

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH

Bericht

**Verifikation eines Leitfadens
zu Potentialausgleich und Blitzschutz
von PV-Anlagen**

Berichts-Nr.: 21252939_002

Köln, August 2021

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH

Teil-Inspektionsstelle Solartechnik

Am Grauen Stein, 51105 Köln

Test report no.: <i>Prüfbericht - Nr.:</i>		21252939_002	
Client (Customer address): <i>Auftraggeber (Kundenadresse):</i>		novotegra GmbH Eisenbahnstrasse 150 72072 Tübingen	
Test item: <i>Gegenstand der Prüfung:</i>		Verifikation eines Leitfadens zu Potentialausgleich und Blitzschutz von PV-Anlagen	
Order no.: <i>Auftragsnummer:</i>		Quotation no.: <i>Angebotsnummer:</i>	
21252939		435/87584899	
Testing location: <i>Prüfart:</i>		keine	
Test specification: <i>Prüfgrundlage:</i>		Einschlägige, technische Regelwerke der IEC-, VDE-, DIN-Vorschriften	
Test result: Prüfergebnis:		Keine, Erörterung siehe Abschnitt 2ff	
compiled by / erstellt:		reviewed by / kontrolliert:	
 <input checked="" type="checkbox"/>		 <input checked="" type="checkbox"/>	
Sachverständiger/Expert		Prüfer/Reviewer	
27. August 2021	Dipl.-Ing. U. Hupach	27. August 2021	Dipl.-Ing. J. Althaus
Date <i>Datum</i>	Title/Name <i>Titel/Name</i>	Date <i>Datum</i>	Title/Name <i>Titel/Name</i>
<p>Publication and disclosure to third parties is only allowed in a complete, unabridged form. Republication or redistribution of extracts, summaries, evaluations or other adaptations and transformations, especially for advertising purposes, is only permitted with prior written permission of TÜV Rheinland.</p> <p>Veröffentlichung und Weitergabe an Dritte ist nur in vollständiger, ungekürzter Form zulässig. Veröffentlichung oder Verbreitung von Auszügen, Zusammenfassungen, Wertungen oder sonstigen Bearbeitungen und Umgestaltungen, insbesondere zu Werbezwecken, ist nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung der TÜV Rheinland zulässig.</p>			

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Projektbeschreibung und Abgrenzung.....	5
1.2	Herangezogene technische Regeln.....	5
2	Überblick	7
3	Ausführungsbeispiele Potentialausgleich	8
4	Blitzschutz – Ausführungsbeispiele	11
4.1	Übersichtsskizze	11
4.2	PV-Montagesystemkomponenten novotegra für Flachdach.....	12
4.3	PV-Montagesystemkomponenten novotegra für Trapezblechdach.....	13
4.4	PV-Komponenten für Ziegeldach	14
4.5	Sonstige Komponenten zum Anschluss an das PV-Montagesystem	15
5	Potentialausgleich: Erläuterungen und Normenverweise	22
5.1	Modulrahmen	22
5.1.1	Schutzpotentialausgleich.....	22
5.1.2	Funktionspotentialausgleich	22
5.2	Montagesystem.....	23
5.2.1	Schutzpotentialausgleich.....	23
5.2.2	Funktionspotentialausgleich	23
5.3	DC-Leitungen.....	23
6	Äußerer Blitzschutz: Erläuterungen und Normenverweise	23
6.1	Einhaltung des Trennungsabstands	24
6.2	Einbindung der PV-Anlage in den äußeren Blitzschutz.....	24
6.2.1	Einbinden in vorhandenen Blitzschutz.....	24
6.2.2	Montagesystem ersetzt äußeren Blitzschutz	25
6.3	Blitzschutz und Potentialausgleich	25
6.4	Blitzschutz für die PV-Anlage	26
6.4.1	Bei Einhaltung des Trennungsabstandes	26
6.4.2	Bei Einbindung der PV-Anlage in den Blitzschutz	26
6.5	DC Zuführungsleitungen	26

7	Innerer Blitzschutz	26
8	Literaturverzeichnis	27
8.1	Normen Niederspannungsanlagen	27
8.2	Blitzschutznormen	27
8.3	Sonstiges	28

1 Einleitung

Auf der Grundlage technischer Regelwerke enthält dieser Leitfaden eine zusammenfassende Ausführung über die Notwendigkeiten und technische Umsetzung der Erdung von PV-Anlagen. Hierbei werden insbesondere die Anforderungen an Blitz- und Überspannungsschutz sowie den Schutz gegen elektrischen Schlag berücksichtigt. Im Anhang befinden sich Anwendungsbeispiele.

1.1 Projektbeschreibung und Abgrenzung

Der Leitfaden berücksichtigt sowohl metallisch gerahmtem Standardmodulen als auch rahmenlose Ausführungen. Grundsätzlich wird eine Unterkonstruktion aus elektrisch leitfähigen Werkstoffen angenommen.

Der Leitfaden stützt sich auf die in Deutschland gültigen technischen Regeln. In anderen Ländern können abweichende oder weitergehende Regeln gelten.

Der Leitfaden stützt sich auf die Auslegung des Erstellers der herangezogenen technischen Regeln und gibt praktische Anwendungstipps. Er stellt keine allgemeingültige Richtlinie oder Handlungsanweisung dar. Eine Haftung aufgrund von Irrtümern ist ausgeschlossen.

1.2 Herangezogene technische Regeln

Nachfolgend sind die wesentlichen technischen Regeln zu diesem Sachverhalt aufgelistet. Es gilt die jeweilige gültige Fassung. Im Einzelfall können weitergehende technische Regeln Anwendung finden, auf die in diesem Leitfaden nicht weiter eingegangen werden kann.

- VdS 3145 Photovoltaikanlagen
- VdS 2031 Blitz- und Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen - Unverbindliche Richtlinien zur Schadenverhütung
- VDE 0100-410 Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag
- VDE 0100-540 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter
- VDE 0100-712 Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Photovoltaik-Stromversorgungssysteme
- VDE 0185-305-3 Blitzschutz- Schutz von baulichen Anlagen und Personen
- VDE 0185-305-3 Beiblatt 5 - Blitzschutz- Schutz von baulichen Anlagen und Personen - - Blitz- und Überspannungsschutz für PV-Stromversorgungssysteme
- DIN 18014 - Fundamente der

- VDE 0100-200 - Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V - Begriffe

Neben diesen Normen und Richtlinien, gelten weiter Normen zur Errichtung von elektrischen Anlagen, zur elektrischen Sicherheit und Blitzschutz, sowie allgemeine Normen. Diese sind je nach Anwendungsfall ebenfalls heranzuziehen.

Montagesystem novotegra – Einbindung der PV-Anlage in den Potentialausgleich und äußeren Blitzschutz

2 Überblick

Auf Basis des Berichts [13] „Erstellung eines Leitfadens zu Potentialausgleich und Blitzschutz von PV-Anlagen“, Berichts-Nr.: 21250170_001 vom November 2020, der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, erfolgte diese praxisbezogene Übersetzung für das Montagesystem novotegra. Der o. g. Bericht [13] befasst sich mit der neutralen Betrachtung der technischen Regelwerke zu den Themen Potentialausgleich und Blitzschutz. Die Funktionalität der Bauteile des Montagesystems novotegra in Bezug auf Potentialausgleich und Blitzstromtragfähigkeit wurde von der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH unabhängig von o. g. Bericht [13] in Labortests [11] untersucht und mit der Bescheinigung [12] – 21244159 – bestätigt.

Die folgenden Kapitel forcieren sich auf das Montagesystem novotegra bezüglich der Einbindung der PV-Anlage an den Potentialausgleich sowie auf die Einbindung der PV-Anlage in den äußeren Blitzschutz. Die Anbindung / Einbindung erfolgt mit den PV-Montagesystemkomponenten novotegra und wird durch weitere blitzstromtragfähige Bauteile ergänzt, hierzu werden zahlreiche Beispiele dargestellt. Die PV-Anlage kann bei entsprechender Auslegung teilweise den vorhandenen Blitzschutz ersetzen.

In Tab. 1 sind die Mindestquerschnitte für Potentialausgleich und Blitzschutz und deren Hauptanwendungsbereiche bezüglich PV-Anlagen dargestellt. Der bei Wechselspannung bekannte übliche Fall 1b kommt im Zusammenhang mit PV-Anlagen auf der Gleichspannungsseite nicht vor.

Tab. 1: Anwendung Potentialausgleich und Blitzschutz und Mindestquerschnitte

lfd Nr.	Schutzart	Quer-schnitt	Material	Norm	Hauptanwendung
1a	Funktions-potentialaus-gleich	4 mm ^{2*}	Kupfer	[3] VDE 712.542.3.101	PID Effekt Module, Ableiten statische Aufladung (Berührspannung)
1b	Schutz-po-tentialaus-gleich	6 mm ² 16 mm ²	Kupfer Alu	[2] DIN VDE 0100-540 Abs. 544.1	nur AC-Seite und Wechselrichter
2a	Blitzschutz Leiter	D=8m m 50 mm ²	Aludraht	[7] DIN EN 62305-3 Tab. 6	bestehender Blitzschutz, PV-Montagesystem er-setzt Blitzschutz

2b	Blitzschutz Überbrückung	16 mm ²	Kupfer	[8] DIN EN 62305-3 Bbl. 1 Abs. 5.6.2	PV-Flachdachsystem Dehnfugen
2c	Blitzschutz Anbindung	16 mm ² 25 mm ²	Kupfer Alu	[9] DIN EN 62305-3 Bbl. 5 Abs. 7	Anbindung PV-Anlage an bestehenden Blitzschutz
2d	Blitzschutz- potentialaus- gleich	6 mm ² 10 mm ²	Kupfer Alu	[9] DIN EN 62305-3 Bbl. 5 Abs. 7 und [7] Tab. 9	ohne Blitzschutz, bei Ein- haltung Trennungsab- stand

*in der Regel ist trotzdem mindestens 6mm² erforderlich, vgl. 2d

3 Ausführungsbeispiele Potentialausgleich

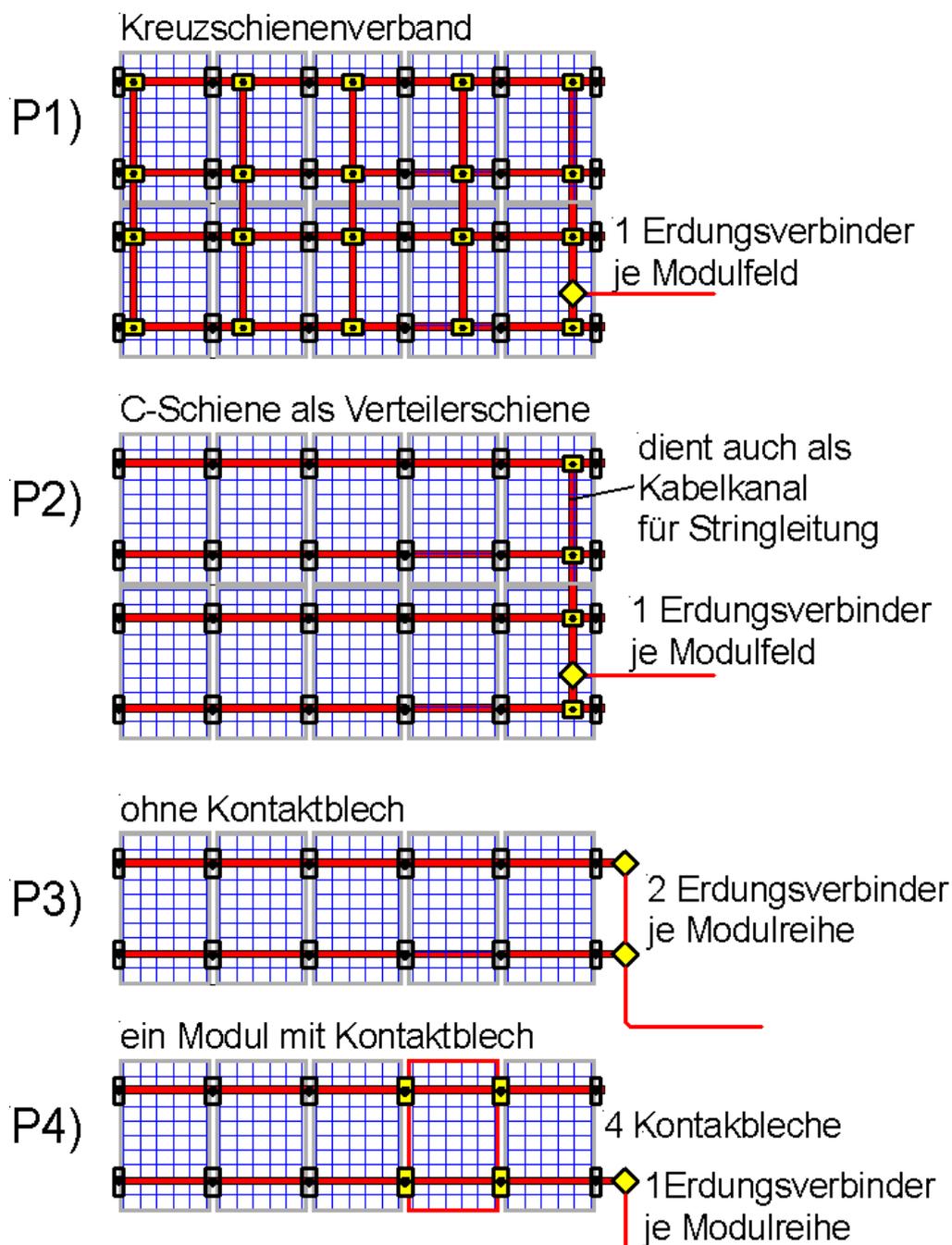
in diesem Kapitel werden Ausführungsdetails zur Anbindung einer PV-Schrägdachanlage mit dem PV-Montagesystem novotegra an den Potentialausgleich aufgezeigt.

Der so genannte „Erdungsverbinder“ zur Anbindung an die C-Schiene bzw. Grundschiene (Detail D1 und G) stammt aus dem Blitzschutz und kann hier auch universell für den Potentialausgleich verwendet werden. Es ist damit auch möglich, die Anbindung an den Blitzschutz und den Funktionspotentialausgleich in einem Leiter zu kombinieren. Dasselbe gilt für alle Komponenten die hier als blitzstromtragfähig bezeichnet werden, dass diese auch für den Potentialausgleich ausreichend sind, dies betrifft alle folgenden Abbildungen (mit einer Ausnahme Bild 8 Kreuzschienenverbinder).

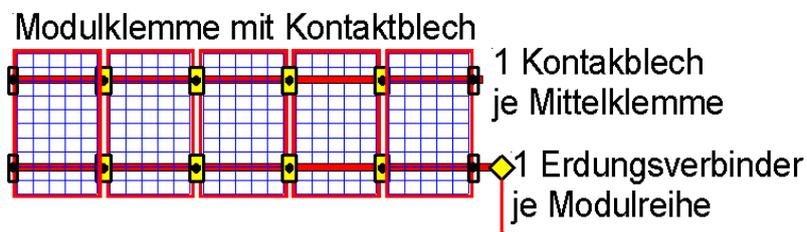
Die Modulrahmen haben an der Oberfläche in der Regel eine Isolation, da die Modulrahmen in der Regel eloxiert sind, und zwar unabhängig von der Rahmenfarbe Silber oder schwarz. Falls ein Potentialausgleich der Modulrahmen erforderlich ist (Fall Q in Bild 1), dann kann das in Bild 6 dargestellte Kontaktplättchen verwendet werden.

Loslager gelten nicht als elektrisch leitfähige Verbindung, jedes Modulfeld muss dann separat mit einem Erdungsverbinder angeschlossen werden oder die Dehnfuge z.B. mit einem Runddraht mit entsprechendem Querschnitt und 2 Erdungsverbindern zu überbrücken.

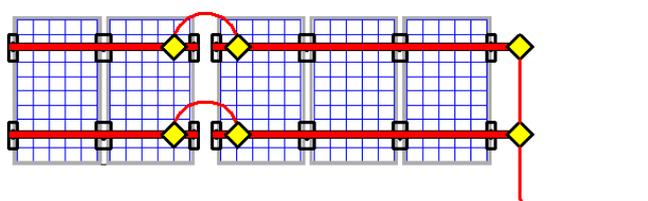
P) Potentialausgleich nur Montagesystem



Q) Potentialausgleich Modulrahmen



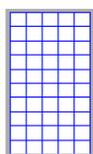
R) Überbrückung Dehnfuge



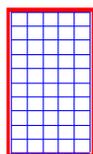
 flexibles Kabel oder entsprechend großer Dehnungsbogen, siehe Blitzschutz

Legende

-  Modulklappen ohne Kontaktblech
-  Mittelklemme mit Kontaktblech
-  Kreuzschienenverbinder
-  Erdungsverbinder 03-000012 bzw. 03-001437
-  Alu Runddraht 8 mm oder Kupfer min. 4 mm² gemäß VDE 712.542.3.101
-  C-Schiene (Alu)



Modul ohne Potentialausgleich



Modulrahmen in Potentialausgleich integriert

Bild 1: Anbindung der PV-Anlage an den Potentialausgleich mit Komponenten des novotegra PV-Montagesystems

4.2 PV-Montagesystemkomponenten novotegra für Flachdach

Die folgenden Komponenten sind gemäß TÜV Bericht [11] blitzstromtragfähig und auch gleichzeitig für den Potentialausgleich geeignet:

Modulklemme mit Kontaktplättchen (Bild 3) mit Verbindung über die Stützen (Bild 4) bzw. Basisfuß zur Grundschiene auch ohne Verschraubung.

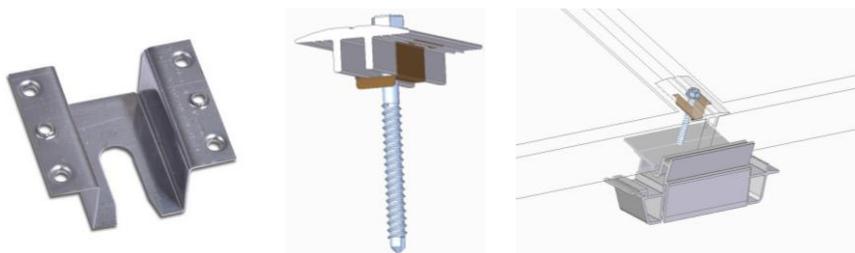


Bild 3: Kontaktplättchen zwischen Modulklemme und Modulrahmen

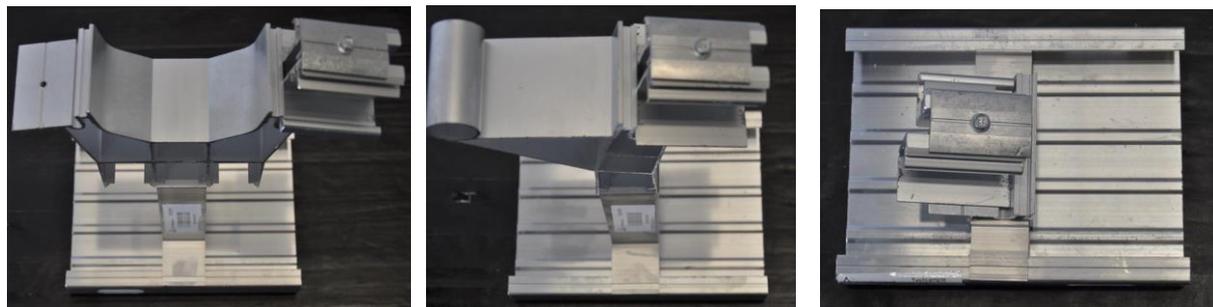


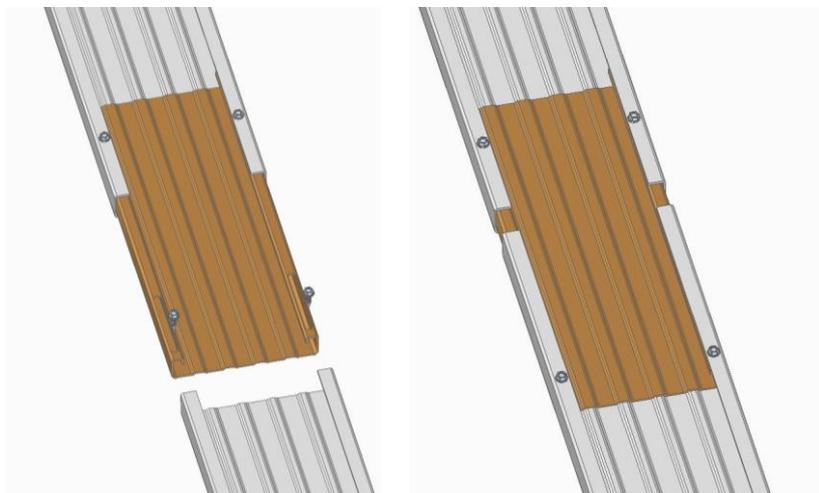
Bild 4: Blitzstromtragfähige Montagesystemkomponenten novotegra für Flachdach

a) Stütze Ost-West

b) Stütze Süd

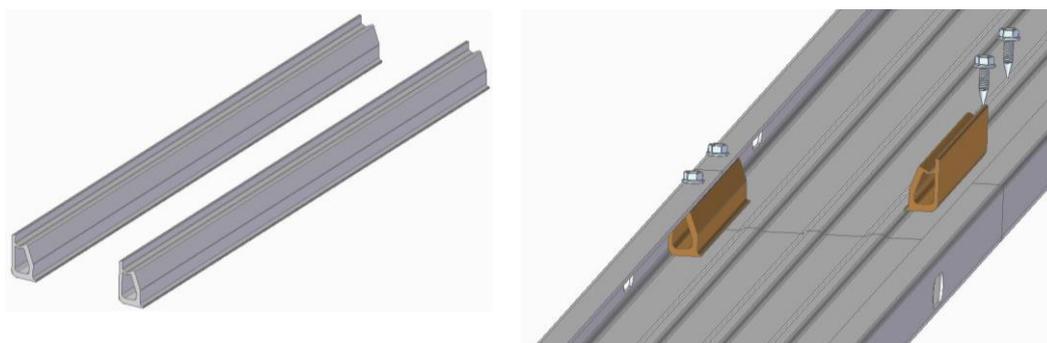
c) Basisfuß

Gemäß Zertifizierung [14] sind folgende Verbindungen (Bild 5) blitzstromtragfähig:



a) Loslager für Grundschiene 150-30

b) Grundschiennenverbinder 150-30



c) 2-teiliger Grundschiennenverbinder

Bild 5: Schienenverbinder, jedoch Verschraubung ohne EPDM Scheibe

4.3 PV-Montagesystemkomponenten novotegra für Trapezblechdach

Die folgenden Komponenten sind gemäß TÜV Bericht [11] blitzstromtragfähig und auch gleichzeitig für den Potentialausgleich geeignet:

Anbindung vom Modul mittels Klemmplättchen (Bild 6) über die Modulklemme an die C-Schiene und weiter an das Trapezblech (Bild 7). Die Befestigungsschrauben wurden hier mit EPDM Unterlegscheibe getestet.



Bild 6: Kontaktblech für Modulklemme

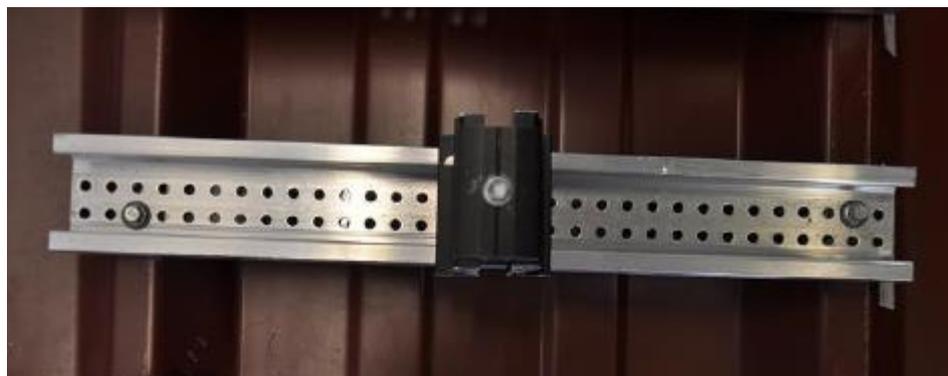


Bild 7: Direktbefestigung Trapezblech

Die Kreuzschienenverbinder können als Verbindung für den Potentialausgleich angesehen werden. Ein Nachweis (Test) der Blitzstromtragfähigkeit steht noch aus.

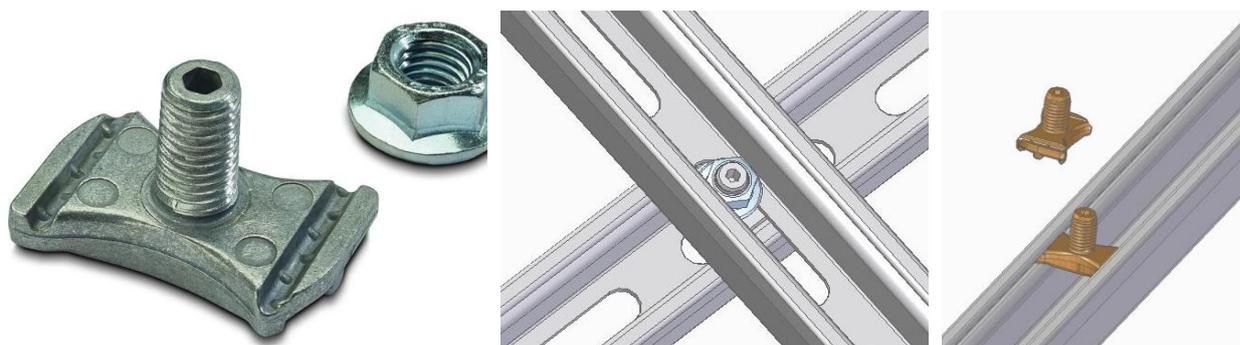


Bild 8: Kreuzschienenverbinder (nur Potentialausgleich)

4.4 PV-Komponenten für Ziegeldach

Zu den Montagesystemkomponenten für Ziegeldach gehören auch einige Komponenten des Trapezblechdaches, Bsp. die Modulklemmen. Zusätzlich gibt es Schienenverbinder (Bild 9), die aufgrund der Verschraubung M12 und der großen Kontaktfläche als blitzstromtragfähig angesehen werden:

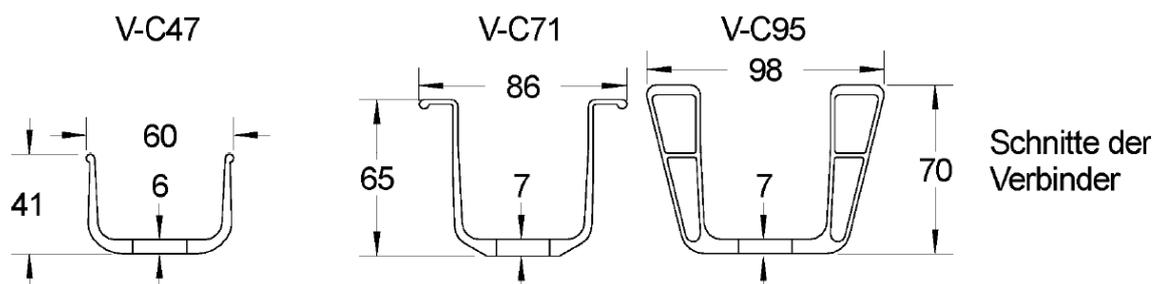
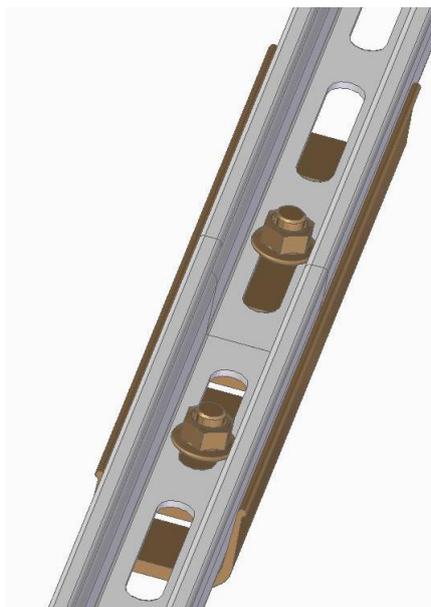


Bild 9: Schienenverbinder für C-Schiene

Bei den Loslagern an den Dehnfugen ist ein ausreichender Kontakt für Potentialausgleich vorhanden. Bei den Sonderfällen, wo eine Blitzstromtragfähigkeit gefordert ist, muss eine Überbrückung (US, vgl. folgendes Kapitel) ergänzt werden.

4.5 Sonstige Komponenten zum Anschluss an das PV-Montagesystem

MK

Multi-Plus Anschlussklemme (mit Zwischenplatte) aus Aluminium (Fa. Pröbster, Art 111271 S) oder Edelstahl V2A (Art. 11273)

US

Flexibles Überbrückungsseil nach [6] DIN EN 62561-1, (Fa. Pröbster Art. 1372) 16mm² Kupfer, 300mm Länge Befestigung mit 2x2 Bohrschrauben 6,5 mm aus V2A (Art. 7504)

VK

Verbindungsklemme (Fa. Pröbster, Art. 2101 Alu d=8-10mm), alternativ MK

EV

Erdungsverbinder Art. 03-000012 zur Anbindung an die Grundschiene und C-Schiene [15] bzw. Art. 03-001437 zur Anbindung an die C-N Schiene



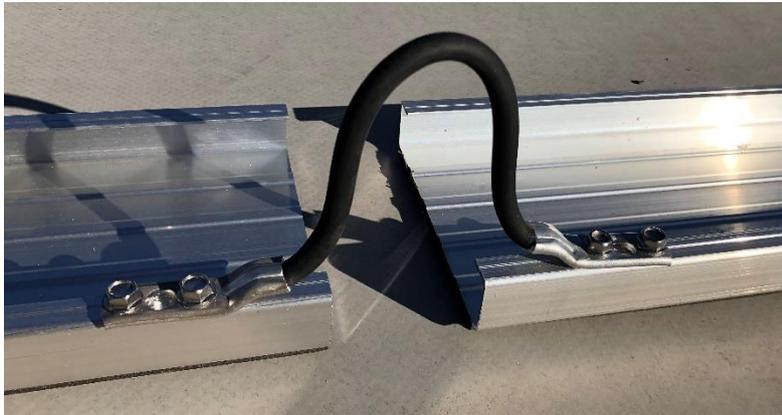
Detail A: Anschluss der PV-Anlage an das Attikablech mit Dehnungsbogen (MK)



Detail A1: Anbindung Runddraht an die Grundschiene (MK)



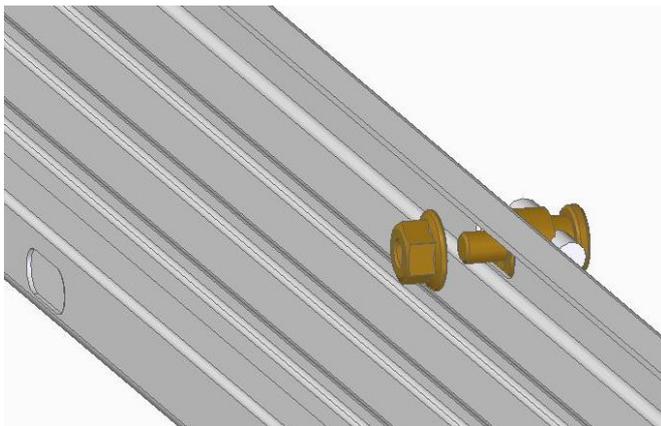
Detail B: Überbrückung (US) bei der Dehnfuge (Grundschiene parallel)



Detail C: Überbrückung (US) bei der Dehnfuge (Grundschiene längs)



Detail D: Erneuter Anschluss von durchtrennten Runddrähten mittels Stoßverbinder. Dies kann alternativ auch mit MK ausgeführt werden (nicht dargestellt)



Detail D1: Alternative Ausführung mit Erdungsverbinder (EV) Art. 03-000012



Detail E: Lösungsvariante: bestehender Blitzschutz wird so belassen bzw. wieder vollständig aufgebaut und die PV-Anlage wird angeschlossen (VK)



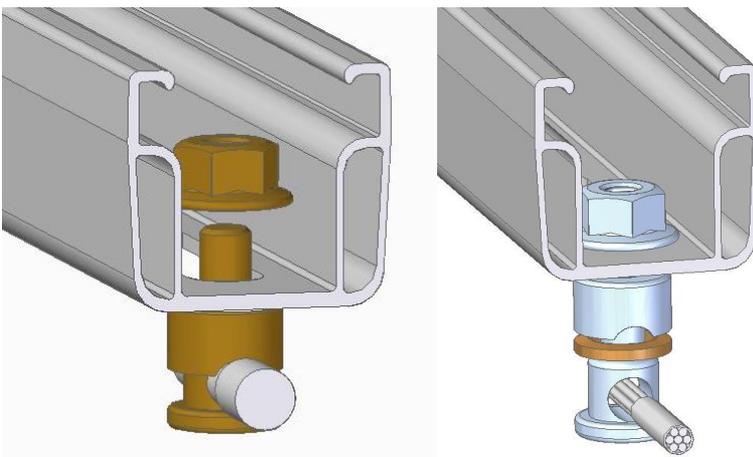
Detail Fv: Blitzfangstange an Modulstütze angeschlossen: horizontale Anbindung (MK) mit Fangstange aus gebogenem Runddraht



Detail Fh: vertikale Anbindung (MK) mit gerader Fangstange



Detail Fs: Variante alte separate Blitzfangstange bleibt weiter bestehen und wird angebunden (MK). Bei der Anbindung an die Attika fehlt der Ausdehnungsbogen



Detail G: Montage Erdungsverbinder an die C-Schiene

5 Potentialausgleich: Erläuterungen und Normenverweise

Die [1] DIN VDE 0100-410 „Schutz vor elektrischem Schlag“ Abs. 3.4 verweist auf die 700-er Normenserie und es ist für PV-Anlagen in erster Linie [3] DIN VDE 0100-712 „PV-Stromversorgungssysteme“ relevant.

5.1 Modulrahmen

5.1.1 Schutzpotentialausgleich

Für die Modulrahmen ist in der Regel kein Schutzpotentialausgleich erforderlich, da die Module die Anforderungen an Schutzklasse 2 (vgl. [3] VDE 0100-712.410.101) erfüllen müssen.

Gehäuse von Schutzklasse 2 Betriebsmittel haben per Definition keine Erdverbindung.

D.h. wenn der Installateur bei intakten Modulen nur einen der beiden DC-Pole berührt, ist kein geschlossener Stromkreis über andere leitfähige Teile (z.B. Montagesystem bzw. Dachkonstruktion) und Erde vorhanden. Somit besteht auch keine Gefahr vor elektrischem Schlag. Dennoch sollte dies grundsätzlich vermieden werden, da nie die gesamte Anlage überblickt und auf Unversehrtheit überprüft werden kann.

5.1.2 Funktionspotentialausgleich

In der Regel ist kein Funktionspotentialausgleich für Module erforderlich. Es kann jedoch in der Installationsanleitung des Modulherstellers ein Funktionspotentialausgleich vorgeschrieben sein, um z.B. eine elektrostatische Aufladung der Module zu vermeiden und um damit die Module vor einem PID Effekt zu bewahren.

Es reicht bereits ein kleiner Leitungsquerschnitt aus (vgl. Tab. 1 Zeile 1b), da nur geringe Ströme abgeleitet werden, um eine elektrostatische Aufladung des Moduls zu verhindern. Bezüglich des Mindestquerschnitts finden sich widersprüchliche Angaben in der Norm zu PV-Stromversorgungsanlagen [3] VDE 712.542.3.101 mit 4 mm² Kupfer und der PV Blitzschutznorm [9] DIN EN 62305-3 Bbl. 5 Abs. 7 mit 6 mm² Kupfer vgl. Tab. 1 Zeile 1b und 2d.

Ein weiterer Grund für einen Potentialausgleich ist der Schutz des Installateurs vor der so genannten Schreckspannung (Berührspannung). Hier soll zum Beispiel vermieden werden, dass der Installateur bei der Wartung der PV-Anlage beim Berühren eines PV-Modules eine statische Entladung als kurzen Stromschlag verspürt und dies eine Schreckreaktion auslöst. Schreckreaktionen können zu Verletzungen, Stürzen bzw. Abstürzen vom Dach führen. Hierzu finden sich keine expliziten Angaben in den VDE Normen, dass ein solcher Funktionspotentialausgleich verpflichtend ist.

5.2 Montagesystem

5.2.1 Schutzpotentialausgleich

PV-Anlagen bzw. PV-Generatoren sind standardmäßig mit PV-Modulen der Schutzklasse II errichtet. Die Personenschutzmaßnahme stellt den Schutz vor elektrischen Schlag sicher.

Ein Schutzpotentialausgleich kommt im Zusammenhang mit PV-Montagesystemen auf der DC-Seite nicht vor.

In Zusammenhang mit dem Montagesystem wird in [3] 712.542.101 lediglich auf einen möglichen Funktionspotentialausgleich gegen „statische Aufladung“ hingewiesen.

5.2.2 Funktionspotentialausgleich

Für das Montagesystem der PV-Anlage ist in der Regel normativ nicht erforderlich. Zur Vermeidung der oben beschriebenen Schreckspannung bei Berührung des Montagesystems oder bei Anbindung der Modulrahmen zur Vermeidung des PID Effektes, kann der Anschluss des PV-Montagesystems an einen Funktionspotentialausgleich sinnvoll sein.

5.3 DC-Leitungen

In der Regel dürfen die DC-Leitungen nicht an den Potentialausgleich angeschlossen sein.

Sonderfall: Bei einigen wenigen Modulen wurde in der Vergangenheit vom Hersteller ein Anschluss eines DC-Pols an den Potentialausgleich explizit vorgeschrieben, um eine Schädigung der Zellen zu vermeiden. Hierzu wurde z.B. eines der DC Zuführungskabel mit dem Potentialausgleich des Wechselrichters verbunden. In diesem Fall muss aber zwischen der AC-Seite und der DC-Seite eine galvanische Trennung vorhanden sein, vgl. [3] 712.542.102. D.h. es dürfen keine üblichen modernen Wechselrichter eingesetzt werden, sondern der Wechselrichter muss aus einem gewickelten Transformator mit Spulen bestehen. Die Erdung bzw. der Anschluss eines Pols an den Potentialausgleich hat grundlegenden Einfluss auf das Personenschutzkonzept. Durch die Anbindung kann über das Montagesystem ein geschlossener Stromkreis entstehen. In Konsequenz besteht bei Berührung eines Poles und eines leitfähigen Teiles, Gefahr vor elektrischem Schlag.

6 Äußerer Blitzschutz: Erläuterungen und Normenverweise

Ob ein äußerer Blitzschutz erforderlich ist, hängt von der Gebäudeart bzw. Nutzungsart ab und ist an sich unabhängig von der PV-Anlage. Durch die PV-Anlage wird das Risiko eines Blitzeinschlages nicht verändert, vgl. [9] DIN EN 62305-3 Beiblatt 5 Abs.5.1. Die PV-Anlage kann aber zum Blitzschutz beitragen bzw. integriert werden.

Für die Planung des Blitzschutzes ist eine qualifizierte Blitzschutz-Fachkraft erforderlich, vgl. [9] Abs. 5.1. Die Anforderungen hierzu sind im nationalen Vorwort in [7] S.3+4 erläutert. In erster

Linie geht es um 5-jährige Berufserfahrung, physikalischem Verständnis, Fachkenntnis und kontinuierliche Weiterbildung bezüglich dem Stand der Technik beim Blitzschutz.

6.1 Einhaltung des Trennungsabstands

Beim äußeren Blitzschutz liegt es nahe, dass man die PV-Anlage im Schutz der (bestehenden) Blitzschutzanlage errichtet. Dies ist jedoch wenig praktikabel, da der geforderte Mindest-Trennungsabstand gemäß [7] DIN EN 62305-3 Abs. 6.3.1 zum Blitzschutz schwierig einzuhalten ist. Dieser Trennungsabstand liegt in der Größenordnung 0,5 m (vgl. [9] DIN EN 62305-3 Beiblatt 5 Abs. 4.3), ein Praxisbeispiel ist in [9] Anhang C enthalten. Dieser Trennungsabstand führt zu aufwändigen Leitungsführungen, um jegliche Näherung zu vermeiden.

Es sind Abstände einzuhalten, und zwar sowohl von den Modulen, der Unterkonstruktion, als auch von den DC-Kabeln einschließlich deren Zuführung u.a. zu:

- Blitzschutzmaschen
- Blitzfangstangen
- Trapezblech (Dach, Fassade)
- Lichtkuppeln
- Attikablechen
- Sonstige metallene Dachkonstruktionen.

Zudem muss die Anlage jeweils an den Blitzschutzmaschen (Ableitungen) unterbrochen werden, da sonst der Trennungsabstand nicht eingehalten werden kann. Es passt dadurch bei jeder Unterbrechung ein Modul weniger auf das Dach. Außerdem ist bei Flachdachanlagen, durch den fehlenden Verbund der Module untereinander, ein wesentlich höherer Ballast erforderlich.

Allgemein lässt sich der Trennungsabstand bei Metalldächern wie z.B. Blechfalzdächern oder Trapezblechdächern nicht realisieren, vgl. [9] Abs. 5.2. Flachdächer gehören in der Regel auch zu den Metalldächern, da die Tragschale meist aus einem Trapezblech besteht. Zwischen dem Trapezblech und der Grundschiene des PV-Montagesystems befindet sich nur die 10 bis 25 cm dicke Dachdämmung und 0,2cm Dachabdichtungsbahn.

6.2 Einbindung der PV-Anlage in den äußeren Blitzschutz

Wenn sich der Trennungsabstand nicht einhalten lässt, dann wird die PV-Anlage in den Blitzschutz eingebunden, vgl. [9] Abs. 5.2 und Anhang E.1. Dies ist aufgrund der metallenen Dachkonstruktion in der Praxis der Regelfall.

6.2.1 Einbinden in vorhandenen Blitzschutz

Die Einbindung der PV-Anlage in den vorhandenen Blitzschutz kann unter Belassung des bestehenden Blitzschutzes erfolgen. Das Montagesystem wird mit blitzstromtragfähigen Komponenten an die bestehenden Blitzschutzmaschen angebunden (Detail D), vgl. Tab. 1 Zeile 2b. Da der

bestehende Blitzschutz während der Bauphase oft im Weg ist, kann dieser auch abgetrennt, kurzzeitig entfernt und direkt nach der PV-Montage wieder aufgebaut und verbunden werden (Detail E).

6.2.2 Montagesystem ersetzt äußeren Blitzschutz

Man kann auch die PV-Anlage selbst als ein Bestandteil des Blitzschutzes betrachten, und den bestehenden Blitzschutz im Bereich der PV-Anlage entfernen und die PV-Anlage an den umgebenden Blitzschutz anbinden, vgl. Bild 2. In diesem Fall ist die Blitzstromtragfähigkeit der betreffenden Komponenten nachzuweisen.

Das Montagesystem selbst bildet in diesem Fall die Blitzschutzmaschen. Das zulässige Raster der Blitzschutzmaschen gemäß [7] DIN EN 62305-3 Tab. 2 ist einzuhalten und beträgt je nach Blitzschutzklasse 5m x 5m bis 20m x 20m. Bedingt durch die engen Schienenabstände 1 bis 2 m innerhalb des Montagesystems, sind die Abstände der Blitzschutzmaschen bereits eingehalten. Die Aluminium Montageschienen erfüllen die Anforderungen an den Mindestquerschnitt (50 mm² vgl. Tab. 1 Zeile 2a), die Querschnitte des novotegra Flachdachsystems liegen im Bereich von 76 mm² (Zugband) bis ca. 350 mm² (Grundschiene). Die blitzstromtragfähigen Verbindungen der novotegra Montagesystemkomponenten untereinander (Modulstützen, Basisfuß, Schienenverbinder der Grundschiene, Verschraubungen der Windleitbleche bzw. Zugbänder) sind nachgewiesen, vgl. TÜV Bericht [11].

Folgende Bereiche (vgl. Bild 2 und zugehörige Detailfotos) sind mit üblichen blitzstromtragfähigen Komponenten des Blitzschutzes noch zu ergänzen unter Einhaltung des zulässigen Abstandes des Blitzschutzmaschenrasters:

- Verbindungen über die Dehnfugen und Wartungsgänge hinweg (B, C), Tab. 1 Zeile 2c
- Anbindung des PV-Montagesystems zur Metallabdeckung der Attika (A, A1) Tab. 1 Zeile 2a
- Anbindung des PV-Montagesystems an den bestehenden umliegenden Blitzschutz, also an Blitzschutzmaschen (A1, D, D1), ggf. Blitzschutzableitung und ggf. Blitzfangstangen im Bereich der PV-Anlage (Fs)

6.3 Blitzschutz und Potentialausgleich

Der Blitzschutz beinhaltet in der Regel auch den Potentialausgleich, aufgrund der größeren Mindestquerschnitte und der Anbindung des Blitzschutzes an die Potentialausgleichsschiene. Wenn die PV-Anlage an den äußeren Blitzschutz angebinden ist, dann ist eine zusätzliche Potentialausgleichsableitung nicht verpflichtend aber zumindest empfohlen, vgl. [9] DIN EN 62305-3 Beiblatt 5, Bilder 11 und 16.

6.4 Blitzschutz für die PV-Anlage

Beim Blitzschutz geht es in erster Linie um den Schutz des Gebäudeinnern. Ein Schutz der PV-Anlage selbst vor direktem Blitzeinschlag wird heutzutage selten durchgeführt, und ist in den folgenden Kapiteln nur kurz erläutert.

Der Durchmesser von Blitzfangstangen im Bereich der PV-Anlage sollte 10 mm Durchmesser nicht überschreiten. Ein Durchmesser von 10 mm beeinträchtigt wegen der geringen Verschattungseffekte den Ertrag der PV-Anlage nicht nennenswert, vgl. [9] Tab. 1 und [15].

6.4.1 Bei Einhaltung des Trennungsabstandes

Die Fangstangen sollten den Trennungsabstand einhalten, vgl. [9] Bilder 3 und 4 und die PV-Anlage sollte sich im Schutzbereich der Fangstangen befinden.

6.4.2 Bei Einbindung der PV-Anlage in den Blitzschutz

Da der Trennungsabstand in der Regel nicht überall eingehalten werden kann, wird die Anlage an den Blitzschutz angebunden.

Zum Schutz der Module vor direktem Blitzeinschlag können auf die Modulstützen Fangstangen montiert werden. Diese lassen sich sehr einfach montieren, vgl. Bilder Detail Fv und Fh. Der Abstand der Fangstangen untereinander ergibt sich aus dem Blitzschutzkugelverfahren. Aufgrund der inzwischen geringen Schadenssumme bei einem Modul, sind solche Blitzschutzmaßnahmen für Module unüblich. Zudem finden sich in der Norm [9] DIN EN 62305-3 Beiblatt 5 keine Beispiele für diese Kombination.

6.5 DC Zuführungsleitungen

Die Zuführungskabel zur PV-Anlage sollten möglichst außen am Gebäude heruntergeführt werden, um den Blitzstrom nicht durch das Gebäude zu leiten, vgl. [10] VdS 3145 Abs. 4.4.6.1. Wenn die DC Leitung durch das Gebäude geführt wird, ist ein entsprechender Überspannungsableiter in der Nähe des Eintrittes in das Gebäude erforderlich, vgl. [9] Abs. 5.4 und Bilder 7 bis 10.

7 Innerer Blitzschutz

Im Gebäude sind entsprechende Überspannungsableiter zur Erdung bei Blitzeinschlag zu installieren, nähere Informationen hierzu finden Sie u. A. in

[9] DIN EN 62305-3 Beiblatt 5 Abs. 5.6 bis 5.8

[3] DIN VDE 0100-712 Anhang C

[4] Schmolke.

8 Literaturverzeichnis

8.1 Normen Niederspannungsanlagen

[1] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):

Errichten von Niederspannungsanlagen. Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag. DKE, Oktober 2018.

[2] DIN VDE 0100-540 VDE 0100-540:

Errichten von Niederspannungsanlagen. Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter. DKE, Juni 2012

[3] DIN VDE 0100-712:

Errichten von Niederspannungsanlagen –Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art –Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme. DKE, Oktober 2016

[4] Herbert Schmolke:

DIN VDE 0100 richtig angewandt. Errichten von Niederspannungsanlagen übersichtlich dargestellt. VDE VERLAG GMBH, 7., neu bearbeitete und erweiterte Auflage 2016.

[5] Rolf Rüdiger Cichowski:

Der rote Faden durch die Gruppe 700 der DIN VDE 0100. Errichten elektrischer Anlagen in Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art. VDE VERLAG GMBH, 2., neu bearbeitete Auflage 2019.

8.2 Blitzschutznormen

[6] DIN EN 62561-1 VDE 0185-561-1:

Blitzschutzsystembauteile (LPSC). DKE, Dezember 2017.

[7] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):

Blitzschutz –Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen. DKE, Oktober 2011.

[8] DIN EN 62305-3 Beiblatt 1 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 1):

Blitzschutz –Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen. DKE, Oktober 2012.

[9] DIN EN 62305-3 Beiblatt 5 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 5):

Blitzschutz–Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen; Beiblatt 5: Blitz- und Überspannungsschutz für PV-Stromversorgungssysteme. DKE, Februar 2014.

8.3 Sonstiges

[10] Leitfaden VdS 3145

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV). Photovoltaikanlagen. VdS Verlag November 2017

[11] TÜV Rheinland Energy GmbH Solarenergie:

Testbericht Blitzstromtragfähigkeit und Potentialausgleich. TÜV Berichts-Nr.: 21244159. Köln, Oktober 2018.

[12] TÜV Rheinland Energy GmbH Solarenergie:

Bescheinigung- 21244159 –

[13] TÜV Rheinland Industrie Service GmbH: Erstellung eines Leitfadens zu Potentialausgleich und Blitzschutz von PV-Anlagen“, Berichts-Nr.: 21250170_001 vom November 2020

[14] Sachverständigenbüro für Photovoltaik (TÜV) - PersCert TÜV, Jürgen Kramer-Pawlitschko: Zertifizierung des Tragsystems ´novotegra´: Einbindung von UK-Systemen in Blitzstromkonzeptionen Schwabach 24.2.2017

[15] Fa. Pröpster: Zertifikat über Konformität 62561-1: KS-Verbinder mit zusätzlicher Klemmscheibe. 20.3.2018

[15] Martin Schäfer: Interne Untersuchung zu Verschattungseffekten von Blitzfangstangen. MHH Solartechnik 2006.