

# Stand-der-Technik-Papier

zu VKF Brandschutzmerkblatt

# Solaranlagen



Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie  
Association suisse des professionnels de l'énergie solaire  
Associazione svizzera dei professionisti dell'energia solare

Neugasse 6, 8005 Zürich  
Tél. 044 250 88 33 · Fax 044 250 88 35  
info@swissolar.ch · www.swissolar.ch  
www.svizzeraenergia.ch

Infoline : 0848 00 01 04

## **Stand-der-Technik-Papier Solaranlagen**

© Copyright Swissolar

09/2015 / Stand-der-Technik-Papier Solaranlagen n° 22001

V 2.00

Arbeitsgruppe Stand-der-Technik-Papier zu Merkblatt VKF:

Delegierte von Swissolar:

- Thomas Hostettler (PV)
- Jürg Marti (Solarwärme)
- Christian Mauderli (PV)
- Peter Toggweiler (PV)

Delegierter von Gebäudehülle Schweiz:

- Michael Baur

Delegierter der VKF:

- Michael Binz

Die Technische Kommission Brandschutz der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (TKB-VKF) hat das vorliegende Dokument in Bezug auf die Übereinstimmung mit den Mindestanforderungen der Schweizerischen Brandschutzvorschriften VKF, Ausgabe 2015 (BSV 2015) geprüft und am 16.06.2015 als „Stand der Technik Papier (STP)“ anerkannt. Von der TKB-VKF überprüfte STP können Anforderungen enthalten, die über die Mindestanforderungen der BSV 2015 hinausgehen.

# Vorwort und Aufbau des Dokuments

Die Photovoltaik- und Solarwärmeanlagen haben in den letzten Jahren eine beachtliche Verbreitung erfahren und dürften in naher Zukunft bei Neubauten zum Standard eines Gebäudes gehören. Auch die Nachrüstung bestehender Gebäude mit Solaranlagen hat bereits heute und in Zukunft noch verstärkt ein grosses Realisierungspotenzial.

Heute sind die verschiedenen Anforderungen für die Erstellung von Solaranlagen in zahlreichen einzelnen Erlassen und in unterschiedlicher Regelungsdichte vorhanden. Oft fehlen auch konkrete Einbau- und Anwendungshinweise wie zum Beispiel in Sachen Brandschutz, Elementarschadenprävention usw. Zudem kommen laufend neue Solarprodukte auf den Markt, die in das bestehende Regelwerk zu integrieren sind.

Die aktuell vorliegende Ausgabe V2.0 berücksichtigt die neuen Brandschutzvorschriften per 1. Januar 2015 sowie das überarbeitete VKF Brandschutzmerkblatt Solaranlagen.

## VKF Brandschutzmerkblatt Solaranlagen

Um hier Rechtssicherheit zu schaffen, haben die betroffenen Fachverbände unter Federführung der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) ein Brandschutzmerkblatt (BSM) „Solaranlagen“ erarbeitet und dieses im Zuge der Revision der Brandschutzvorschriften aktualisiert. Es beinhaltet primär Schutzzieldefinitionen und mögliche Lösungsansätze für die bestehenden Gefahrenbereiche und für den Feuerwehreinsatz. Mit der Genehmigung des VKF Brandschutzmerkblattes durch die Technische Kommission Brandschutz VKF (TKB) soll eine einheitliche Umsetzung der vorhandenen Vorschriften und Normen gewährleistet werden.

## Stand-der-Technik-Papier Solaranlagen

Basierend auf diesem VKF Brandschutzmerkblatt hat der Schweizerische Fachverband für Sonnenenergie, Swissolar, ein Anwenderpapier erarbeitet, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Es zeigt im Detail mögliche Lösungen und Lösungsmöglichkeiten auf. Abhängig vom Stand der technischen Entwicklung und den laufenden Erfahrungen wird das vorliegende Papier in regelmässigen Abständen aktualisiert.

## Aufbau Dokument

Das vorliegende Stand-der-Technik-Papier (STP) übernimmt die Gliederungsstruktur aus dem VKF Brandschutzmerkblatt Solaranlagen. Zur besseren Verständlichkeit und im Sinne der Transparenz sind:

Bestimmungen aus dem VKF Brandschutzmerkblatt „Solaranlagen“ grau hinterlegt.



# Inhaltsverzeichnis

0	Vorwort und Aufbau des Dokuments	3
1	Geltungsbereich	6
1.1	Ausgangslage und Geltungsbereich	
1.2	Ziel und Verbindlichkeit	
2	Begriffe	7
3	Gefahrenbereiche, Schutzziele und Massnahmen	
3.1	Elektrische Gefahren	8
3.2	Brandgefahren	12
3.3	Elementargefahren	14
4	Feuerwehreinsätze	16
5	Überblick über Bewilligungsverfahren und Abnahmen	18
6	Unterhalt und Zugänglichkeit	20
7	Systemdokumentation	22
8	Anhänge	24
8.1	Geltungsbereich	25
8.2	Begriffe	28
8.3	Gefahrenbereiche, Schutzziele und Massnahmen	29
8.4	Feuerwehreinsätze	39

# 1. Geltungsbereich

## 1.1 Ausgangslage und Geltungsbereich

Aus den Bestimmungen der Schweizerischen Brandschutzvorschriften VKF ergeben sich Anforderungen an Bauten und Anlagen. Diese hängen im Wesentlichen von der Gebäudenutzung, der Gebäudegeometrie und den verwendeten Baumaterialien ab. Bei der Realisierung von Solaranlagen (Photovoltaik- und Solarwärmanlagen) in den verschiedensten Gebäudekategorien müssen die entsprechenden Brandschutzvorschriften eingehalten werden.

Die vorliegende Publikation dient als Hilfsmittel zur Planung der Schnittstellen zum Gebäude und soll den Fachleuten die nennenswerten Normen und Vorschriften möglichst übersichtlich zusammenfassen. Sie erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ersetzt keinesfalls die Arbeit von qualifiziertem Fachpersonal, das Solaranlagen entsprechend der relevanten Vorschriften und Normen planen, ausführen und kontrollieren kann.

Das vorliegende STP kann für die Planung und Realisierung von Solaranlagen an Bauten geringer (bis 11 m Gesamthöhe) oder mittlerer Höhe (bis 30 m Gesamthöhe) verwendet werden.

Subsidiär gelten dabei (eine Auflistung ist im Anhang 8.1.1 zu finden):

- Für den Bereich Brandschutz, Naturgefahren und Bau
  - Brandschutzvorschriften VKF
  - VKF Wegleitung Objektschutzmassnahmen
  - SIA Tragwerknormen
  
- Für den Bereich Elektroinstallationen
  - Verordnung Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen VPeA (SR 734.25)
  - Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse NEV (SR 734.26)
  - Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen NIV (SR 734.27)
  - Niederspannungs-Installations-Norm NIN (SN 411000:2015, Kapitel 7.12)
  - Blitzschutzsysteme (SNR 464022:2015)
  - Anschlussbedingungen des zuständigen Netzbetreibers (Werkvorschriften)
  - relevante IEC- und EN-Normen
  
- Für den Bereich Montage, Betrieb und Unterhalt
  - Bauarbeitenverordnung (BauAV)
  - Merkblätter Suva

## 1.2. Ziele und Verbindlichkeit

Die Ziele des vorliegenden Stand-der-Technik-Papier (STP) sind

1 Für die im VKF Brandschutzmerkblatt Solaranlagen (BSM) definierten Schutzziele konkrete Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die dem Stand der Technik entsprechen

2 Eine Auswahl an Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die entweder einzeln oder in Kombination angewendet werden können

Es richtet sich insbesondere an folgende Zielgruppen:

1. Architekten, Fachplaner und Installateure von Solaranlagen (Photovoltaik und Solarwärme)
2. Produkthersteller und –lieferanten
3. Bauherren und Betreiber
4. Organe der Feuerwehren
5. Behörden und Kontrollorgane (Brandschutzbehörden, Arbeitssicherheit, NIV)

## 2. Begriffe

Die Begriffe sind alphabetisch sortiert und umfassen mindestens diejenigen aus dem VKF Brandschutzmerkblatt. Wo notwendig und sinnvoll, sind sie durch weitere Begriffe ergänzt. Zusätzliche Begriffe sind in der NIN 7.12 sowie in den B+E zu finden.

- **Einbauarten**
  1. **Gebäude integrierte Anlagen:** Solarmodule, die als integrierte Bauteile in Fassaden und Dächer eingesetzt werden. Bei Dächern ersetzen diese Bauteile die konventionelle Dacheindeckung (Indachmontage), bei Fassaden die konventionellen Bekleidungen aus Glas, Stein, Metall, Holz, usw. Die Gebäudeintegration der Solaranlage kann sowohl bei Neubauten, als auch bei der Dach- und Fassadensanierung zum Einsatz kommen.
  2. **Gebäude aufgesetzte Anlagen:** Solarmodule, die als eigenständige Bauteile auf die Fassaden und Dächer aufgesetzt werden. Die konventionellen Dacheindeckungen und Fassadenbekleidungen werden nur durch die Befestigungspunkte der Solaranlage durchbrochen. Gebäude aufgesetzte Anlagen können bei allen Gebäudetypen zum Einsatz kommen.
- **Gleichstrom (DC):** Als Gleichstrom wird ein elektrischer Strom bezeichnet, dessen Richtung sich nicht ändert. Die englische Bezeichnung ist „direct current“ mit dem Kürzel DC, welches synonym auch für Gleichspannung verwendet wird.
- **Photovoltaik (PV):** Die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie mittels Solarzellen.
- **PV-Array-Anschlusskasten:** Gehäuse, in dem alle PV-Stränge eines PV-Arrays elektrisch untereinander verbunden sind und in dem, falls erforderlich, Schutzeinrichtungen und/oder Schalteinrichtungen angeordnet sind. Früher oft mit Feldverteilkasten (FVK) oder Generatoranschlusskasten (GAK) bezeichnet.
- **PV-Gleichstromhauptkabel/-leitung:** Leitung zur Verbindung des PV-Generatoranschlusskastens mit den gleichstromseitigen Klemmen des PV-Wechselrichters.
- **Solaranlagen:** Sammelbegriff im Sinne dieses Stand-der-Technik-Papiers für Photovoltaik- und Solarwärmeanlagen.
- **Solarmodul:** Kleinste komplette, gegen Umwelteinflüsse geschützte Einheit untereinander verbundener PV-Zellen
- **Solarwärme (SW):** Die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in nutzbare thermische Energie.
- **Sonnenkollektor:** Ein Sonnenkollektor - auch Solarkollektor genannt - ist ein Energiewandler. Umgewandelt wird die einfallende Sonnenenergie in thermische Energie, die ein Wärmeträger aufnimmt. Die weiteste Verbreitung hat bisher der Flachkollektor gefunden. Er besteht aus einem Absorber zur Nutzwärmeabgabe, welcher in einem Gehäuse mit transparenter Abdeckung und rückseitiger Wärmedämmung untergebracht ist. Beim Vakuumröhren-Kollektor befindet sich der Absorber in einem evakuierten Glasrohr. Das Vakuum ersetzt die rückseitige Wärmedämmung und vermindert die Wärmeverluste gegenüber einem Flachkollektor.
- **Wechselrichter (WR):** Ein Wechselrichter (auch Inverter) ist ein elektrisches Gerät, das Gleichspannung in Wechselspannung bzw. Gleichstrom in einen Wechselstrom umformt.
- **Wechselstrom (AC):** Wechselstrom bezeichnet elektrischen Strom, der seine Richtung (Polung) in regelmässiger Wiederholung ändert und bei dem sich positive und negative Augenblickswerte so ergänzen, dass der Strom im zeitlichen Mittel null ist. Die englische Bezeichnung ist „alternating current“ mit dem Kürzel AC, welches synonym auch für Wechselspannung verwendet wird.

### 3. Gefahrenbereiche, Schutzziele und Massnahmen

#### 3.1 Elektrische Gefahren

1. PV-Anlagen erzeugen bei Tageslicht Spannung, auch wenn die Installation beim Hausanschluss vom Ortsnetz getrennt ist. Bei Mondlicht und technischer Beleuchtung ist die Gefahr vernachlässigbar. Die Gefährdung durch die DC-Seite bleibt bestehen, auch wenn die AC-Seite abgeschaltet wird. Aufgrund der vielfältigen Anordnungs- und Ausführungsmöglichkeiten der PV-Anlage kann an Teilen der Installation und im Fehlerfall auch an leitfähigen Gebäudeteilen eine gefährliche Spannung anstehen.

Schutzziele aus VKF BSM	zu beachtende Gefahrenquellen
<p>1 Es ist sicher zu stellen, dass:</p> <p>a. Personen sowohl im Betrieb wie auch im Störfall keinen schädlichen elektrischen Schlag erleiden</p> <p>b. Einsatzkräfte durch PV-Anlagen bei Ihrer Arbeit nicht wesentlich behindert werden</p> <p>c. PV-Anlagen sowohl im Betrieb wie auch im Störfall die Brandgefahr (Brandquelle und Brandlast) nicht wesentlich erhöhen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektroinstallationen Dies gilt sowohl für die DC- als auch für die AC-Installationen.</li> <li>• PV-Module</li> <li>• Wechselrichter</li> </ul> <p>Von diesen Gefahrenquellen gehen vor allem die folgenden Wirkungen aus:</p> <p><b>A Elektrische Gefahren, hervorgerufen durch Installationen und Geräte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichtbögen</li> <li>- Elektrischer Schlag</li> <li>- Lokale Überhitzungen (Kontaktfehler)</li> <li>- elektrische und magnetische Felder</li> </ul>

2. Die Installation hat der Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) SN 411000 zu entsprechen.
3. PV-Anlagen führen zu keiner Blitzschutzpflicht sofern dies gemäss der Brandschutzrichtlinie 22-15de „Blitzschutzsysteme“ für dieses Gebäude nicht gefordert ist. Sind Blitzschutzsysteme vorhanden, ist die PV-Anlage in das Blitz- und Überspannungsschutzsystem einzubeziehen. Die Richtlinien des CES SNR 464022 „Blitzschutzsysteme“ und NIN 7.12.4.4 (Schutz gegen Überspannung) sind einzuhalten.
4. Die Betriebsmittel haben den Europäischen Normen (EN) zu entsprechen. Bei Auswahl und Einbau sind die Herstellerangaben verbindlich einzuhalten.

Lösungsansätze - Massnahmen					Normen + Vorschriften + Anhänge	
<b>A1 Bezeichnung</b> Die Betriebsmittel der PV-Anlagen sind eindeutig und dauerhaft zu kennzeichnen! Kennzeichnung gemäss NIN 2015 B+E 7.12.5.1.4. (Warnkleber DC-Leitung, Infoschild Systemspannung, Warnkleber PVA)					NIN 2015 STP Anhang 8.3.1 STP Anhang 8.4.1 Warnhinweise & Warnkleber von Swissolar	
<b>A2 Sichere Verlegung der DC-Leitungen</b> Die folgende Tabelle zeigt die Übersicht der möglichen Verlegearten und Montageorte.						
Anordnung	Montageort	auf/in brennbaren Gebäudeteilen	in feuergefährdeten Bereichen	vertikale Fluchtwege		explosionsgefährdete Bereiche
Alle DC Leitungen		doppelte Isolation				⊗
		kein PVC				
DC Modulverkabelung		 ohne Rohre	⊗			
DC Hauptleitung oder Array- / Stringleitung		Rohr RF 1 BKZ 6.3 Rohr RF 2 BKZ 5.2	Rohr RF 1 BKZ 6.3 <sup>*1)</sup>	⊗ *2)		
		oder konzentrischer PE-Leiter				
 zulässig  nicht zulässig						
*1) Die Rohre müssen so verlegt und verschlossen werden, dass ein Eindringen von Nagetieren verhindert wird. *2) Anordnung durch räumliche Abtrennung mindestens EI30-RF1 möglich.						
<b>Lösungsansätze, welche normativ gefordert sind:</b>						
<b>.1 Die Installation der DC-Leitungen haben der NIN zu entsprechen.</b> Die PV-Gleichstromhauptleitung ist ortsfest zu verlegen, und es sind Isolationsmaterialien zu verwenden, die erhöhte Anforderungen an die Isolation (halogenfreie Isolationsmaterialien) erfüllen. PVC-Isolationen sind dazu nicht geeignet. Es wird empfohlen, auf der gesamten DC-Seite (Strang-, Array- und DC-Hauptleitungen) den Schutz durch Verwendung von Schutzklasse II oder gleichwertiger Isolierung sicherzustellen. Die Strangleitungen, die die Module untereinander verbinden, dürfen lose unterhalb der Solarmodule verlegt werden. Falls keine angemessene Kabelauf-lage, zum Beispiel Unterdach, vorhanden ist, sind die Kabel mit Briden zu befestigen oder in Kabelkanälen zu führen. Dies gilt insbesondere bei Fassadenanlagen.					Electrosuisse NIN-Info 2090 NIN B+E 7.12.5.2.1.	
<b>.2 Führen PV-DC-Hauptleitungen über brennbare Gebäudeteile (AP) oder sind in brennbaren Gebäudeteilen verlegt (UP – beispielsweise Steigzonen in Holzbauten, Tragwerk), sind diese in schwerbrennbare (RF2 / BKZ 5.2) oder in nichtbrennbare (RF1 / BKZ 6q.3, BKZ 6.3) Rohre oder Kanäle aus Baustoffen der RF1 zu verlegen oder es sind Kabel mit einer metallischen Umhüllung oder einem konzentrischen Schutzleiter zu verwenden (keine PVC-Isolation). Dies gilt gleichermaßen für eine im Gebäudeinnern liegende Strangleitung ab dem Eintritt aus dem Unterdach bis zum Wechselrichter. Ausnahmen bilden im Dachbereich die Verbindungsleitungen von Solarmodulen untereinander. Führen solche Leitungen durch feuergefährdete Bereiche, sind diese in nichtbrennbare (RF1 / BKZ 6q.3, BKZ 6.3) Rohre oder Kanäle zu verlegen oder es sind Kabel mit einer metallischen Umhüllung oder einem konzentrischen Leiter zu verwenden (keine PVC-Isolation).</b>					STP Anhang 8.3.3  NIN 4.2.2.3	
					./.	

### 3. Gefahrenbereiche, Schutzziele und Massnahmen

#### 3.1 Elektrische Gefahren

Schutzziele aus VKF BSM	zu beachtende Gefahrenquellen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Batterieanlagen</b></li> </ul> <p>Von dieser Gefahrenquelle gehen vor allem die folgenden Wirkungen aus:</p> <p><b>B Bildung von Gasen bei</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Batterien (Wasserstoff)</li> <li>– Wechselrichtern und DC-Installationen im Überschwemmungsbereich (Elektrolyse)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Überspannungen</b></li> </ul> <p>Von dieser Gefahrenquelle gehen vor allem die folgenden Wirkungen aus:</p> <p><b>C Überspannungseignisse (induktive und kapazitive Einkopplungen), verursacht durch</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schaltvorgänge</li> <li>– Blitzschläge</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mechanische Beschädigungen der Elektroinstallationen (Wechselrichter, DC-Leitungen, etc.)</b></li> <li>• <b>Klein- und Nagetierschäden (Lichtbogen bei DC-Leitungen, etc.)</b></li> </ul> <p>Von diesen Gefahrenquellen gehen vor allem die folgenden Wirkungen aus:</p> <p>D Isolationsdefekte an DC-Leitungen, verursacht durch mechanische Einwirkungen und Nagetierfrass, stellen eine grosse Brandgefahr (DC-Lichtbögen) dar.</p>

Lösungsansätze - Massnahmen	Normen + Vorschriften + Anhänge
<p>.3 Es sind nach EN Normen geprüfte Installationsmaterialien zu verwenden.</p> <p>.4 Weder DC-Hauptleitungen noch Strang- noch Arrayleitungen, Klemmenkasten, Überspannungsableiter oder Wechselrichter dürfen in explosionsgefährdeten Zonen oder Bereichen verlegt werden.</p> <p>.5 Wechselrichter sind ausserhalb von feuergefährdeten Betriebsstätten/Räumen anzuordnen</p> <p>.6 DC-Leitungen nicht im Bereich von vertikalen Flucht- oder Zugangswegen für Einsatzkräfte verlegen. Leitungen in einem geschlossenen Kabelkanal oder Installationsschacht mit entsprechendem Feuerwiderstand sind zulässig.</p> <p>.7 In Hohlräumen zwischen Abgasanlagen und Installationsschächten oder Ummauerungen sowie in Liftschächten sind keine Fremdinstallationen wie DC-Leitungen zulässig. Ausnahmen (z.B. Bildung eigener Brandabschnitte) müssen mit den Brandschutzbehörden abgesprochen werden.</p> <p><b>Lösungsansätze, die normativ nicht gefordert sind:</b></p> <p>.8 DC-Leitungen möglichst kurz halten, indem der Wechselrichter möglichst nahe beim PV-Generator montiert wird.</p> <p>.9 DC-Leitungen ausserhalb von Gebäuden verlegen. Dabei sind die Anforderungen des Blitz- und Überspannungsschutzes zu berücksichtigen</p> <p><b>A3 Anforderungen an Montagestandorte von Wechselrichtern</b>          Bezüglich Anordnung und Montage hinsichtlich Brandgefahr sind WR den Schaltgerätekombinationen gleichzustellen. Wechselrichter mit Bedienelementen sind an jederzeit gut zugänglichen Stellen zu installieren. Abwärme (ca. 2 - 5% der Nennleistung P<sub>n</sub>) muss natürlich oder mechanisch abgeführt werden können. Die Herstellerangaben müssen beachtet werden.</p>	<p>NIN 4.2.2.1</p> <p>BSR 15-15, Brandschutzabstände Tragwerke Brandabschnitte</p> <p>NIN 4.2.2.2</p> <p>NIN 4.2.2.3 NIN 5.3.9</p>
<p><b>B1 Batterieanlagen</b>          Bei Batterieanlagen mit nicht wartungsfreien Batterien kann Wasserstoff freigesetzt werden. Werden diese Räume nicht entlüftet, entstehen explosionsgefährdete Bereiche.</p> <p><b>B2 Wechselrichter Standorte</b>          Durch Hochwasser gefährdete Bereiche sind zu vermeiden, oder es sind Schutzvorkehrungen wie AC- und DC-Trennstellen (z.B. DC-Lasttrennschalter) ausserhalb der gefährdeten Bereiche einzusetzen.</p>	<p>BSR 17-15, Ziffer 3.3.3, Abschnitt 4</p>
<p><b>C1 Blitz- und Überspannungsschutz</b>          Sowohl die Blitzschutzpflicht wie auch die Blitzschutzklasse werden durch die Montage einer Solaranlage auf ein Gebäude nicht verändert.</p> <p>Um ein Gebäude und dessen Betriebsmittel zuverlässig vor Überspannungsereignissen zu schützen, ist eine Risikoanalyse gemäss SN EN 62305-10 erforderlich. Installationen, die den NIN (B+E 7.12.4.4.3, Varianten 1 bis 5) entsprechen, gelten als Standardvarianten im Sinne der Risikoanalyse gemäss SN EN 62305-10. Die Details der Ausführungen müssen vorgängig, vor Baubeginn definiert werden.</p> <p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Überspannungsschutzelemente werden idealerweise beim Gebäudeeintritt im Arrayanschlusskasten platziert. Andere Lösungen unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten sind aber möglich.</li> <li>- Der Zustand der Isolation wird durch die Wechselrichter dauernd überwacht.</li> </ul> <p>VORSICHT: Wechselrichter für PV-Generatoren mit Plus/Minus-Pol Erdung müssen für diese spezielle Anforderung gebaut sein (Isolationsüberwachung).</p>	<p>SNR 464022:2015 NIN 2015 B+E 7.12.4.4.3 SN EN62305-2</p>
<p><b>D1 Mechanischer Schutz</b>          Komponenten von PV-Anlagen, wie z.B. Wechselrichter oder Arrayanschlusskasten sind derart zu platzieren, dass sie vor mechanischer Einwirkung geschützt sind.</p> <p><b>D2 Klein- und Nagetierschutz</b>          DC-Leitungen sind vor Nagetieren zu schützen. Zu- und Abluftöffnungen von Durchlüftungsräumen müssen gemäss der Wegleitung von Gebäudehülle Schweiz zur SIA-Norm 232/1, Geneigte Dächer, ausgeführt werden.</p>	<p>Gebäudehülle Schweiz: Wegleitung zu SIA 232/1, Geneigte Dächer STP Anhang 8.3.4</p>

### 3.2 Brandgefahren

1. Von Solaranlagen kann bei nicht sachgemäßem Einbau, Betrieb und Wartung in Bezug auf Brandentstehung und Brandausbreitung eine unzulässige Gefahrenerhöhung ausgehen. Die Schutzziele aus der Brandschutznorm gelten daher auch für Solaranlagen.
2. Grundsätzlich sind die gültigen Brandschutzvorschriften einzuhalten.
3. Gebäude aufgesetzte Solaranlagen mit einer nicht brennbaren äussersten Schicht dürfen auf Flach- oder Steildächern, welche den Brandschutzvorschriften entsprechen, ohne weitere Brandschutzanforderungen montiert werden.
4. Solaranlagen dürfen die Wirkung von Brandschutzeinrichtungen wie Brandmauern oder Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen (RWA) nicht beeinträchtigen. Im speziellen sind die Anforderungen der Brandschutzlärterung 100-15 „Brandmauern“ einzuhalten.

Schutzziele aus VKF BSM	zu beachtende Gefahrenquellen
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Schutzziele der Brandschutznorm Artikel 8 sind einzuhalten.</li> <li>2. Solaranlagen dürfen weder im Betrieb noch im Störfall zu einer unzulässigen Gefahrenerhöhung führen.</li> <li>3. Brandschutzeinrichtungen (wie RWA, Brandmauern etc.) dürfen durch Solaranlagen nicht beeinträchtigt werden.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Installationen in feuergefährdeten Betriebsstätten/Räumen.</li> </ul> <p>Von dieser Gefahrenquelle gehen vor allem die folgenden Wirkungen aus:</p> <p><b>A Elektroinstallationen als Zündquellen mit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lichtbögen als Folge von Leiterunterbrüchen</li> <li>– schlechten Kontaktstellen</li> <li>– Installationsfehlern und/oder ungeeigneten Betriebsmitteln</li> <li>– Defekten durch unterlassene Reparatur von sicherheitsrelevanten Betriebsmitteln</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterlaufen der Wirkung von Brandmauern durch Bildung von Hohlräumen im Bereich der Brandmuerkrone und des Anschlusses an die Bedachung.</li> </ul> <p>Von dieser Gefahrenquelle gehen vor allem die folgenden Wirkungen aus:</p> <p><b>B Brandausbreitung über:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektroinstallation</li> <li>– Hohlräume</li> <li>– Gebäudekonstruktionen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beeinträchtigung von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (Flachdächer, Winddynamik, Entrauchungsöffnungen, etc.)</li> </ul> <p><b>C Funktionserhalt RWA</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dauerwärmebeständigkeit von Bauprodukten</li> </ul> <p><b>D Dauerwärmebeständigkeit</b></p>

5. Für die Anwendung von Solaranlagen sind die Anforderungen an das Brandverhalten von Bedachungen und Aussenwandkonstruktionen bezüglich der Schichtaufbauten (Oberste Schicht, Wärmedämmschicht, Unterdach, usw.) in der Brandschutzrichtlinie 14-15 „Verwendung von Baustoffen“ geregelt und einzuhalten. Insbesondere dürfen Solaranlagen an Aussenwänden die Anforderungen gemäss Ziffer 3.1.1, Abs. 2 der erwähnten Brandschutzrichtlinie nicht unterlaufen. PV-Module mit einem Glas/Glas oder Glas/Folienaufbau, die als Teil einer Bedachung eingesetzt werden, gelten im Sinne der Brandschutzvorschriften als nicht brennbare oberste Schicht, wenn die bewitterte Schicht aus nicht brennbaren Baustoffen besteht und die Gesamt-Folienschichtdicke max. 1.5 mm aufweist.

	Lösungsansätze - Massnahmen	Normen + Vorschriften + Anhänge
	<p><b>A1 Gebäude aufgesetzte PV-Anlagen</b>            .1 Grundsätzlich dürfen PV-Anlagen mit nicht brennbarer äusserster Schicht auf brandschutzkonformen Flach- oder Steildächern ohne weitere Brandschutzanforderungen montiert werden.</p> <p><b>A2 Gebäude integrierte PV-Anlagen</b>            .1 Bei Gebäude integrierten PV-Anlagen mit einer Flächenausdehnung <math>\geq 1200 \text{ m}^2</math> ist ein Unterdach oder eine Verlegeunterlage aus Baustoffen der RF1 erforderlich. Grössere Flächen brennbarer Unterdächer oder Verlegunterlagen sind möglich, wenn der Luftraum zwischen der Solaranlage und der Verlegeunterlage mit mindestens 0.5 m breiten Unterteilungen aus Baustoffen der RF1 in Felder <math>\leq 1200 \text{ m}^2</math> aufgeteilt ist. Lattungen und Montagerahmen aus Baustoffen der RF3 (beispielsweise Holz) sind zulässig. Unterdachbahnen dürfen aus Baustoffen der RF4 (cr) bestehen.            .2 Gebäude integrierte PV-Anlagen sind von feuergefährdeten Betriebsstätten/Räumen mit einem vollflächigen und trittsicheren Unterdach abzutrennen. Anwendbar sind beispielsweise:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzwerkstoffplatten aus Baustoffen der RF3</li> <li>• Profilbleche oder Bauplatten aus Baustoffen der RF1</li> </ul>           .3 Für die Anwendung von PV-Anlagen an oder in Fassaden gelten sinngemäss die Bestimmungen für brennbare Aussenwandkonstruktionen der VKF Brandschutzrichtlinie 14-15, Verwendung von Baustoffen. Insbesondere dürfen PV-Anlagen an Aussenwänden die Anforderungen gemäss Ziffer 3.1.1, Abs. 2 der erwähnten Brandschutzrichtlinie nicht unterlaufen.</p>	<p>BSR 14-15,            Verwendung von Baustoffen Anhang 8.3.2</p>
	<p><b>B1 Brandmauern</b>            .1 Im Dach- und Aussenwandbereich von Brandmauern sind Solaranlagen derart auszuführen, dass ein Brandübergreif verhindert wird. Brandmauern sind bis unmittelbar unter die oberste Schicht der Bedachung oder an die äusserste Schicht der Fassadenkonstruktion zu führen. Photovoltaikmodule, respektive Sonnenkollektoren aus brennbaren Materialien und/oder mit einer brennbaren äussersten Schicht sowie Hohlräumen im Bereich von Brandmauern sind nicht gestattet.            .2 Im Bereich von Brandmauern sind Solaranlagen derart auszuführen, dass ein Brandübergreif wirksam verhindert wird. Die Anschlussdetails sind sinngemäss der VKF BSE 100-15, Brandmauern auszuführen.</p>	<p>Anhang 8.3.2            BSE 100-15</p>
	<p><b>C1 Funktionserhalt von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA)</b>            Bei mechanischen RWA muss mindestens der geforderte Öffnungswinkel sichergestellt werden. Bei RWA mit natürlicher Konvektion müssen Solaranlagen/Module zu RWA-Öffnungen in der Regel einen Mindestabstand von 2m aufweisen oder es ist ein Nachweis (Bestätigung durch den Systemlieferanten) zu erbringen, dass keine Beeinträchtigung der Winddynamik und des geforderten Öffnungswinkels besteht.</p>	
	<p><b>D1 Dauerwärmebeständigkeit von Bauprodukten</b>            Solaranlagen mit Flach- und Vakuumröhrenkollektoren müssen in allen Teilen derart konstruiert sein, dass sie den bauartbedingten Temperaturen bei Stagnation dauerhaft widerstehen können und benachbarte Bauteile nicht auf Temperaturen <math>\geq 85^\circ\text{C}</math> aufheizen. Insbesondere sind die Anschlussleitungen mit entsprechenden Isoliermaterialien zu dämmen.</p>	<p>VKF BSR 14-15 „Verwendung von Baustoffen“ und Dokument „Allgemein anerkannte Bauprodukte“</p>

### 3.3 Elementargefahren

1. Alle Bauelemente der Gebäudehülle sind den Windkräften und dem Hagel ausgesetzt. Bei Dachflächen kommt der Schneedruck dazu. Werden solche Bauelemente nicht korrekt dimensioniert, fachlich falsch eingebaut oder werden ungeeignete Produkte eingesetzt, können sie aus der Befestigung gerissen oder beschädigt werden. Die Erfahrung aus Schadensfällen zeigt, dass diese abrutschen, vom Dach abgehoben werden, umherfliegen und Menschen verletzen oder Sachschäden verursachen können. Diese Gefährdung gilt insbesondere auch für solare Bauelemente. Für Solaranlagen sind oftmals die Windsogkräfte massgebend.

Schutzziele aus VKF BSM	zu beachtende Gefahrenquellen	
<p>1. Es muss sichergestellt werden, dass Solaranlagen den Elementargefahren dauerhaft standhalten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wind</li> <li>• Schneedruck</li> <li>• Hagel</li> <li>• Dachlawinen</li> </ul> <p>A Elementargefahren</p>	
	<p>B Überflutungen (DC -&gt; Elektrolyse)</p>	

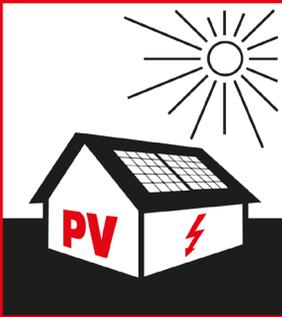
Lösungsansätze - Massnahmen	Normen + Vorschriften + Anhänge
<p><b>Die VKF-Wegleitung „Objektschutz gegen meteorologische Gefahren“ ist zu beachten</b></p> <p><b>A1 Geltende Normen</b> Für die korrekte Dimensionierung bezüglich Wind- und Schneelasten ist die SIA-Norm 261 anzuwenden. Es sind Elemente mit einem nachgewiesenen Widerstand für die lokal vorhandene Schneelast einzusetzen.</p> <p>Solarmodule müssen den Normen entsprechen.</p> <p>Sonnenkollektoren müssen den Normen entsprechen.</p> <p><b>A2 Hagel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Abhängig vom Standort ist eine bestimmte Hagelwiderstandsklasse HWx notwendig (gemäss Hagelintensitätskarten).</li> <li>– Den VKF Beschluss B vom 01.06.2014 (Version 1.03) „Beschluss für die Zuordnung von nach IEC und ISO-Normen geprüften solaren Bauelementen zu einer Hagelwiderstandsklasse“ beachten.</li> </ul> <p>Bei der Solarwärme sollen auch Röhrenkollektoren für die entsprechende Hagelwiderstandsklasse erfolgreich getestet sein.</p> <p><b>A3 Dachlawinen</b> Die Gefahr einer Dachlawine besteht bei jedem Steildach. Besonders bei öffentlichen Wegen unterhalb der Dachtraufe ist darauf zu achten, dass keine Personen durch abrutschende Schnee- und Eismassen gefährdet werden.</p>	<p>SIA Norm 261 Einwirkungen auf Tragwerke</p> <p>SNEN 61215 kristalline PV Module SNEN 61646 Dünnschicht PV Module IEC 61730 / -1 -2 Sicherheitsprüfung PV Module</p> <p>SN EN 12975 Sonnenkollektoren</p> <p>Infos auch unter <a href="http://www.hagelregister.ch">www.hagelregister.ch</a></p> <p>SIA Norm 232/1:2011 Geneigte Dächer</p>
<p><b>B1 Wechselrichter Standorte</b> Durch Hochwasser gefährdete Bereiche sind zu vermeiden, oder es sind Schutzvorkehrungen wie AC- und DC-Trennstellen (z.B. DC-Lasttrennschalter) ausserhalb der gefährdeten Bereiche einzusetzen.</p>	

#### 4. Feuerwehreinsätze

1. Im Notfall (Brand, Elementarereignis, usw.) muss die Feuerwehr möglichst ungehindert die nötigen Rettungs-, Sicherungs- und Löscheinsätze durchführen können. Hierzu ist es wichtig, dass von Solaranlagen keine wesentliche Risikoerhöhung ausgeht.

2. Der Bauherr informiert das Feuerwehrkommando über die Installation einer Solaranlage.

Schutzziele aus VKF BSM	zu beachtende Gefahrenquellen	
<p>Es ist sicher zu stellen, dass:</p> <p>a. sichere Einsätze der Feuerwehr möglich sind.</p> <p>b. die Feuerwehr in Kenntnis über eine vorhandene Solaranlage ist.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Gefahren bei Löschangriffen oder bei Elementarereignissen</li> <li>• Behinderungen durch Installationsteile und grossflächige Anlagen</li> <li>• Herabfallende Anlageteile oder Anlagen</li> </ul>	
	<p><b>B Gefahren bei Brandbekämpfung</b>            (Stromschlag und Lichtbögen, Bildung von Brand- und Rauchgasen, Trümmerschatten, Bersten von Gefässen und Austritt von Dampf)</p>	

Lösungsansätze - Massnahmen	Normen + Vorschriften + Anhänge
<p>Im Brandfall müssen Dachgeschosse von der Aussenseite durch die Feuerwehr geöffnet werden können. Eine Ausnahme bilden Dächer, die mit nicht brennbaren Materialien ausgeführt sind (z.B. Beton- oder Metaldächer). Die Zugänglichkeit ist insbesondere bei vollflächigen Solaranlagen mit geeigneten Massnahmen sicherzustellen.</p> <p><b>Eine Auswahl davon sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zufahrt von einer anderen Gebäudeseite sicherstellen</li> <li>– „Sollöffnungsstellen“ einbauen</li> <li>– Geeignete Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen einbauen</li> </ul> <p>Die Feuerwehr soll auf möglichst einfache Art eine vorhandene PV-Anlage erkennen und sich auf die Gegebenheiten einstellen können. Es ist ein Gefahrenhinweis anzubringen: Die Kennzeichnung soll aus witterungsbeständigem und farbechtem Material angefertigt sein.</p> <p>Anbringungsort der Kennzeichnung gemäss NIN (7.12.5.1.) (siehe auch Skizze im Anhang BSM, respektive Anhang 8.3.2)</p> <p>Bei Gebäuden mit Brandmelde- oder Sprinkleranlage ist zusätzlich beim Feuerwehrbedien- und Anzeigeteil eine Kennzeichnung anzubringen.</p> <p>Ein Orientierungsplan über die PV-Anlage mit Angabe der Standorte der Module, DC-Leitungen, Wechselrichter sowie Schalt- und Schutzeinrichtungen (wenn vorhanden) ist zu erstellen. Eine entsprechende Dokumentation der Feuerwehr abgeben und vor Ort an einer geeigneten gut zugänglichen Stelle hinterlegen.</p> <p>Die Solaranlage in vorhandenen Brandschutz- und Feuerwehreinsatzplänen nachführen.</p>	<p>BSR 21-15, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen</p> <div data-bbox="1187 984 1511 1338" style="border: 2px solid red; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <p>Hinweisschild ist bei SWS erhältlich</p>
	<p>FKS-Reglement Basiswissen Kapitel 6 Brandbekämpfung Kapitel 11 Energieträger</p>

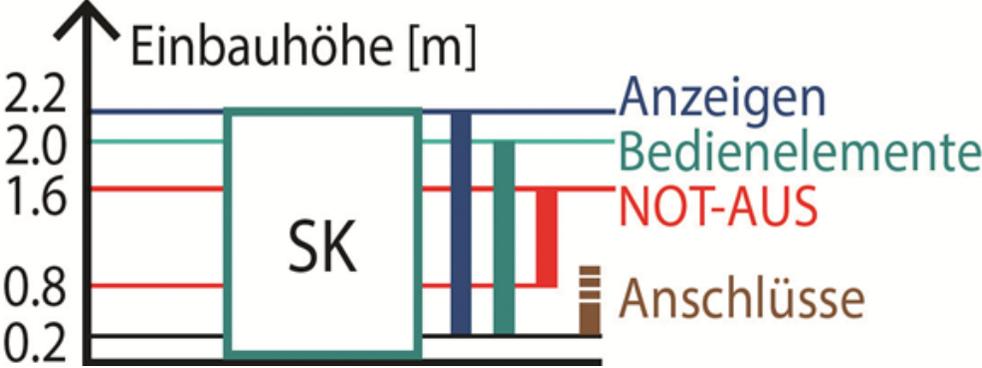
## 5. Überblick über Bewilligungsverfahren und Abnahmen

Ziele	Hinweise	
<p>Solaranlagen bedürfen in vielen Fällen keiner Baubewilligung mehr, es verbleiben aber das Meldeverfahren an die Baubehörden sowie die notwendigen elektrischen Bewilligungen. Diese Verfahren müssen immer eingehalten werden.</p>	<p><b>Baubewilligungsfrei bedeutet nicht rechtsfrei. Sowohl das Meldeverfahren (vor Baubeginn!), die Brandschutzvorschriften als auch die notwendigen elektrischen Bewilligungen sind zu respektieren, respektive einzuholen.</b></p> <p>Mit Revision des Raumplanungsgesetzes sind „genügend angepasste“ Solaranlagen grundsätzlich bewilligungsfrei. Solaranlagen sind gemäss Verordnung genügend angepasst, wenn sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. die Dachfläche im rechten Winkel höchstens 20 cm überragen,</li> <li>b. von vorne und von oben gesehen nicht über die Dachfläche hinausragen,</li> <li>c. nach dem Stand der Technik reflexionsarm ausgeführt werden</li> <li>d. als kompakte Fläche zusammenhängen.</li> </ul> <p>Anlagen auf Natur- und Kulturdenkmälern von kantonaler oder nationaler Bedeutung sind nach wie vor bewilligungspflichtig. Die Verordnung nennt die zu berücksichtigenden Inventare (RPV). Kantone können zudem Zonen mit Bewilligungspflicht festlegen.</p>	
<p>Jede beteiligte Stelle (Behörden, Verteilnetzbetreiber, ESTI, etc.) ist über die Zuständigkeit für Kontrollen und Abnahmen informiert und kann diese vollziehen.</p>	<p>Bei mehreren beteiligten Stellen besteht eine gewisse Gefahr, dass einzelne Aspekte mehrfach, andere Aspekte dafür gar nicht kontrolliert werden.</p>	

Lösungsansätze - Massnahmen			Normen + Vorschriften + Anhänge
<p>Folgende Abklärungen sind vor Baubeginn projektbezogen zu treffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist eine Baubewilligung notwendig (ansonsten Meldeverfahren)?</li> <li>- Welche Brandschutzbehörde ist zuständig?</li> <li>- Welche Brandschutzmassnahmen sind notwendig?</li> <li>- Welche Informationen benötigt die Feuerwehr?</li> <li>- Welches ist der zuständige Verteilnetzbetreiber?</li> <li>- Ist dem ESTI ein Gesuch um Plangenehmigung einzureichen (P &gt; 30 kVA)?</li> </ul> <p>Die folgende Auflistung soll einen Überblick der notwendigen Abklärungen, Bewilligungsverfahren sowie der gesetzlich geforderten Kontrollen geben. Der Umfang und Detaillierungsgrad soll projektbezogen ausgeführt werden.</p> <p>Die Phasen entsprechen dem Leistungsmodell 112 des SIA.</p>			<p>RPV Art. 32a und 32b</p> <p>Werkvorschriften</p>
<b>a) Planung (Phasen 2 +3)</b>			
Ersteller	Behörde / Amt	Resultierendes Dokument / Einzureichendes Gesuch (Projektabhängig)	Gilt für - PVA (PV-Anlage) - SKA (Solarkollektor-Anlage)
Baufachleute Planer	In der Regel nicht notwendig, da interne Dokumente	- Machbarkeitsstudien - Vorprojekt - Gebäudestatik - Berechnung Wind- und Schneelast - Zustand Abklärungen Dachkonstruktionen	PVA / SKA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Baubehörde	- Bauanzeige oder - Gesuch Baubewilligung	PVA / SKA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Brandschutzbehörde	- Brandschutzkonzept - Blitzschutzkonzept	PVA / SKA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Eidg. Starkstrominspektorat (sofern P > 30 kVA)	- Gesuch um Planvorlage	PVA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Verteilnetzbetreiber	- Anschlussgesuch - Installationsanzeige - Gerätebestellung	PVA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Swissgrid	- KEV Anmeldung	PVA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Arbeitsinspektorate	- Zugangs- und Fluchtwegkonzepte	PVA / SKA
<b>b) Realisierung (Phasen 4 + 5)</b>			
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Baubehörde	- Anzeige Baubeginn - Anzeige Bauvollendung (sofern mit Baubewilligung)	PVA / SKA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Brandschutzbehörde	- Abnahme Blitzschutzanlage - Abnahme BS-Massnahmen	PVA / SKA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Eidg. Starkstrominspektorat (sofern P > 30 kVA)	- Fertigstellungsanzeige	PVA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Netzbetreiber	- Fertigstellungsanzeige - Sicherheitsnachweis	PVA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Unabhängiges Kontrollorgan	- Sicherheitsnachweis - Abnahmekontrolle	PVA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Swissgrid	- Inbetriebnahmemeldung - Beglaubigung der Anlagedaten, HKN-Nachweis	PVA
<b>c) Betrieb (Phase 6)</b>			
Eigentümer	Gebäudeunterhalt	- Serviceverträge - Überwachungsverträge	PVA / SKA
Eigentümer Beauftragte Unternehmen	Swissgrid	- Beglaubigung der Anlagedaten, HKN-Nachweis	PVA
<b>d) Finanzielle Aspekte (betrifft alle Bauphasen)</b>			
Eigentümer	Versicherungen	- Anlagenversicherung (Gebäudeversicherung) - Haftpflichtversicherung - Ertragsausfall Abdeckung	PVA / SKA
Eigentümer Treuhänder	Steuerverwaltung	- Anpassung Vermögen - Anpassung Einkommen (Erträge)	PVA / SKA

## 6. Unterhalt und Zugänglichkeit

Ziele	Gefahren	
<p>1. Solaranlagen dürfen weder im Betriebs- noch im Störfall zu einer unzulässigen Gefahrenerhöhung führen.</p>	<p><b>A Solaranlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- sind allen Witterungseinflüssen ausgesetzt</li><li>- mit defekten Betriebsmitteln</li></ul>	
<p>2. Bei Solaranlagen müssen die Bedienelemente jederzeit entsprechend der Vorgaben der NIN zugänglich sein.</p> <p>Zutritte zum Solargenerator für Kontrolle, Reinigung oder Reparatur sind mit temporären Massnahmen oder festen Einrichtungen gegen den Absturz gemäss den Vorgaben der Suva zu sichern.</p>	<p><b>B Absturzgefahr bei Bedienung, Wartung und Reparatur</b></p>	

Lösungsansätze - Massnahmen	Normen + Vorschriften + Anhänge
<p><b>A1 Wartung einer Solaranlage</b>  Der korrekte Betrieb von Solaranlagen soll regelmässig geprüft werden.  Defekte, sicherheitsrelevante Komponenten sollen umgehend ersetzt oder repariert werden.  Es wird empfohlen, diese Kontrollen und Unterhaltsarbeiten zu dokumentieren.  Die Verantwortung liegt beim Gebäudeeigentümer.</p>	
<p><b>B1 Zugänglichkeit</b>  Die Bedienelemente wie AC- und DC-Schaltanlagen und Wechselrichter (aber auch Solarregler bei Solarkollektoranlagen) müssen jederzeit zugänglich sein. Müssen diese Betriebsmittel in der Höhe angeordnet werden, sind entsprechende Schutzeinrichtungen gegen Absturz fest zu installieren (Arbeitspodeste, etc.). Diese Podeste sind gemäss NIN B+E 5.1.3.1.2.1 zu erstellen.</p> <p>Die NIN legt die zulässigen Höhen für Bedienelemente und Bezeichnungen bei Schalterkombinationen (SK - beispielsweise GAK, WR, etc.) fest. Die folgende Grafik zeigt die verschiedenen Höhen auf.</p>  <p>Fest installierte Schutzeinrichtungen gegen Absturz sind gemäss Suva Factsheet anlagenspezifisch einzuplanen.</p> <p><b>B2 Arbeiten mit PSAgA (Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz)</b>  Können die Unterhaltsarbeiten nicht mit Kollektivschutz ausgeführt werden, dürfen diese Arbeiten nur durch entsprechend ausgebildetes Personal ausgeführt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nur Personen mit Ausbildung im Umgang mit PSAgA</li> <li>- regelkonforme PSAgA</li> <li>- Keine Alleinarbeit</li> </ul> <p>Rettung mit eigenen Mitteln muss möglich sein.</p>	<p>Merkblatt 44095.d „Sicherheit zu Energie vom Dach Montage und Instandhaltung von Solaranlagen“</p>

## 7. Systemdokumentation

Ziele		
<p>Es ist sicher zu stellen, dass folgende Organe in Kenntnis über eine vorhandene PV-Anlage sind:</p> <p>a) die Feuerwehr</p> <p>b) weitere involvierte Personen und Organisationen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Betriebsinhaber</li><li>- VNB</li><li>- Kontroll- und Sicherheitsorgane</li></ul> <p>Bei einer vorhandenen Solarkollektoranlage gelten mit Ausnahme des VNB die unter Buchstabe b) genannten Personen und Organisationen ebenfalls.</p>		

Lösungsansätze - Massnahmen	Normen + Vorschriften + Anhänge
<p>Folgende Dokumente sind für eine aussagekräftige Anlagendokumentation von PV-Anlagen erforderlich (die Aufzählung ist nicht abschliessend, orientiert sich aber an der SNEN 62446):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemdaten: Adressen, Kontaktpersonen, technische Daten, ...</li> <li>2. Stromlaufpläne: Prinzipschema, Stringplan, Dachplan, Detailpläne, ...</li> <li>3. Datenblätter: Solarmodule, Wechselrichter, Zubehör und Schutzgeräte, ...</li> <li>4. Angaben über die mechanische Konstruktion: Befestigungs konstruktion, Statiknachweise, ...</li> <li>5. Betriebs- und Wartungsangaben: Bedienungsanleitung, Notabschaltung/Trennverfahren, Info an die zuständige Feuerwehr, notwendige und empfohlene Kontrollen und Wartungen, ...</li> <li>6. Prüfergebnisse und Inbetriebnahmeangaben: Inbetriebnahme- und Abnahmeprotokolle, Mess- und Prüfprotokoll (AC und PV), Beglaubigungen, ...</li> </ol> <p>(Bei übersichtlichen Anlagen sowie bei kleinen Anlagen können obengenannte Dokumente auch zusammengefasst werden.) Mindestens eine gedruckte Version der Dokumentation ist an einem geeigneten, gut zugänglichen Ort bei der Anlage zu deponieren.</p> <p>Bei Solarkollektoranlagen sind folgende Dokumente für eine aussagekräftige Anlagendokumentation erforderlich (Aufzählung ist nicht abschliessend):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemdaten: Adressen, Kontaktpersonen, technische Daten, ...</li> <li>2. Stromlaufpläne: Prinzipschema, Elektroschema, ...</li> <li>3. Datenblätter: Kollektoren, Regelungen, ...</li> <li>4. Angaben über die mechanische Konstruktion: Befestigungs konstruktion, Statiknachweise, ...</li> <li>5. Betriebs- und Wartungsangaben: Bedienungsanleitung, notwendige und empfohlene Kontrollen und Wartungen, ...</li> <li>6. Prüfergebnisse und Inbetriebnahmeangaben: Inbetriebnahme- und Abnahmeprotokolle, ...</li> </ol>	<p>NIN 1.3.2.13 NIN 5.1.4.5 NIN 7.12.5.1.4 SNEN 62446</p>

# 8. Anhänge

<b>Kapitel 1, Geltungsbereich</b>		
8.1.1	Zusammenstellung der gültigen Normen	25
8.1.2	Brandverhalten von Baustoffen	26
8.1.3	Feuerwiderstand von Bauteilen	27
<b>Kapitel 2, Begriffe</b>		
8.2.1	Glossar	28
8.2.2	Links zu Informationen	28
<b>Kapitel 3, Gefahrenbereiche, Schutzziele und Massnahmen</b>		
8.3.1	Konstruktive Details	29
8.3.2	Kennzeichnung von Photovoltaikanlagen nach NIN	34
8.3.3	Beispielhafte Installationen von Photovoltaikanlagen nach NIN 7.12.5	36
8.3.4	Beispielhafte Zuluftöffnungen von Durchlüftungsräumen	37
8.3.5	Prinzip der kleinen Leiterschlaufen von Photovoltaikanlagen	38
<b>Kapitel 4, Feuerwehreinsätze</b>		
8.4.1	Muster Übersichtsplan Feuerwehreinsatz	39

## 8.1 Anhänge zum Kapitel 1, Geltungsbereich und Normen

### 8.1.1 Zusammenstellung der gültigen Normen

#### 1. Einleitung

Neben den eigentlichen Brandschutzvorschriften gibt es für PV-Anlagen eine ganze Reihe von verschiedenen Normen, Vorschriften und Empfehlungen, die den sicheren Bau und Betrieb der betreffenden Anlage sicherstellen. Diese wiederum gibt grösstmögliche Sicherheit, damit kein Feuer entsteht. Die eigentlichen Brandschutzbestimmungen sind hier nicht wiederholt.

#### 2. Normenübersicht

Die vorliegende Zusammenstellung lehnt sich stark an das Swissolar-Merkblatt Photovoltaik Nr. 6, Merkblatt-Nr.21006d, Version 08/2015 © Copyright Swissolar.

##### 2.1 Bauwesen

Die meisten Vorgaben rund um das Bauwesen stammen vom Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein. Bezüglich Sicherheit sind die Anforderungen an die mechanische Qualität bezüglich Schnee- und Windlasten relevant. Diese sind in der SIA 261: „Einwirkungen auf Tragwerke“ (Bezug: [www.webnorm.ch](http://www.webnorm.ch)) festgelegt. Darin ist unter anderem auch die mechanische Dimensionierung von Tragkonstruktionen für CH-spezifische Wind- und Schneelasten enthalten. Ebenso die Auswirkungen von Mehr- oder Minderlasten durch eine Photovoltaikanlage auf die Gebäudestatik.

##### 2.2 Elektrizität

Zum Schutz vor den Gefahren der Elektrizität sind verschiedene Gesetze, Verordnungen und Empfehlungen in Kraft. Mit unterschiedlichen Schwerpunkten geht es dabei um den Schutz von Personen und Sachen sowie um den bestimmungsgemässen Betrieb der entsprechenden Geräte, Anlagen und Installationen. Die Sachwerte müssen vor allem gegen Überspannungen, Überlast und Kurzschlüsse geschützt werden. Solche Ereignisse können zu Bränden führen und müssen darum mit den verfügbaren und geeigneten technischen Mitteln vermieden werden.

Es ist bekannt, dass viele Gebäudebrände von Elektroanlagen verursacht werden. Darum ist der Qualität von Installationen, Geräten und Materialien hohe Beachtung zu schenken. Swissolar unterstützt in Zusammenarbeit mit der Electrosuisse die Normentätigkeit im Bereich Photovoltaik ganz erheblich. In den vergangenen Jahren hat sich darum die Qualität der Anlagen deutlich verbessert. Es bedarf aber weiterer Anstrengungen.

Die in Bezug auf Brandschutz und Elektrizität wohl wichtigste Norm ist der Teil 7.12 zu PV-Anlagen. (Niederspannungs-Installations-Norm NIN, Ausgabe SN 411000:2015, Kapitel 7.12, [www.electrosuisse.ch](http://www.electrosuisse.ch)). Weitergehende Normierungen dazu sind in Bearbeitung.

Eine Auswahl von internationalen Normen zu Geräten und Komponenten, die in der Schweiz mehrheitlich angewendet werden:

- SNEN 50521:2008+A1:2012(D), Steckverbinder für Photovoltaik-Systeme – Sicherheitsanforderungen und Prüfungen
- SNEN 60269-6:2011(D), Niederspannungssicherungen - Teil 6: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungseinsätze für den Schutz von solaren photovoltaischen Energieerzeugungssystemen
- HD 60364, Errichten von Niederspannungsanlagen
- SNEN 60529:1991(E), Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
- SNEN 61140:2002/A1:2006(D), Schutz gegen elektrischen Schlag - Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel
- SNEN 61215:2005(D), Terrestrische kristalline Silizium - Photovoltaik-(PV)-Module - Bauarteignung und Bauartzulassung
- EC 61643-12, Low voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low voltage power distribution systems – Selection and application principles
- SNEN 61646:2008(D), Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik (PV)-Module - Bauarteignung und Bauartzulassung
- SNEN 61730-1:2007(D), Photovoltaik (PV) -Module – Sicherheitsqualifikation – Teil 1: Anforderungen an den Aufbau
- SNEN 61730-2:2007(D), Photovoltaik (PV) -Module – Sicherheitsqualifikation –Teil 2: Anforderungen an die Prüfung
- SNEN 62109-1:2010(D), Sicherheit von Wechselrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- SNEN 62109-2:2011(D), Sicherheit von Leistungsumrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen - Teil 2: Besondere Anforderungen an Wechselrichter
- SNEN 62446:2009(D), Netzgekoppelte Photovoltaik-Systeme - Mindestanforderungen an Systemdokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und Prüfanforderungen

#### ESTI

Das Eigenössische Starkstrominspektorat ESTI gewährleistet den sicheren Umgang mit Elektrizität. Dazu prüft und beurteilt es die Sicherheit von elektrischen Anlagen, Installationen und Erzeugnissen. Zu Photovoltaikanlagen wurde im September 2014 eine neue Zusammenfassung der geltenden Regeln und Normen publiziert, ESTI Nr. 233 Version 0914 d.

### 2.3 Blitzschutz

**Grundsatz:** Ein Gebäude wird durch eine PVA oder eine SKA nicht blitzschutzpflichtig. Ausser bei Installationen nach Schutzklasse 2 ist der Potenzialausgleich vom Solarmodulfeld bis zum Hauptverteiltableau immer notwendig. Die Leitsätze des CES SNR 464022.2015 und die NIN schreiben vor, dass da, wo ein Blitzschutz vorhanden ist, die korrekte Einbindung der Solaranlage in das Blitzschutzsystem notwendig ist (Regeln des CES, Blitzschutzsysteme, SNR 464022:2015, [www.electrosuisse.ch](http://www.electrosuisse.ch)).

### 2.4 Kontrolle

Bei kleinen PV-Anlagen erfolgt die Kontrolle mit dem Sicherheitsnachweis gemäss NIV. Bei Energieerzeugungsanlagen über 30 kVA dreiphasig muss im Rahmen eines Plangenehmigungsverfahrens das Projekt vor dem Bau dem ESTI zur Genehmigung vorgelegt werden (Verordnung Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen).

Nach der Fertigstellung erfolgt eine Kontrolle durch das ESTI.

### 2.5 Vorschriften für die ausführenden Betriebe

Bei der Installation von Photovoltaikanlagen bildet die Elektroinstallation den wesentlichen Teil. Für derartige Arbeiten ist eine Installationsbewilligung des ESTI erforderlich, die nur bei entsprechender Fachkundigkeit und Ausbildung erteilt wird.

Ein zweiter wesentlicher Teil betrifft naturgemäss Arbeiten auf dem Dach. Hierzu sind keine besonderen technischen Anforderungen in Kraft. Hingegen gelten die Suva-Vorschriften für das sichere Arbeiten auf dem Dach. Zudem sind besonders bei diesen Arbeiten die Fachkenntnisse der Betriebe enorm wichtig.

## 8.1.2 Brandverhalten von Baustoffen

Baustoffe werden über genormte Prüfungen oder andere VKF-anerkannte Verfahren klassifiziert. Massgebende Kriterien sind insbesondere Brand- und Qualmverhalten, brennendes Abtropfen und Korrosivität.

Allgemein anerkannte Baustoffe, welche im Sinne der Brandschutzvorschriften angewendet werden können, sind im VKF Brandschutzregister aufgeführt.

Baustoffe werden hinsichtlich ihres Brandverhaltens in die folgenden Brandverhaltensgruppen eingeteilt:

- RF1 (kein Brandbeitrag);
- RF2 (geringer Brandbeitrag);
- RF3 (zulässiger Brandbeitrag);
- RF4 (unzulässiger Brandbeitrag).

Als Baustoffe mit kritischem Verhalten [Abgekürzt = cr] werden Baustoffe bezeichnet, die aufgrund ihrer Rauchentwicklung und / oder dem brennenden Abtropfen / Abfallen und / oder deren Korrosivität usw. im Brandfall zu nicht akzeptierten Brandauswirkungen führen können.

Sind Baustoffe sowohl nach EN als auch nach VKF klassifiziert und müssen dadurch unterschiedlichen Brandverhaltensgruppen zugeordnet werden, ist die Anwendung unter beiden Gruppen ohne Einschränkung möglich.

### Klassifikation von Baustoffen nach EN

Baustoffe werden insbesondere nach dem Brandverhalten, der Rauchentwicklung sowie nach dem brennenden Abtropfen / Abfallen beurteilt und in die Klassifikationen gemäss folgenden Normen eingeteilt:

- Klassifizierung von Baustoffen nach SN EN 13501-1;
- Klassifizierung von Bedachungen nach SN EN 13501-5;

## Brandverhalten

Der Beitrag zum Brand nimmt von der Klassifikation E nach der Klassifikation A1 ab.

Brennbarkeitsgrad	Brandverhalten bei einem Raumbrand
F	Bauprodukte, für die das Brandverhalten nicht bestimmt wird, oder die nicht in eine der Klassen A1, A2, B, C, D, E klassifiziert werden können.
E	Bauprodukte, die in der Lage sind, für eine kurze Zeit dem Angriff durch eine kleine Flamme ohne wesentliche Flammenausbreitung standzuhalten.
D	Bauprodukte, die die Kriterien der Klasse E erfüllen und in der Lage sind, für eine längere Zeit dem Angriff durch eine kleine Flamme ohne wesentliche Flammenausbreitung standzuhalten. Zusätzlich sind sie auch in der Lage, einer Beanspruchung durch einen einzeln brennenden Gegenstand mit ausreichend verzögerter und begrenzter Wärmefreisetzung standzuhalten.
C	Wie Klasse D, aber mit strengeren Anforderungen. Zusätzlich zeigen diese Bauprodukte bei der Beanspruchung durch einen einzeln brennenden Gegenstand eine begrenzte seitliche Flammenausbreitung.
B	Wie Klasse C, aber mit strengeren Anforderungen.
A2	Erfüllen beim SBI-Prüfverfahren nach EN 13823 die gleichen Kriterien wie die Klasse B. Zusätzlich liefern diese Bauprodukte unter den Bedingungen eines voll entwickelten Brandes keinen wesentlichen Beitrag zur Brandlast und zum Brandanstieg.
A1	Bauprodukte der Klasse A1 leisten in keiner Phase des Brandes einschließlich des voll entwickelten Brandes einen Beitrag. Aus diesem Grund wird vorausgesetzt, dass sie in der Lage sind, automatisch alle Anforderungen der unteren Klassen zu erfüllen.

## Rauchentwicklung

Baustoffe der Klassifikation A2, B, C und D erhalten hinsichtlich der Rauchentwicklung eine zusätzliche Klassifikation s1, s2 oder s3. Die Rauchentwicklung nimmt von Klassifikation s1 nach Klassifikation s3 zu.

## Brennendes Abtropfen / Abfallen

Baustoffe der Klassifikation A2, B, C und D erhalten hinsichtlich des Auftretens von brennendem Abtropfen / Abfallen eine zusätzliche Klassifikation d0, d1 oder d2. Für Baustoffe der Klassifikation E kommt nur die Klassifikation d2 zur Anwendung. Die Stärke des brennenden Abtropfens / Abfallens nimmt von der Klassifikation d0 nach d2 zu.

## Klassierung von Baustoffen nach VKF

Baustoffe werden insbesondere nach ihrem Brenn- und Qualmverhalten beurteilt und mit einer Brandkennziffer (BKZ) klassiert. Die Brandkennziffer (BKZ) setzt sich zusammen aus Brennbarkeitsgrad (erste Zahl) und Qualmgrad (zweite Zahl).

Leicht entzündbare oder rasch abbrennende Materialien (Brennbarkeitsgrade 1 und 2) sind als Baumaterialien nicht zugelassen.

Brennbarkeitsgrad	Qualmgrad
3 leicht brennbar	1 starke Qualmbildung
4 mittel brennbar	2 mittlere Qualmbildung
5 schwer brennbar	3 schwache Qualmbildung
6q quasi nicht brennbar	
6 nicht brennbar	

Beispiel: Lufttrockenes Tannenholz weist eine BKZ von 4.3 auf = mittelbrennbar, schwache Qualmbildung

## 8.1.3 Feuerwidertand von Bauteilen

### Begriff, Prüfung und Klassierung

Als Bauteile gelten alle Teile eines Bauwerks, an deren Feuerwiderstand Anforderungen gestellt werden.

Bauteile werden über genormte Prüfungen oder andere VKF-anerkannten Verfahren klassiert. Massgebend ist insbesondere die Feuerwiderstandsdauer bezüglich der Kriterien:

Tragfähigkeit	R (Resistance)
Raumabschluss	E (Étanchéité)
Wärmedämmung	I (Isolation)

Allgemein anerkannte Bauteile, die im Sinne der Brandschutzvorschriften angewendet werden können, sind im VKF-Brand-schutzregister aufgeführt.

## 8.2 Anhänge zum Kapitel 2, Begriffe

### 8.2.1 Glossar

Die Begriffe werden in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt

Abkürzung	Bedeutung
BKZ	Brandkennziffer
BSE	Brandschutzerläuterung
BSM	Brandschutzmerkblatt
BSN	Brandschutznorm
BUL	Beratungsstelle für Unfälle in der Landwirtschaft
ESTI	Eidgenössisches Starkstrominspektorat
FKS	Feuerwehr Koordination Schweiz
HWx	Hagelwiderstandsklasse HW1 bis HW5; entspricht dem Durchmesser des Hagelkorns in cm
NEV	Verordnung über elektrische Niederspannungs-Erzeugnisse
NIN 2015	Niederspannungs-Installations-Norm Ausgabe 2015
NIV	Verordnung über elektrische Niederspannungs-Installationen
Pn	AC-Nennleistung eines Wechselrichters
PV	Photovoltaik
RFx	Brandverhaltensgruppe RF1 bis RF4 (siehe Anhang 8.1.2)
RWA	Rauch- und Wärmeabzugsanlage
SEV	Electrosuisse (früher Schweizerischer Elektrotechnischer Verein)
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SW	Solarwärme
STP	Stand-der-Technik-Papier
Suva	Schweizerische Unfallversicherung
VKF	Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen
SWS	Swissolar
VPeA	Verordnung Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen

### 8.2.2 Links zu Informationen

#### a) Bereich Brandschutz und Elementarschadenprävention

Aktuelle Brandschutzvorschriften: <http://www.praever.ch/de/bs/vs/Seiten/default.aspx>

Allgemein anerkannte Bauprodukte: <http://www.praever.ch/de/bs/vs/Seiten/WeiterePublikationen.aspx>

Elementarschadenprävention: <http://www.praever.ch/de/es/Seiten/Hagelschutz.aspx>

#### b) Bereich Elektrische Vorschriften

Aktuelle Gesetzessammlung Bund: <http://www.admin.ch/bundesrecht/00566/index.html?lang=de>

Aktuelle Normen von electrosuisse: <https://www.electrosuisse.ch/de/normung.html>

Aktuelle Informationen des ESTI: [http://www.esti.admin.ch/de/dokumentation\\_mitteilungen\\_downloadmitteilungen.htm](http://www.esti.admin.ch/de/dokumentation_mitteilungen_downloadmitteilungen.htm)

Aktuelle Publikationen des ESTI: [http://www.esti.admin.ch/de/dokumentation\\_publicationen.htm](http://www.esti.admin.ch/de/dokumentation_publicationen.htm)

#### c) Bereich Bauvorschriften

Aktuelle Normen des SIA: <http://www.sia.ch/de/dienstleistungen/sia-norm/>

#### d) Verbände und Organisationen

Swissolar: <http://www.swissolar.ch/>

VSEI: <http://www.vsei.ch/>

VSEK: <http://www.vsek.ch/>

SIA: <http://www.sia.ch/>

Suva: <http://www.suva.ch/>

Gebäudehülle Schweiz: <http://www.gh-schweiz.ch/>

Suissetec: <http://www.suissetec.ch/>

## 8.3 Anhänge zum Kapitel 3, Gefahrenbereich, Schutzziele und Massnahmen

### 8.3.1 Konstruktive Details für PV-Anlagen

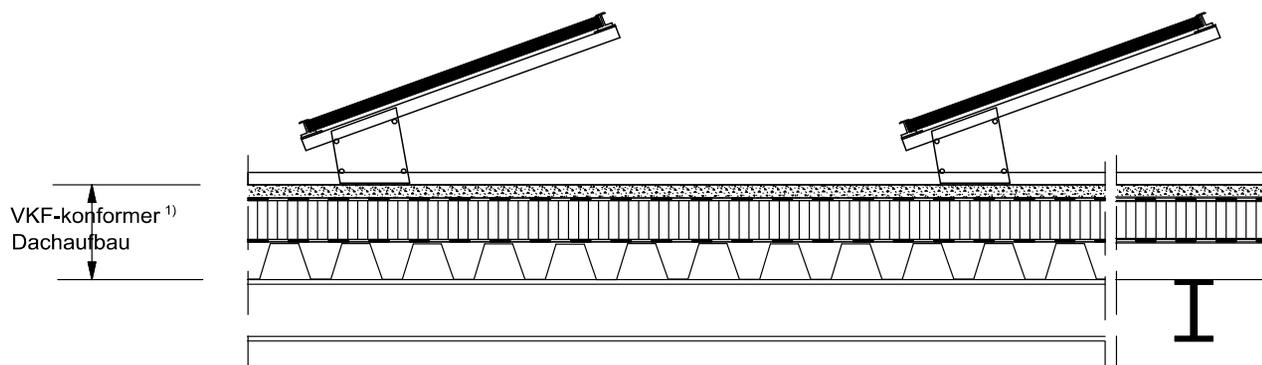
- Gebäude aufgesetzte Anlage
  - o Solaranlage auf brandschutzkonformem Flachdach
  - o Solaranlage auf brandschutzkonformem Steildach
- Gebäude integrierte Anlage
- PV-Anlagen und Brandmauern

### 8.3.1 Konstruktive Details (Schnittzeichnungen)

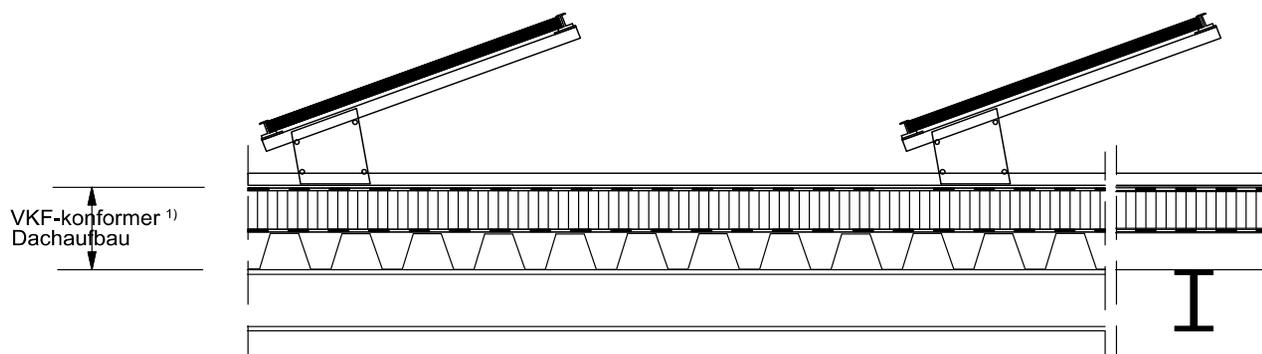
## Gebäudeaufgesetzte Anlage

Solaranlage auf brandschutzkonformem <sup>1)</sup> Flachdach

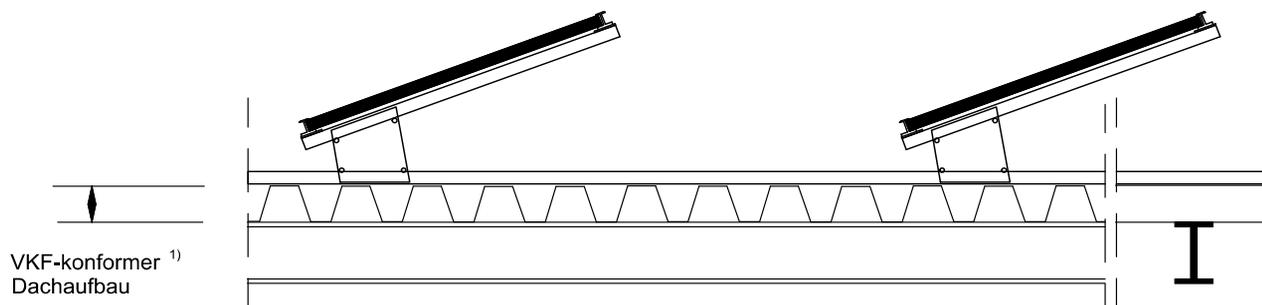
Flachdächer mit nicht brennbarer oberster Schicht:



Flachdächer mit brennbarer oberster Schicht:



Flachdächer mit Dachblech:

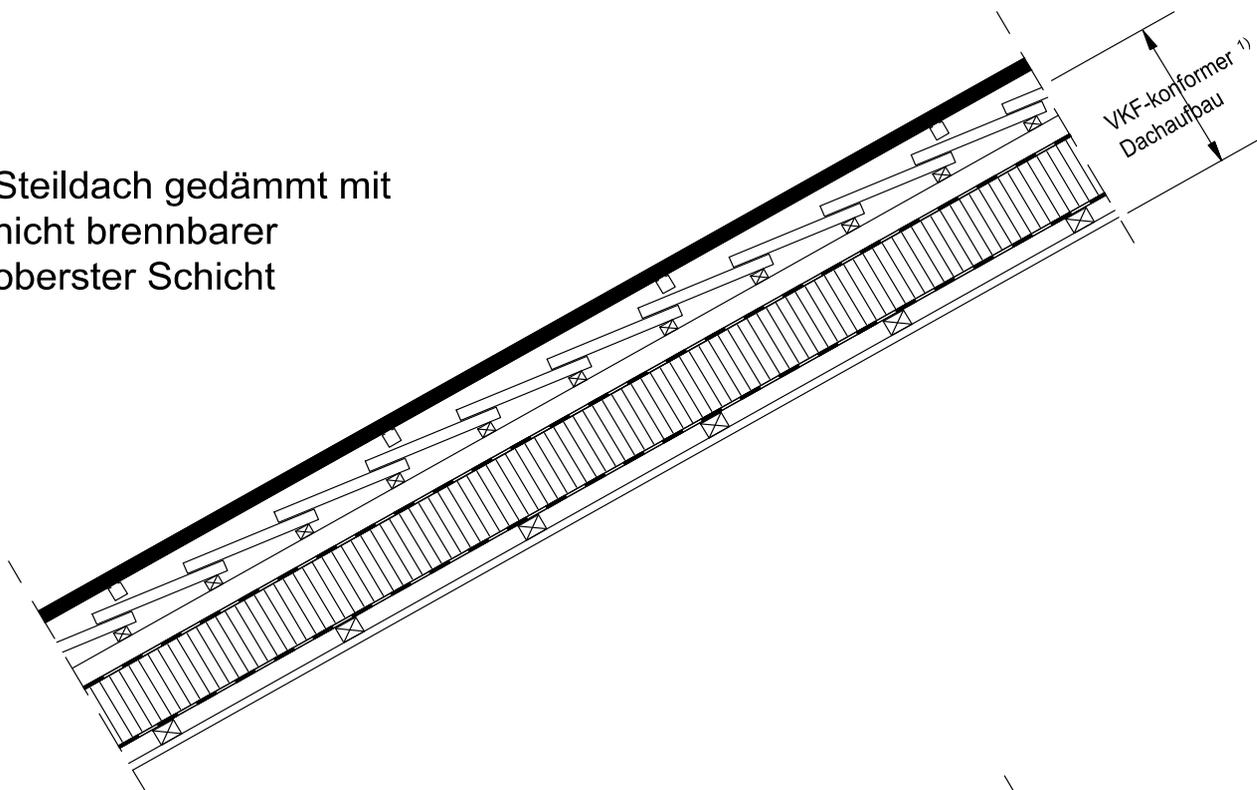


1) gemäss Brandschutzrichtlinie "Verwendung von Baustoffen 14-15"

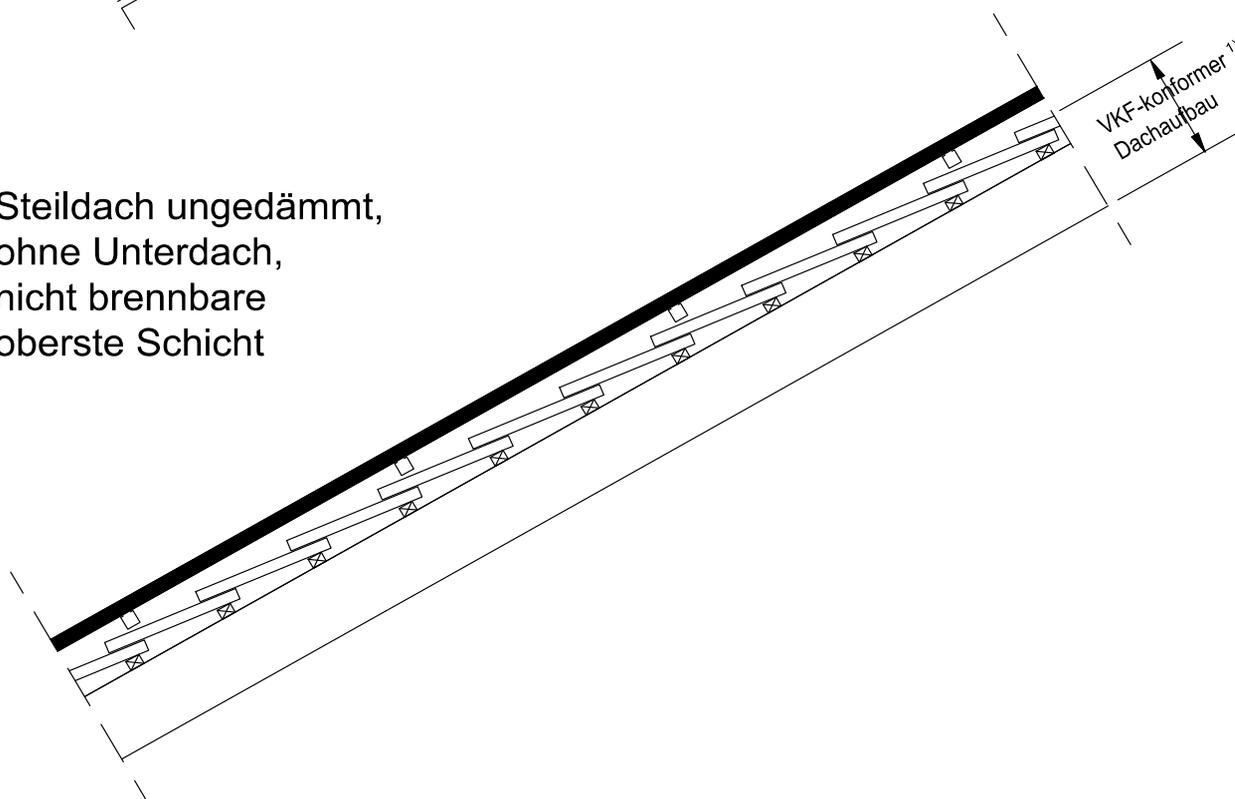
## Gebäudeaufgesetzte Anlage

Solaranlage auf brandschutzkonformem<sup>1)</sup> Steildach

Steildach gedämmt mit nicht brennbarer oberster Schicht



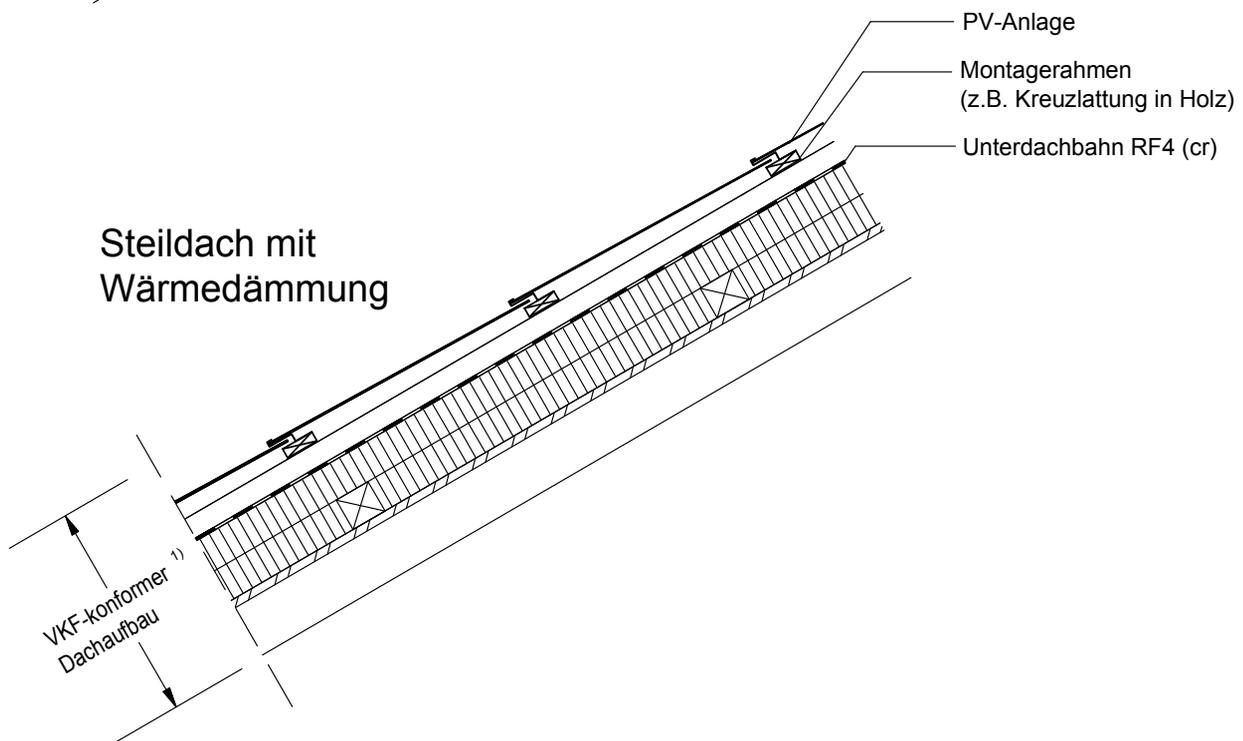
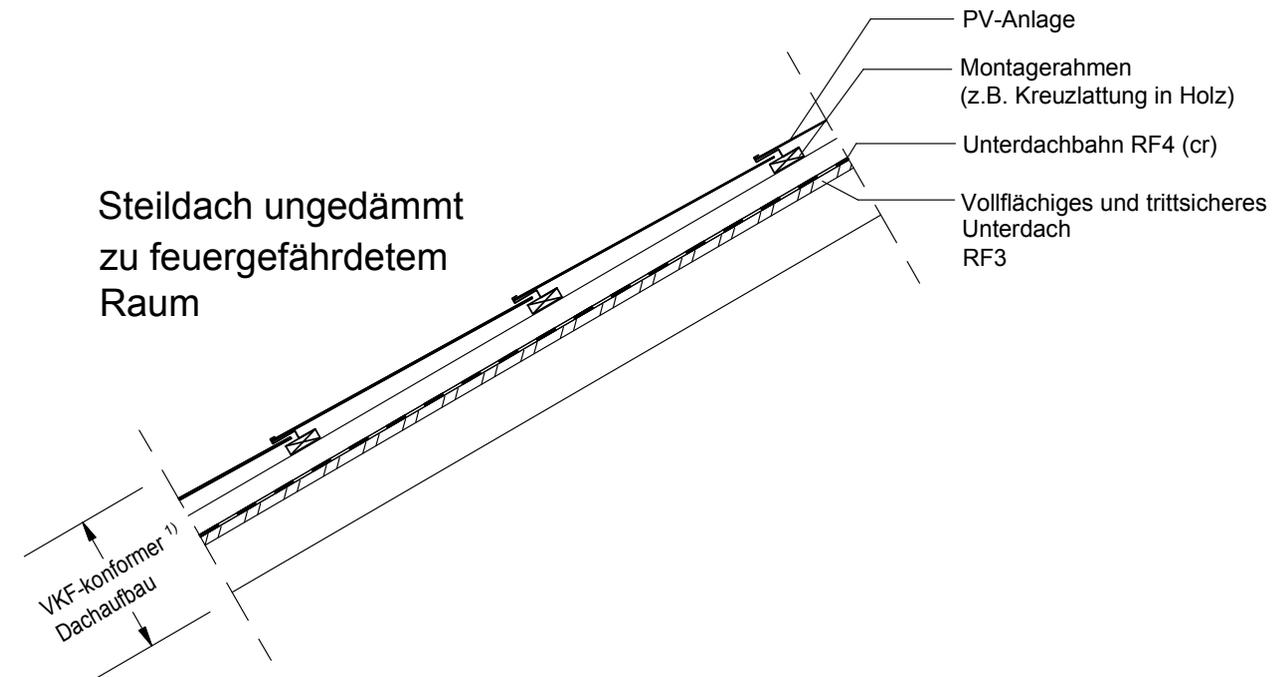
Steildach ungedämmt, ohne Unterdach, nicht brennbare oberste Schicht



1) gemäss Brandschutzrichtlinie "Verwendung von Baustoffen 14-15"

### 8.3.1 Konstruktive Details (Schnittzeichnungen)

## Gebäudeintegrierte Anlage

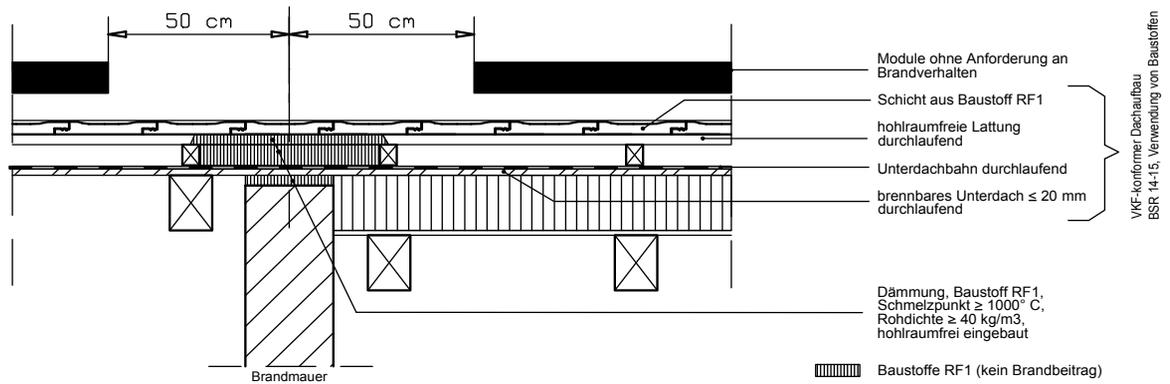


1) gemäss Brandschutzrichtlinie "Verwendung von Baustoffen 14-15"

### 8.3.1 Konstruktive Details (Schnittzeichnungen)

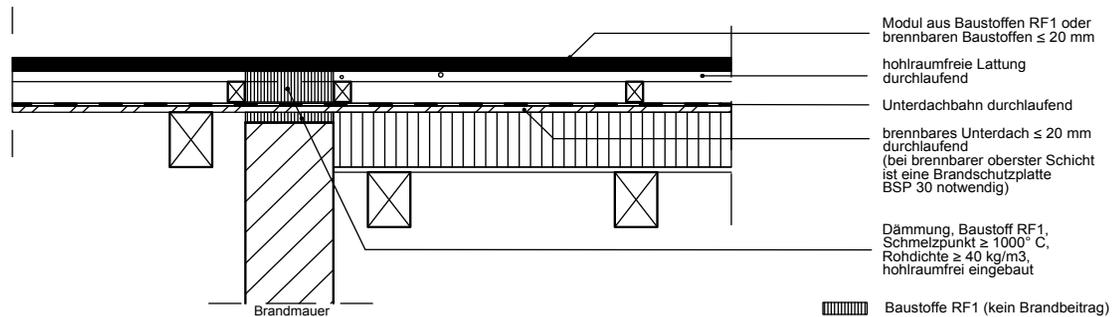
## PV-Anlagen und Brandmauern

### Gebäudeaufgesetzte Anlage



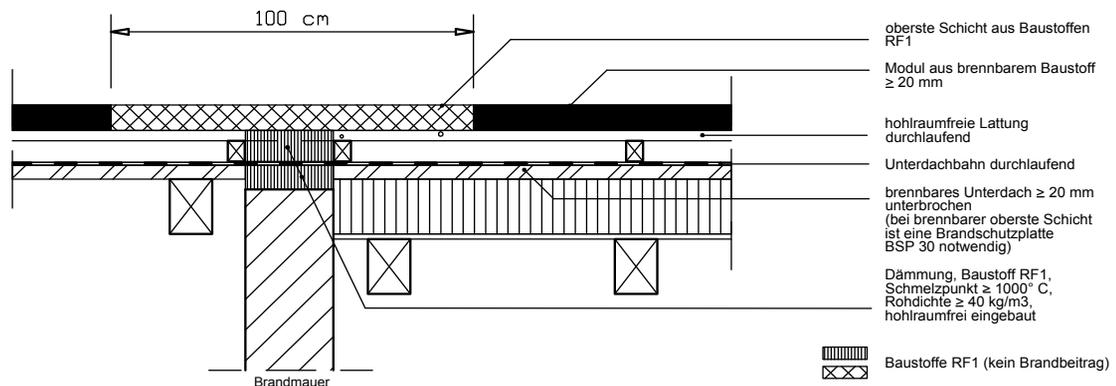
### Gebäudeintegrierte Anlagen

#### Hohlraumfreie Module aus Baustoffen RF1 oder brennbaren Baustoffen $\leq 20\text{ mm}$



\* Anforderungen gemäss BSR 14-15, Verwendung von Baustoffen sind einzuhalten

#### Nicht hohlraumfreie Module aus Baustoffen RF1 oder brennbaren Baustoffen $\geq 20\text{ mm}$



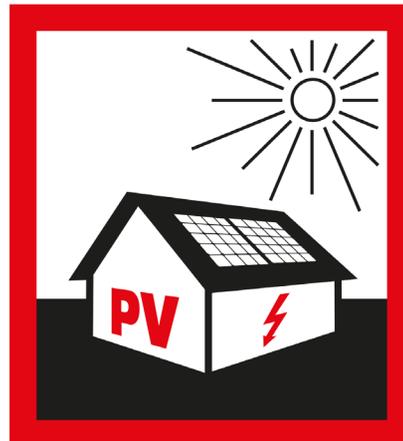
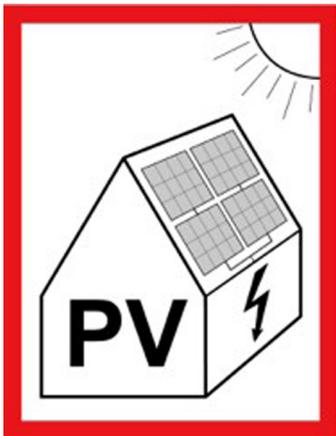
\* Anforderungen gemäss BSR 14-15, Verwendung von Baustoffen sind einzuhalten

### 8.3.2 Kennzeichnung von Photovoltaikanlagen

Die in der NIN2015 neu definierten Hinweisschilder sind wie folgt zu verwenden:

#### Einspeisung (A), gemäss NIN 7.12.5.1.4.2.2

#### Variante Swissolar



Dieses Hinweisschild ist beim Anschluss-Überstromunterbrecher und den Schaltgerätekombination zwischen Anschluss-Überstromunterbrecher und dem (den) Wechselrichter(n) anzubringen. Dies soll aussen an der Schaltgerätekombination gut sichtbar angebracht werden.

#### Solar – DC (B), gemäss NIN 7.12.5.1.4.2.3

#### Variante Swissolar



- Dieses Hinweisschild soll alle DC-Leitungen, PV-Array- und PV-Generatoranschlusskasten (DC Betriebsmittel) kennzeichnen.
- Dieses Hinweisschild soll ebenfalls Schaltgerätekombinationen, die DC Betriebsmittel enthalten, kennzeichnen.

#### EEA (C), gemäss NIN 7.12.5.1.4.2.1

#### Variante Swissolar



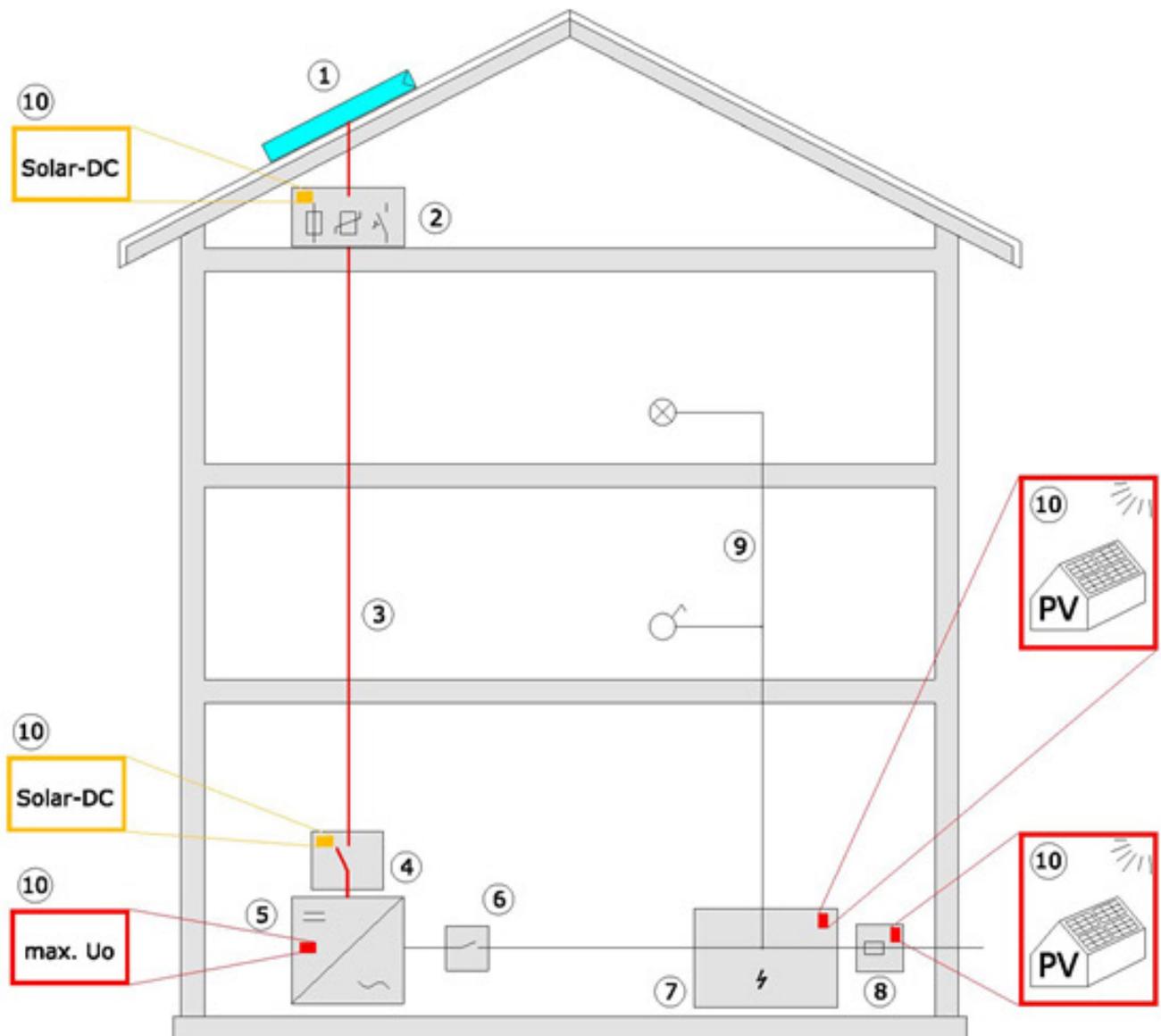
Die Wechselrichter sind mit einem Leistungsschild zu versehen, die mindestens folgende Angaben enthält:

- Maximale Leerlaufspannung des PV-Generators (Leerlaufspannung STC gemäss Datenblatt multipliziert mit dem Temperaturkorrekturfaktor gemäss NIN)
- Wechselrichter mit / ohne galvanische Trennung

#### Informationsziele der Hinweisschilder:

- Einspeisung (A): Information für Einsatzkräfte der Feuerwehr und Netzbetreiber
- Gebäude mit Photovoltaikanlage
  - an Schaltgerätekombination ist Photovoltaikanlage angeschlossen
- Solar – DC (B): Information für Anlagenbetreiber
- a) Vorsicht Photovoltaikanlage, DC-Spannung auch bei ausgeschalteter Anlage
  - b) Bezeichnung der Betriebsmittel und Trennstellen für PV-Anlagen
- EEA (C): Information für das Elektrofachpersonal
- detaillierte Angabe über die Höhe der bei Kontrollmessungen zu erwartenden DC-Spannung
  - Angabe zur Schutzeinrichtung des Wechselrichters

Die folgende Skizze gibt einen Überblick bezüglich der Platzierung der verschiedenen Kennzeichnungen.

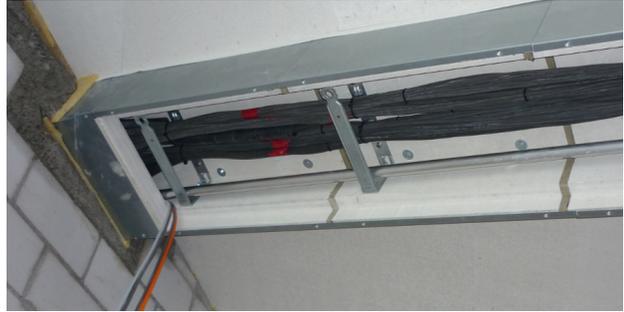


1. Solargenerator
2. Optional PV Array Anschlusskasten mit Schalt- und Schutzeinrichtungen gemäss (NIN) SN411000
3. DC-Leitung
4. DC-Trennstelle (Anmerkung: Kann auch im Wechselrichter integriert sein)
5. Wechselrichter
6. AC-Trennstelle
7. NS-Verteilung 230/400 V
8. Netzzuleitung / Anschlussicherung 230/400 V
9. Hausinstallation 230/400 V
10. Kennzeichnung gemäss (NIN) SN411000

### 8.3.3 Beispielhafte Installationen nach NIN 7.12.5 (NIN 2015)



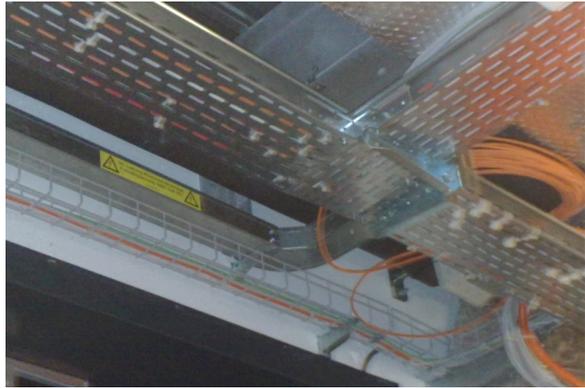
DC-Leitungen in Schutzrohr RF2 und in Cu-Fallrohr RF1 an Aussenfassade



Brandschutzkanal EI 60-RF1 bei nicht vermeidbarer Querung eines Fluchtweges



DC-Hauptleitungen in schwerbrennbaren Schutzrohren RF1 / RF2 bei integrierten Anlagen



DC-Hauptleitung in komplett geschlossenem Fe-Kanal



DC-Leitung auf brennbarer Holzfassade in nichtbrennbarem Schutzrohr RF1



DC-Leitung in komplett geschlossener Alu-Rohrleitung



Ordnungstrennung für AC und DC-Leitungen sowie für geschützte und ungeschützte Leitungen



Kennzeichnung und Dokumentation gemäss NIN

### 8.3.4 Beispielhafte Zuluftöffnungen für Durchlüftungsräume

Der Verband Gebäudehülle Schweiz hat eine Wegleitung zur SIA-Norm 232/1, Geneigte Dächer herausgegeben, die sich eingehend mit der Realisierung von Zu- und Abluftöffnungen befasst. Diese ist zu berücksichtigen.



Ausführung mit Maschendraht



Ausführung mit Lochblech eckig

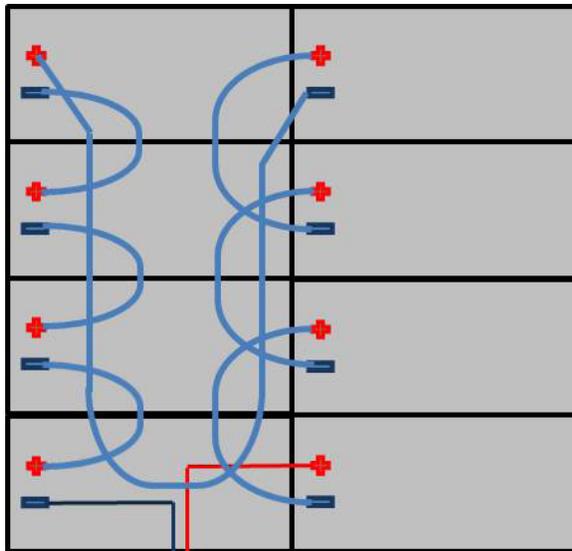


Ausführung mit Lochblech rund

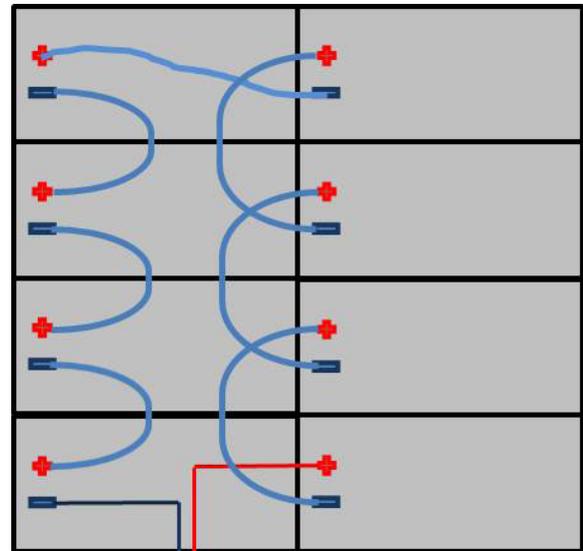
### 8.3.5 Leiterschleifen vermeiden

Die Fläche, die von Strang- oder Strangzuleitungen umschlossen wird, soll möglichst klein sein.

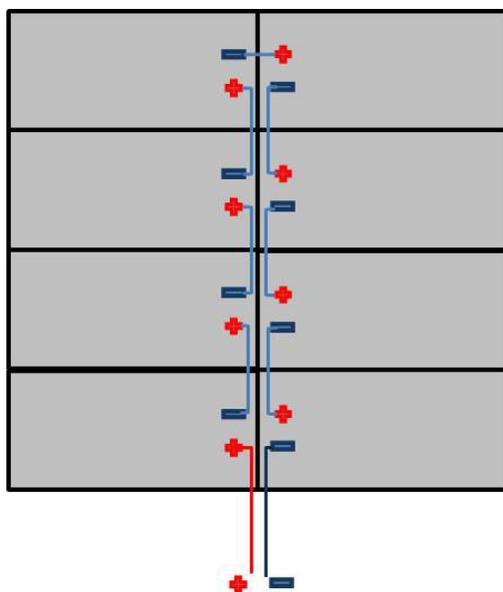
Damit wird die elektromagnetische Koppelung deutlich reduziert, die vor allem bei nahen Blitzeinschlägen gefährlich hohe Spannungen verursachen kann. Ergänzend zur NIN ist hier ein weiteres Beispiel mit zwei zulässigen Lösungsvarianten gezeigt. Das Beispiel mit der direkten Verkabelung von nebeneinander liegenden Modulen kann vor allem bei wenig geneigten Dächern angewendet werden.



Gute, induktionsarme  
Stringkabelführung



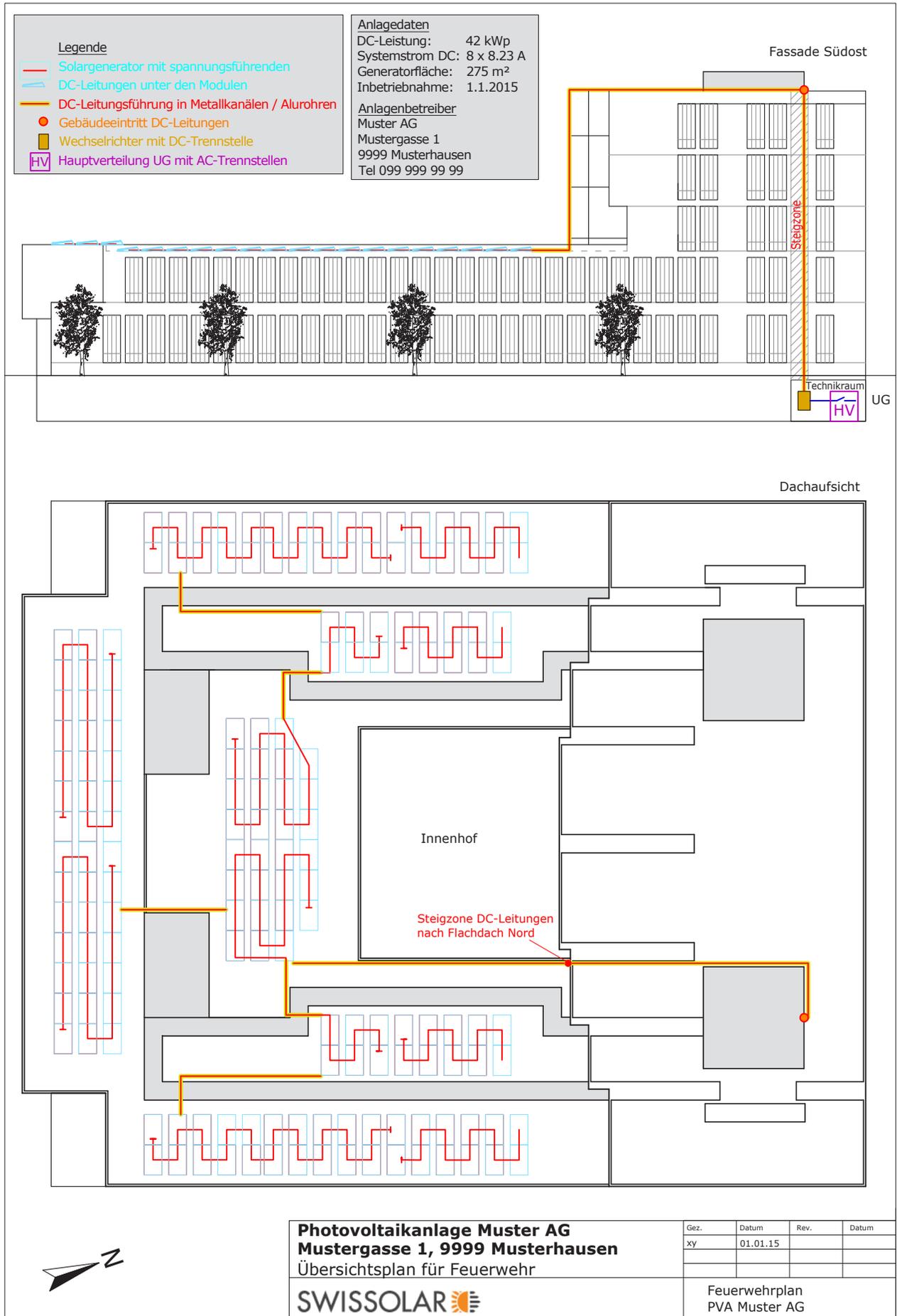
Akzeptiert,  
aber nicht optimal



Gute Lösung mit gegeneinander  
liegender Modulverlegung.

## 8.4 Anhänge zum Kapitel 4, Feuerwehreinsatz

### 8.4.1 Muster Übersichtsplan Dokumentation PVA



SWISSOLAR 

**Geschäftsstelle**

Neugasse 6

8005 Zürich

Tel. +41 44 250 88 33

Fax +41 44 250 88 35

[info@swissolar.ch](mailto:info@swissolar.ch)

[www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)