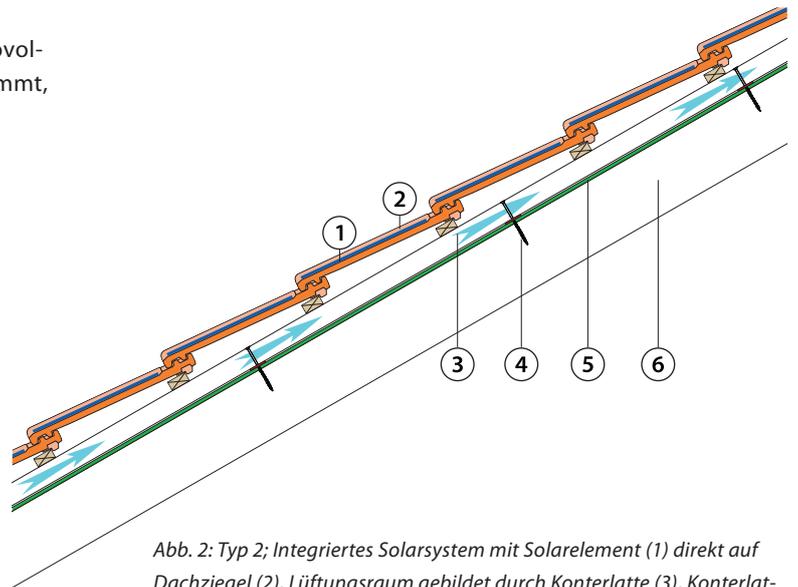


Abb. 2: Typ 2; Integriertes Solarsystem mit Solarelement (1) direkt auf Dachziegel (2), Lüftungsraum gebildet durch Konterlatte (3), Konterlattenbefestigung abdichtet (4), Unterdach (5), Sparren (6)

- **Typ 3 (Förderung für angebaute Systeme):**  
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.

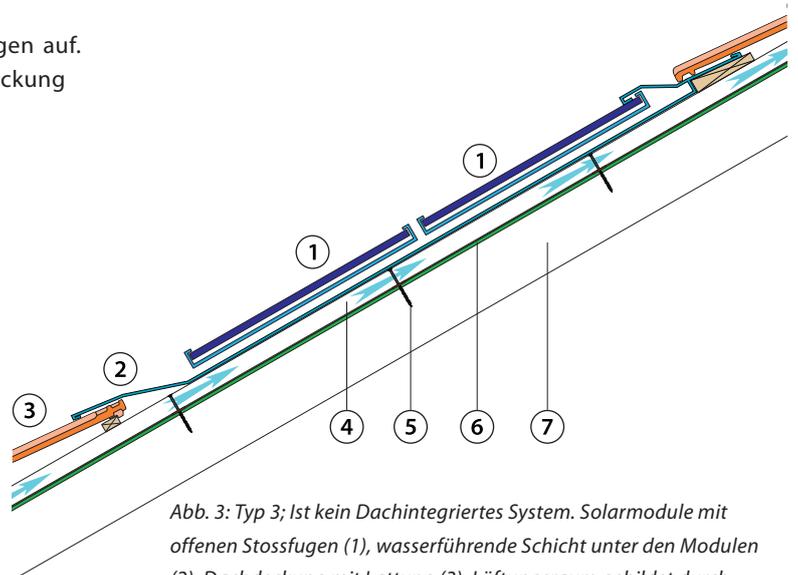
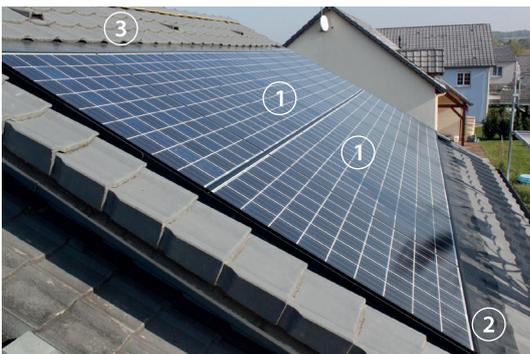


Abb. 3: Typ 3; Ist kein Dachintegriertes System. Solarmodule mit offenen Stossfugen (1), wasserführende Schicht unter den Modulen (2), Dachdeckung mit Lattung (3), Lüftungsraum gebildet durch Konterlatte (4), Konterlattenbefestigung abdichtet (5), Unterdach (6), Sparren (7)

## ERLÄUTERUNGEN ZU DEN DEKLARIERTEN DATEN



### 3 Erläuterungen zu den deklarierten Daten

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

1. Systemhersteller
2. Schweizer Vertriebsadresse
3. Markteinführung (Jahr)
4. Planungsunterstützung durch Lieferant
5. **Systemschulung**
6. **Nutzbare Deckmaterialien**
7. Bereich der Dachneigung von/bis ... °C
8. Ausführung horizontale Stossfuge / Überdeckung
9. Ausführung vertikale Stossfuge
10. **Montagezubehör**
11. Folgende Systemkomponenten sind erhältlich:  
Anschlagpunkt...
12. Farbe der Rahmenprofile/Unterkonstruktion
13. **Anforderung an das Unterdach**
14. **Systemgewicht (Modul + UK)**
15. **Zelltechnologie**
16. **Modulaufbau**
17. **Leistung pro Modul**
18. **Leistung pro m<sup>2</sup>**
19. **Standard-Modulgrösse**
20. **Rastermass bei Standardmodulen B x H mm**
21. **Sind Sondermasse (aktiv) erhältlich?**
22. **Potentialausgleich nötig**
23. Max. Moduldruckfestigkeit N/m<sup>2</sup> (Prüflast)
24. **Max. Bezugshöhe m**
25. **Max. Windlast N/m<sup>2</sup>**
26. Hagelklasse HW
27. aufgenommen im Hagelregister
28. **System-Statik mit Gewährleistung**
29. **ohne Garantieeinschränkung begehbar**
30. **Zertifikate / Bescheinigungen**
31. **Montagezeit h/m<sup>2</sup>**
32. **Produktgarantie Jahre**
33. **Leistungsgarantie Jahre**
34. weitere Anmerkungen

### Punkt 5. Systemschulung

Verschiedene Systemanbieter setzen eine Systemschulung voraus, damit ihre Produkte bestellt werden können. Die Angabe des Systemanbieters zeigt:

- Ja... es wird eine Schulung angeboten
- Vorausgesetzt... Ohne vorgängigen Besuch der Schulung kann kein Material bestellt werden.

### Punkt 6. 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).

### Punkt 10. Montagezubehör

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

### Punkt 13. Anforderung an das Unterdach

Gemäss SIA 232 und den technischen Kommissionen Steildach und Solar-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 Dichtheit 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



## ERLÄUTERUNGEN ZU DEN DEKLARIERTEN DATEN



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.

#### Punkt 14. Systemgewicht (Modul + Unterkonstruktion)

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

#### Punkt 15. Zelltechnologie

- **Kristalline Zellen**  
Monokristalline, antrazitfarbig, Wirkungsgrad 14–22 %  
Polykristalline, blau-glitzerig, Wirkungsgrad 14–20 %
- **Dünnschicht Zellen**  
CIS/CIGS Solarzelle, Wirkungsgrad 12–17 %

#### Punkt 16. Modulaufbau

Der Modulaufbau zeigt auf, ob es sich um ein Glas-Glas Modul oder ein Glas-Folien Modul handelt und ob das Modul gerahmt ist oder ob es sich um ein Laminat handelt.

#### Punkt 17. Leistung pro Modul

Die Leistung eines Moduls sagt aus, wieviel Watt ein Modul bei Standardtestbedingungen (STC) leisten kann.

#### Punkt 18. Leistung pro m<sup>2</sup>

Da nicht alle Module dieselben Abmessungen haben, sagt der Wert Leistung pro Modul nichts über die Zelleffizienz aus. Aus diesem Grund wird die Leistung eines Moduls auf einen Quadratmeter umgerechnet (z.B.: Modulleistung

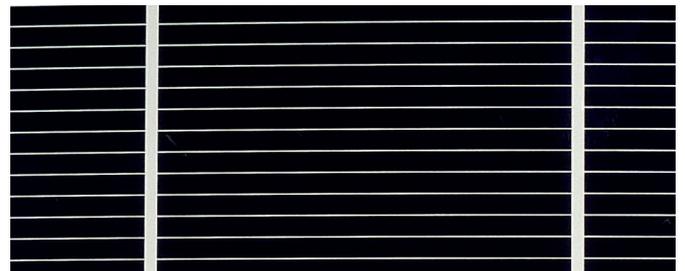


Abb. 4: Monokristalline Zelle

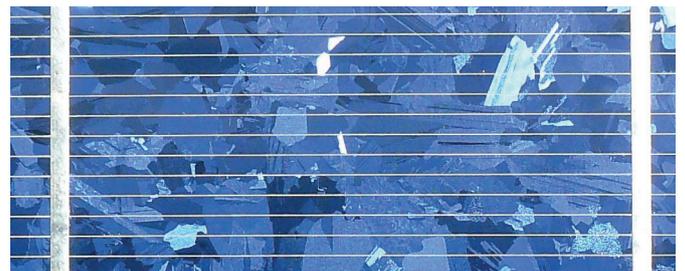


Abb. 5: Polykristalline Zelle



Abb. 6: Amorphes Silizium

240 Wp : Modulfläche 1,6 m<sup>2</sup> = Leistung pro m<sup>2</sup> entspricht 150 Watt bei STC).

#### Punkt 19. Standard-Modulgrösse

Bei dachintegrierten Systemen ist in der Regel vorgegeben, ob die Module im Hoch- oder Querformat montiert werden müssen. Bei der Angabe der Standard-Modulgrösse wird zuerst die Modulbreite B, dann die Modulhöhe H und anschliessend die Dicke D des Moduls in Millimeter angegeben.

## ERLÄUTERUNGEN ZU DEN DEKLARIERTEN DATEN

**Punkt 20. Rastermass bei Standardmodulen**

Das Rastermass oder auch Sprungmass gibt an, nach wie vielen Millimetern das nächste Modul beginnt. Die Angabe B (Breite) gibt an, wie breit ein Modul plus eine Fuge ist. Oder wie gross ist der Abstand von der rechten Modulkante bis zur nächsten rechten Modulkante ist. Die Angabe H (Höhe) gibt das Mass von Unterkante Modul, bis zur Unterkante des nächsten Moduls an.

**Punkt 21. 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 Ausgleichmodule 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.

**Punkt 22. Potentialausgleich nötig**

Die Antwort des Lieferanten bezieht sich darauf, ob bei diesem System ein Schutzpotentialausgleich (SPA) notwendig ist.

**Punkt 24. max. Bezugshöhe und Punkt 25. max. Windlast** 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 (System-Statik 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.gebäudehülle.swiss](http://www.gebäudehülle.swiss) und Bestimmung der Bezugshöhe auf [www.eternit.ch/de/services/tools](http://www.eternit.ch/de/services/tools)).

**Punkt 28. System-Statik mit Gewährleistung**

Die System-Statik wird durch den Lieferanten vorgegeben und berechnet, oder der Lieferant stellt ein Berechnungstool zur Verfügung, das dem Monteur eine selbständige, zuverlässige Berechnung ermöglicht.

**Punkt 29. Ohne Garantieeinschränkung begehbar**

PV Module sind in der Regel nicht begehbar. Das Problem liegt dabei nicht in der Tragfestigkeit des Solarglases, sondern in deren Durchbiegung. Mit der Durchbiegung des Glases werden auch die Solarzellen durchgebogen was zu Mikrorissen in den Zellen führt. Mikrorisse in Zellen führen zu Mindererträgen und können zu «Hotspots» führen, welche einzelne Zellen bis hin zu ganzen Modulen ausser Betrieb setzen können.

Es gibt Module, die auf Grund kleiner Modulabmessungen oder verstärkter Modulgläser beim Begehen keine Durchbiegung des Solarglases zur Folge haben. Aus diesem Grund garantiert der Modulhersteller, dass keine Mikrorisse in den Zellen und keine Qualitätseinbusse in Folge begehender Module entstehen.

**Punkt 30. Zertifikate/Bescheinigungen**

- SN EN 61215 umfasst alle Einflussgrössen wie Testanforderungen, Testprozeduren und technologische Eigenheiten.
- SN EN 61730 regelt die Anforderungen an die Konstruktion und die Prüfanforderungen.
- 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. Diese Prüfung ist in der SN EN 61730 enthalten.
- SN EN 62716 (Ammoniak-Korrosionsprüfung) z.B. Einsatz über Ställen.



## ERLÄUTERUNGEN ZU DEN DEKLARIERTEN DATEN



- TÜV (Technischer Überwachungs-Verein), unabhängige Zertifizierungsstelle prüft und zertifiziert z. B nach der oben erwähnten IEC Normen. Es gibt noch weitere zertifizierte Prüfstellen..
- SPF (Institut für Solartechnik) ist ein international akkreditiertes Prüflabor für Solarenergie mit Standort Rapperswil. Hier werden nebst Solarthermischen Komponenten auch Wind- und Schneelasttests, Hageltests und Schubtests durchgeführt.
- Supsi (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana) ist ein schweizerisches Forschungs- und Prüfungsinstitut mit Sitz im Tessin, das Hageltests wie auch Windsog und Winddrucktest - Zertifizierungen durchführt.

#### 4 Verweis auf weiterführende Unterlagen

- Die Datenblätter der einzelnen Systeme befinden sich im Extranet auf [www.gebäudehülle.swiss](http://www.gebäudehülle.swiss).
- 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.

#### Punkt 31. Montagezeit h/m<sup>2</sup>

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.

#### Punkt 32. Produktgarantie

Produktgarantien 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.

#### Punkt 33. Leistungsgarantie

PV Module können produktionsbedingte Leistungstoleranzen aufweisen. Module aus modernen Produktionsanlagen weisen heutzutage oft nur noch positive Toleranzen auf z.B. +5 %.

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.



## IMPRESSUM

### Projektleitung

Michael Baur, 3049 Säriswil, Technische Kommission Steildach Gebäudehülle Schweiz  
Marco Walker, 9240 Uzwil, Technische Kommission Solar/Energie Gebäudehülle Schweiz  
Hansueli Sahli, 8312 Winterberg, Leiter Technik Gebäudehülle Schweiz

### Projektteam/Autoren

Technische Kommission Solar/Energie Gebäudehülle Schweiz  
Technische Kommission Steildach Gebäudehülle Schweiz

### Grafik Detail

Peter Stoller, Grafitext, 3226 Treiten  
Marco Ragonesi, RSP Bauphysik AG, 6003 Luzern

### Druck

Cavelti AG, Druck und Media, 9201 Gossau SG

### Herausgeber

GEBÄUDEHÜLLE SCHWEIZ  
Verband Schweizer Gebäudehüllen-Unternehmungen  
Technische Kommission Solar/Energie  
Lindenstrasse 4  
9240 Uzwil  
T 0041 (0)71 955 70 30  
F 0041 (0)71 955 70 40  
info@gebäudehülle.swiss  
www.gebäudehülle.swiss

