



MONTAGE VON PHOTOVOLTAIK-ANLAGEN (PV) UND SOLARTHERMIE-ANLAGEN (WW) IM STEILDACH

Das Merkblatt richtet sich an Planer und Verarbeiter von Solaranlagen thermischer und photovoltaischer Art.

Es zeigt auf, was in der Planung und Ausführung zu beachten und zu beurteilen ist, wenn solche Anlagen auf Steildächer montiert werden.

Die Normen und Regeln für diese Anwendungen werden berücksichtigt.

Einleitung

Um fossile Ressourcen zu schonen und emissionsarme Energie zu gewinnen wird heute vermehrt auf Solarenergie gesetzt. Dies ist ein wichtiges Standbein der Energiestrategie 2050 des Bundes. Der Verband Schweizer Gebäudehüllen-Unternehmungen (Gebäudehülle Schweiz) mit seinen Mitgliedern engagiert sich stark für diese Technologie.

Dachflächen (und auch Fassaden) sind ideale Standorte für Solaranlagen. Auf geeigneten Dächern werden diese Anlagen als Überdachsysteme ausgeführt oder in das Dach integriert (Dachintegration).

Bei der Umsetzung sind zu berücksichtigen:

1. Eignung des Objektes
2. Beurteilung des Daches vor Planung/Ausführung
3. Planung
4. Leitungsführung
5. Montage
6. Unterhalt
7. Anlageübergabe und Instruktion
8. Hinweise auf weitere Informationen
9. Normen und Vorschriften

EIGNUNG DES OBJEKTES

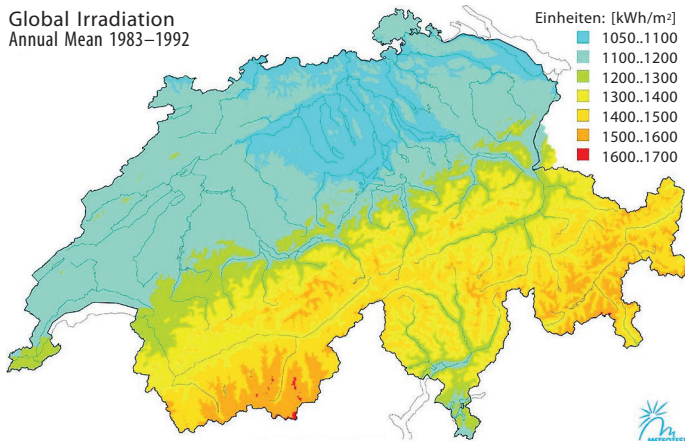
**1. Eignung des Objektes**

- Dachform, Neigung und Ausrichtung
- Beschattung aus der Umgebung, z. B. durch Bäume, Häuser, Berge
- Beschattung durch Dachaufbauten, z. B. Gauben, Kamine, Dachaufbauten

Beschattung auf Solar-Module soll verhindert werden und bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden. Insbesondere Photovoltaikmodule (PV) reagieren mit empfindlichen Ertragseinbußen auf eine Beschattung.

- **Geografische Lage**

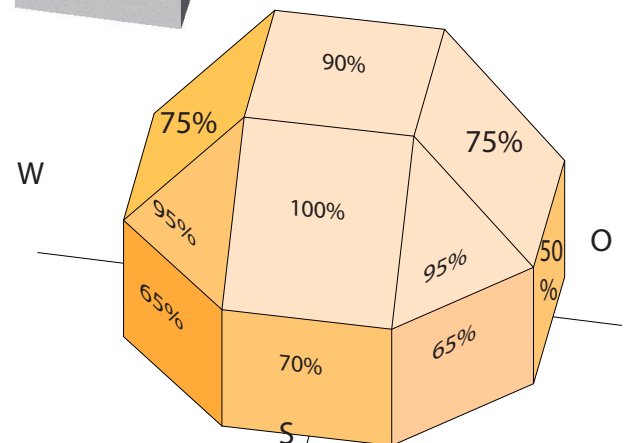
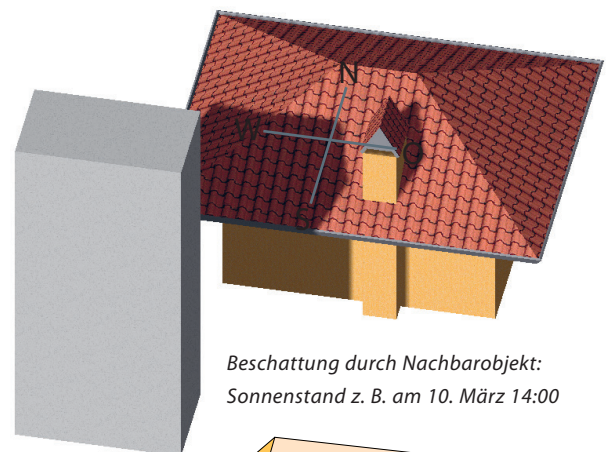
Die Sonneneinstrahlung ist je nach Landesgegend unterschiedlich. Insbesondere in Gebieten mit wenig Nebel (Berge und Alpensüdseite) ergeben sich bessere Erträge.



Einteilung der Schweiz in Gebiete unterschiedlicher Sonneneinstrahlung

- **Ausrichtung und Anstellwinkel für Solarthermie-Anlagen**
Für eine optimale Nutzung der Solaranlagen ist die Ausrichtung sowie der Winkel der Kollektoren oder der Gebäude (siehe Grafik, Ausnutzung in %) entscheidend. Bei nicht optimalen Ausrichtungen oder Beschattungen sind die Kollektorenflächen grösser zu planen.

- **Ausrichtung und Anstellwinkel für Photovoltaikanlagen**
PV-Module produzieren am meisten Energie, wenn sie nach Süden ausgerichtet und 15°–35° geneigt sind. Beim Haus der Zukunft wird vermehrt darauf geachtet, dass möglichst viel Energie aus der zur Verfügung stehenden Gebäudeoberfläche gewonnen werden kann. Da die Module deutlich kosteneffizienter geworden sind, wird empfohlen zur Steigerung des Gesamtertrages und der besseren Verteilung der Energieproduktion über den ganzen Tag auch Dachflächen zu nutzen, die nach Ost und West ausgerichtet sind. So ist auch eine bessere Eigennutzung möglich.



Wirkungsgrad der Ausrichtungsflächen am Gebäude

BEURTEILUNG DES DACHES VOR PLANUNG/AUSFÜHRUNG



2. Beurteilung des Daches vor Planung/Ausführung

Zustand

Zustandskontrolle Dachaufbau durch den Dachdecker:

• Zustand und Alter der Deckung

Der Zustand der Dachdeckung muss überprüft werden. Wenn es sich um eine Aufdachanlage handelt, soll die Lebensdauer der Dachdeckung mindestens weitere 20 Jahre betragen.

• Unterdach

Bei bewohnten und beheizten Gebäuden ist ein Unterdach zwingend nötig. Dieses muss auf seine Funktionsfähigkeit hin überprüft werden.

Bei deckungsintegrierten Anlagen ist ein fugenloses Unterdach zu empfehlen, um anfallendes Kondenswasser oder eindringendes Wasser, Schlagregen oder Flugschnee abzuleiten. Die Unterdachfolie muss eine Temperaturbeständigkeit aufweisen die den zu erwartenden Temperaturen, welche unter Solarmodulen entstehen können, standhält. Es sind allenfalls spezielle Unterdachbahnen einzusetzen, die für den Einsatz unter Solaranlagen geeignet sind.

• An- und Abschlüsse

Die Funktionstüchtigkeit muss bei allen An- und Abschlüssen kontrolliert und gewährleistet sein.

Konstruktionsaufbau

Alle Komponenten müssen nach bauphysikalischen Gesichtspunkten aufeinander abgestimmt sein:

• Luftdichtheit/Dampfbremse

Die Luftdichtheit wird in den meisten Konstruktionen durch die Dampfbremse erreicht und ist ein zwingendes Element in einer energiebewussten Bauweise (Anforderung nach Norm SIA 180).

• Dämmstandard des Bauteils

Um den heutigen Energiestandards gerecht zu werden, darf der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) durch die Konstruktion nicht grösser als $0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ sein.

• Durchlüftungsraum

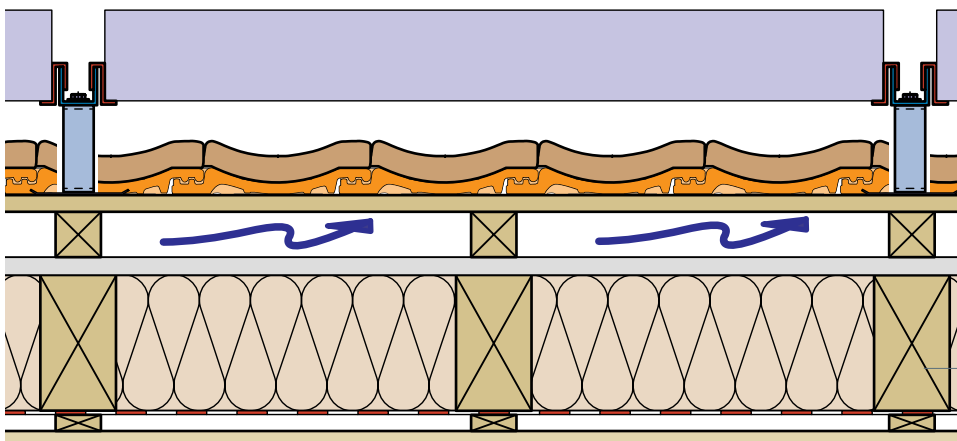
Der Durchlüftungsraum zwischen Unterdach und Deckung (bzw. Solaranlage, wenn diese die Deckung ersetzt) muss der Norm SIA 232/1 entsprechen. Die Mindesthöhe von 45 mm darf nicht unterschritten werden. Bei dachintegrierten Anlagen soll der Durchlüftungsraum mindestens 15 mm höher ausgeführt werden, als dies nach Norm SIA 232/1 bei normaler Deckung vorgesehen wäre.

Zu- und Abluftöffnungen müssen mindestens die Hälfte des Lüftungsquerschnittes aufweisen und sind gegen das Eindringen von Kleintieren (wie Mäuse, Marder, Vögel usw.) zu schützen.

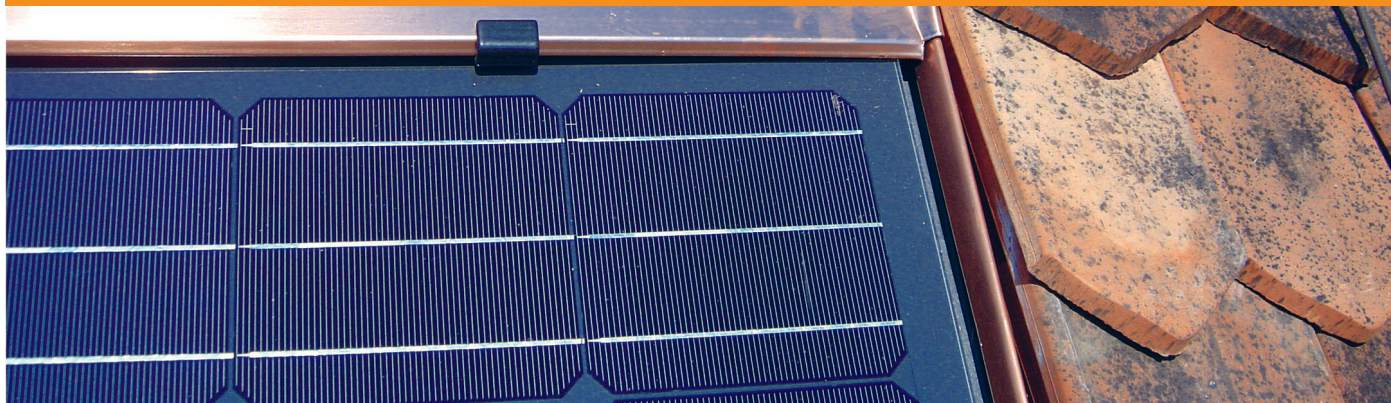
Legende zu Bild links:

Angebautes System: Aufständigung von Solar-Modulen im Steildach
(Horizontalschnitt rechtwinklig zum Sparren)

- 1 Solarmodul (WW oder PV)
- 2 Montageelement: Lastenablenkung direkt auf Konterlattung, Dichtung mit Unterlagsblech
- 3 Deckung: Falzziegeldach
- 4 Lattung
- 5 Konterlatte bildet Durchlüftungsraum
- 6 Fugengedichtetes Unterdach
- 7 Wärmedämmung
- 8 Sparren
- 9 Dampfbremse und innere Verkleidung



STATIK

**Statik**• **Tragkonstruktion**

Es muss in jedem Fall überprüft werden, ob und wie viel die bestehende Tragkonstruktion zusätzlich belastet werden darf. In Grenzfällen muss ein statischer Nachweis durch den Planer erbracht werden.

• **Dachintegration**

Dachintegrierte Systeme stellen im Bezug auf die Statik kein Problem dar. Die anfallenden Schneelasten werden gleichmässig auf die UK verteilt.

• **Überdachsysteme** (angebaut)

Für eine Aufdachanlage muss der statische Nachweis gemäss Norm SIA 260/261 vom Systemlieferanten erbracht werden. Dachneigung, Bezugshöhe und Windzone sind wichtige Faktoren, die zu berücksichtigen sind. Werden bei der Montagekonstruktion einzelne Sparren übersprungen, entstehen grössere punktuelle Belastungen auf die entsprechenden Dachsparren (siehe Grafik Seite 3), was zu berücksichtigen ist.

Befestigung der Anlagen mit Dachhaken (angebaut)

Wird die Aufdachanlage mit Dachhaken befestigt (Grafik unten), muss der Haken die anfallenden Schub- und Schneelasten aufnehmen können (abklären über Systemlieferant).

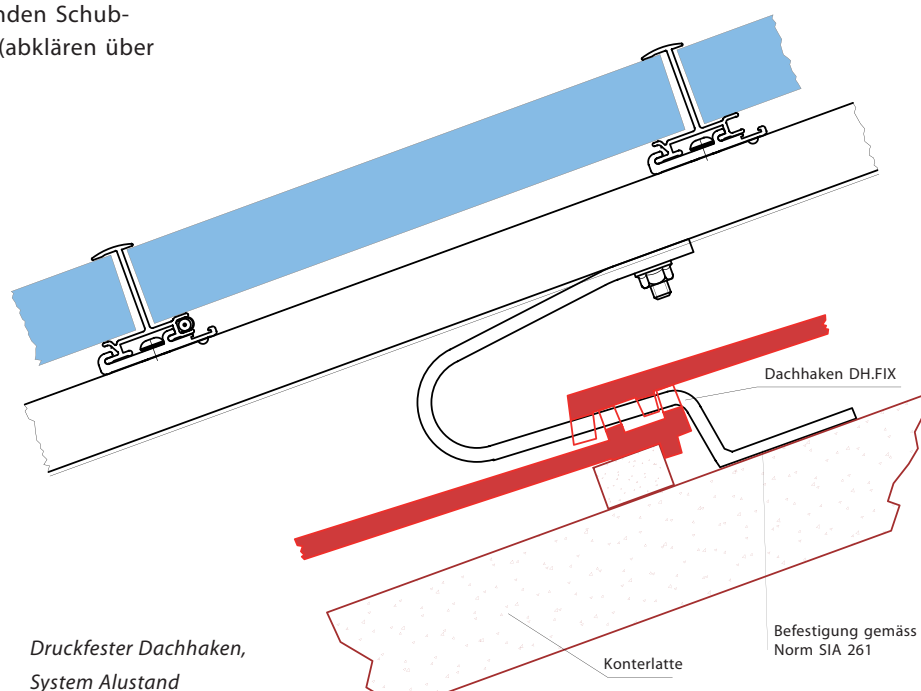
Dachhaken, die nicht ausreichend druckfest sind, müssen unterlegt werden. Die anfallenden Druckkräfte dürfen nicht auf das Deckmaterial übertragen werden.

Befestigung der Anlagen mit Stockschrauben

Bei der Befestigung von Systemen, die in die Konterlattung befestigt werden, ist darauf zu achten, dass die darunterliegenden Unterdächer mit den Befestigungsmitteln nicht beschädigt werden.

Druck- und Schublasten bei Systemen mit Dämmungen und Distanzschrauben über den Sparren

Durch die erhöhte Belastung einzelner Konterlatten wird empfohlen diese mit zusätzlichen Distanzschrauben zu sichern. Es ist abzuklären, ob eine zusätzliche Befestigung mit Bandeisen über den First erforderlich ist.



PLANUNG



3. Planung

Bei der Planung ist der Austausch von Informationen durch die federführende Partei unter allen beteiligten Parteien sicherzustellen:

- Bauherr
- Planer
- Dachdecker (Polybauer)
- Sanitär-Heizungsinstallateur
- Elektriker / ESTI
- Spengler / (Blitzschutzinstallateur)

Gemeinde (Baubewilligungsbehörde)

Bei den Gemeinden muss abgeklärt werden, ob eine Baubewilligung notwendig ist.

Elektrizitätswerk (EW)

Das örtliche EW verlangt bei PV-Anlagen ein Anschlussgesuch. Dies wird durch den Elektroplaner/-monteur eingereicht.

Institutionen betreffend Förderunterstützung

Förderbeiträge für WW- und PV Anlagen werden von Kanton und Gemeinden unterschiedlich geregelt (mehr auf www.swissolar.ch).

Bei der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) müssen die Anlagen vor Baubeginn angemeldet und genehmigt werden (beim kantonalen Amt für Energie nachfragen, Anmeldung über Swissgrid).

In jedem Fall soll der Kunde auf mögliche Förderleistungen aufmerksam gemacht werden. Die aktuellste Liste der Förderung von Kantonen und Gemeinden kann auf www.swissolar.ch eingesehen werden.

Links zum Thema:

www.bfe.admin.ch
www.energiefranken.ch
www.evalo.ch
www.gh-schweiz.ch
www.swissgrid.ch
www.swissolar.ch

Banken

Verschiedene Banken haben eigene Programme zur Förderung von Solaranlagen – zum Beispiel mit Zinsvergünstigungen. Diese Förderprogramme der Banken sind Regional verschieden und sollten durch den Planer vorgängig mit der jeweiligen Bank des Kunden abgeklärt werden.

Steuervergünstigung

Werden Solaranlagen auf bestehende Gebäude montiert, können die Aufwendungen vom steuerbaren Einkommen abgezogen werden (siehe kantonale Wegleitung zur Steuererklärung).

Führt die Einspeisung zu Einnahmen, müssen diese versteuert werden.

Schnittstellen, Lieferung, Montage, Garantie

Sind mehrere Firmen an der Montage und Installation einer Solaranlage beteiligt, was üblich ist, macht es Sinn, wenn nur eine Firma Vertragspartner der Bauherrschaft wird. Die Subunternehmer ihrerseits gewähren ihre Garantie via Vertragspartner der Bauherrschaft.



LEITUNGSFÜHRUNG UND MONTAGE



4. Leitungsführung

Die wesentlichen Unterschiede zwischen Photovoltaikanlagen (PV) und thermische Anlagen (WW) in Bezug der Leitungen vom Dach bis ins Gebäude sind:

- Bei Photovoltaikanlagen sind es meist Kabel bis zu 10 mm Durchmesser, die in einem Schutzrohr geführt werden.
- Bei thermischen Anlagen muss, selbst bei kleinen und mittleren Anlagen, ein Rohr ($\varnothing \geq 90$ mm) und ein Kabel von den Kollektoren bis zum Speicher geführt werden. Dabei ist es von Vorteil, wenn diese Rohre vom Kollektor bis zum Boiler im Gefälle verlegt sind, so dass das System bei einem Stillstand vollständig entleert werden kann.

Diese Leitungs-Durchführungen sind bereits bei der Planung zu berücksichtigen und zu bestimmen.

Durchbrüche für Verkabelung und Leitungen

Leitungen, die durch den Schichtaufbau ins Gebäudeinnere geführt werden, benötigen eine Durchführung, die in der Regel mit einer Blecheinfassung angeschlossen ist. Die Einfassung muss nach oben geschlossen sein und muss Regen und Flugschnee zuverlässig abhalten.

Durchbrüche durch das Unterdach müssen mit systemzugehörigen Produkten wieder abgedichtet werden. Der luftdichte Anschluss der Dampfbremse an die Durchführung muss unter allen Umständen dicht ausgeführt werden. Die Führung und Verkabelung der Elektroleitungen innerhalb des Gebäudes ist Sache des Elektrikers.

Bei Installationen auf bestehenden Gebäuden bietet sich häufig eine Leitungsführung ausserhalb des Gebäudes an. Leitungen für kleinere thermische Solaranlagen werden häufig in Rohren, wie sie für Dachwasserabläufe genutzt werden, an der Fassade geführt.

Vorbereitungsarbeiten (Bohrlöcher, Leitungen)

Bei Neubauten und umfangreichen Renovationen ist das Einlegen eines Lehrrohres für WW-Verrohrung ($\varnothing \geq 90$ mm) und PV-Verkabelung ($\varnothing \geq 35$ mm) auf alle Fälle zu empfehlen. Dabei ist zu beachten, dass keine rechtwinkligen Etagen eingebaut werden.

Schutz vor Marderverbiss

Obwohl Solarkabel doppelt isoliert sind (Isolation und Schutzmantel) können sie von Marderbissen beschädigt oder sogar durchtrennt werden. Wenn wir die Solarkabel vor Marderbissen schützen wollen, besteht die Möglichkeit, die Stringkabel wie auch die Modulkabel in einem Schutzrohr zu führen, was sehr aufwändig ist. Als Alternative dazu könnte man die Module dachintegriert montieren und müsste so nur noch verhindern, dass der Marder nicht in den Bereich des Durchlüftungsraums zwischen Unterdach und Deckung gelangen kann.

5. Montage

Arbeitssicherheit

Massnahmen der Arbeitssicherheit müssen gemäss den Suva-Vorschriften und der Bauarbeiter-Verordnung eingehalten und bei der Planung berücksichtigt werden.

Neu-/Umbau:

- Die nötigen Massnahmen (Gerüst, Giebelgeländer, Spenglerlauf usw.) sind ab 3 m Absturzhöhe zu planen und zu treffen.
- Gerüst Sichtkontrolle, protokollieren
- Abklären der Durchbruchesicherheit des Deckmaterials
- Vorgehen gemäss Bauarbeiten-Verordnung (BauAV)
- Absturzsicherungen anbringen, wenn die Absturzhöhe ins Gebäudeinnere mehr als 3 m beträgt.
- Bei Dachöffnungen sind, unabhängig von der Absturzhöhe, Absturzsicherungen anzubringen.

Umbau (max. 2 Manntage):

Arbeiten von geringem Umfang gemäss Definition SUVA)

- Massnahmen zur Absturzsicherung sind abhängig von Absturzhöhe und Neigung.
- Sicherungsmassnahmen bei Gleitgefahr bereits ab 2 m.

Hebemittel

Der Transport auf das Dach soll mit geeigneten Mitteln wie z. B. einem Schrägaufzug oder Kran erfolgen.

- Der Untergrund ist vor statischen und mechanischen Beschädigungen zu schützen
- Beim Materialdepot auf dem Dach ist zu beachten, dass weder die spezifische noch die punktuelle Belastung der

UNTERHALT



Tragkonstruktion überschritten wird. Für eine stabile Dephonierung/Lagerung können Palettenträger eingesetzt werden.

- Um ein sicheres Verteilen der Materialien auf dem Dach sicherzustellen, sollen die Transportwege mit Dachleitern gesichert werden.

Fachgerechte Montage

Eine fachmännische Montage der verschiedenen Systeme wird vorausgesetzt. Die Montageanleitungen der Hersteller und Lieferanten sind einzuhalten und sind nicht Thema dieses Merkblattes.

Installationsbewilligung bei Photovoltaikanlagen

Für das Zusammenstecken von PV-Modulen (Solarmodule) mit fertig konfektionierten, steckbaren Stringkabeln (Verbindung zwischen PV-Modulen) ist keine Installationsbewilligung gemäss Art. 14 NIV (Niederspannungs-Installationsverordnung) notwendig.

Es muss aber sichergestellt werden, dass die Module berührungsgeschützte Stecker aufweisen und die Personen, welche die Montage ausführen, gut instruiert sind. Insbesondere müssen sie genau wissen, welche Module wie zusammengesteckt werden und wo der String an das Stringanschlusskabel angeschlossen sein muss. Hierzu ist ein vollständiger Stringplan notwendig.

Die Abgangsleitungen (Stringkabel) zu den Wechselrichtern sind immer durch den Inhaber einer allgemeinen Installationsbewilligung nach Art. 7 oder 9 NIV oder einer eingeschränkten Bewilligung für Installationsarbeiten an besonderen Anlagen gemäss Art 14 NIV zu installieren.

Blitzschutz, Erdung

Grundsätzlich wird ein Gebäude durch die Errichtung einer Solaranlage nicht blitzschutzpflichtig.

Öffentliche Gebäude sind jedoch in jedem Fall blitzschutzpflichtig!

Bei Gebäuden, die eine bestehende Blitzschutzanlage aufweisen, sind die metallischen, betriebsmässig nicht stromführenden Teile der Anlage (z. B. Gestelle, Rahmen) an die äussere Blitzschutzanlage anzuschliessen.

Der minimale Durchmesser des Blitzschutzdrahtes muss im Minimum 6 mm betragen (Kupfer 6 mm / Alu 9 mm).

Wird eine PV-Anlage auf ein Gebäude installiert, das keinen durchgehenden Hauptpotenzialausgleich hat, müssen die metallischen Teile an einen direkten Erdleiter angeschlossen werden, der aussen an der Gebäudehülle zu einem Erdungspunkt (Tiefenerder oder Fundamenterdung) auf Erdniveau führt.

6. Unterhalt

Es macht grundsätzlich Sinn, einen Unterhalts- oder Servicevertrag mit definierten Leistungen zwischen Dachdecker und Hauseigentümer abzuschliessen. So können Kontroll- und Reinigungsarbeiten sowie kleinere Reparaturen in einem Arbeitsgang durchgeführt werden.

Zugänglichkeit/Arbeitsicherheit

Grundsatz:

- Bestehende Systeme kontrollieren und allenfalls anpassen
- Dächer mit Sicherungssystemen gegen Absturz ausrüsten
- Dachleitern verwenden
- Dachausstieg:
 - Sicherungsmöglichkeiten im Bereich des Ausstieges schaffen
- Leiteraufstieg:
 - Anschlagpunkt in unmittelbarer Nähe zum Leiter-Ausstiegspunkt montieren
- Horizontale Sicherungsanlagen werden bis zum Ausstieg herangeführt. Dort wird in das System ein- oder angeklinkt.

Verwaltungen/Hauswarte

Diese Personengruppen verfügen in der Regel über zu wenig Kenntnis der sicherheits- und fachspezifischen Zusammenhänge im Dachbereich und sind meistens auch nicht an die speziellen Bedingungen einer Arbeitsausführung auf dem Dach gewöhnt. Versicherungsleistungen bei Unfällen sind meist nicht gedeckt. Unterhalts- und Wartungsarbeiten sollten von Fachpersonen ausgeführt werden.

Schneerutsch

Schnee, der auf Solaranlagen fällt, rutscht leichter, als der Schnee auf den üblichen Deckungen. Unterhalb der Solaranlage muss je nach Gefährdung durch Schneerutsch ge-

ANLAGEÜBERGABE



nügend Platz bleiben, um das Abgleiten von Schnee zu verhindern. Dies kann durch verschiedene Schneefangvorrichtungen verhindert werden und ist standort- und objektabhängig.

Anlagewartungsarbeiten

- Kontrolle der elektrischen Anschlüsse
Bei Solarstromanlagen (PV) muss alle 10 Jahre durch einen konzessionierten Unternehmer eine Kontrolle mit Sicherheits-Nachweis gemacht werden. Dieser Nachweis wird durch das örtliche EW jeweils eingefordert.
- Blitzschutzkontrolle
Bei Unterhalts- und Kontrollarbeiten sind sämtliche An- und Abschlüsse zu und an den Solarmodulen zu kontrollieren.

7. Anlageübergabe und Instruktion

Der Bauherr hat das Anrecht auf eine Instruktion und eine saubere Dokumentation für seine neu installierte Anlage.

Die Dokumentation beinhaltet mindestens:

- Daten der Anlage
- Unterlagen des/der Lieferanten
- Hinweise zur Bedienung
- Hinweise zur Wartung und Störung
- Inbetriebnahmeprotokoll
- Abahmeprotokoll
- Sicherheitskonzept (Zugang gemäss SUVA).

Projektleitung

Marco Walker, Uzwil, Technische Kommission Energie
Gebäudehülle Schweiz

Hansueli Sahl, Uzwil, Leiter Technik Gebäudehülle Schweiz

Projektteam/Autoren

Technische Kommission Energie Gebäudehülle Schweiz
Technische Kommission Steildach Gebäudehülle Schweiz
Jürg Studer, Leiter Arbeitssicherheit Gebäudehülle Schweiz

Grafik Detail

Peter Stoller, Grafitext, Treiten

Versicherung

Die neue Anlage muss bei der Gebäudeversicherung angemeldet werden.

Anschluss von PV-Anlagen an das Netz des EW's

Die Installation der Anlage ist dem Netzbetreiber (EW) per Installationsanzeige zu melden. Das muss vor der Installation stattfinden, damit der Netzbetreiber abklären kann ob eine allfällige Netzverstärkung nötig ist.

Die Fertigstellung der Anlage ist per Fertigstellungsanzeige und Sicherheitsnachweis (SINA) dem Netzbetreiber zu melden.

8. Hinweise auf weitere Informationen

- Ordner «Empfehlungen für die Nutzung der Solarenergie» von Swissolar (www.swissolar.ch)
- Schulungsordner Gebäudehülle Schweiz / Polybau

9. Normen und Vorschriften

- Normen SIA 180, 232, 118, 380/1, 380/4, 260, 261
- SUVA-Checkliste CL 67018
- Bauarbeitenverordnung (BauAV)

Druck

Cavelti AG Druck und Media, 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

