



**VSEK  
ASCE**

Erfahrungen aus den  
unabhängigen Kontrollen

Stefan Providoli, Zentral-Vorstand VSEK I ASCE

### Inhalt der nächsten 20 Minuten

Das Referat nimmt die häufigsten Fragen / Diskussionspunkte auf, welche an den Vorstand des VSEK I ASCE getragen worden sind:

1. AC – Wartungsschalter
2. NA – Schutz als AC – Wartungsschalter
3. Wechselrichter und Ableitströme
4. Schutz-Potentialausgleich
5. Lightning Protection System / Überspannungsschutz

## 1. AC - Wartungsschalter

**7.12.5.3** Einrichtungen zum Trennen, Schalten, Steuern und Überwachen

**7.12.5.3.7** Einrichtungen zum Trennen und Schalten

.1 Zum Durchführen von Wartungsarbeiten am PV-Wechselrichter müssen Einrichtungen zum Trennen des PV-Wechselrichters auf der Gleichspannungsseite und der Wechselspannungsseite angeordnet werden. [4.6.3](#) und [5.3.7.3](#)

Norm: SN 411000:2020 NIN



Foto: Stefan Providoli, VSEK

### Anforderungen an den Schalter

(beschriftet / klar / GWS wenn nicht im Sichtbereich / Ein – Aus klar / Schwarz – Grau / Rot – Gelb bei Not-Aus und Not-Halt)

### Anforderungen an die Funktion

(Vorrang haben / alle gefährlichen Energien zum System trennen, abbauen oder zurückhalten)

### Anforderungen an die Platzierung

(Gefahrlos / Sichtbar / ohne Schaltschränktüre öffnen zu müssen / von Vorteil in unmittelbarer Nähe / 0.60m bis 1.90m a.f.B)

VSEK | ASCE, Solar-Update 2021 Swissolar 25.11.2021

## 1. AC - Wartungsschalter

Werden die Anforderungen an den AC-Wartungsschalter erfüllt?



Foto: Stefan Providoli, VSEK

**Nein, aus 2 Gründen:**

1. Die Anforderung an die Funktion (alle zum System zugeführten Energien trennen, abbauen oder zurückhalten) kann mit einem integrierten Wartungsschalter nicht erfüllt werden
2. In der Installationsanleitung ist definiert, dass vor jeglichen Arbeiten am Wechselrichter, der externe AC-Schalter, welcher dem Wechselrichter netzseitig nach-(vor) geschaltet ist, bedient werden muss.

VSEK | ASCE, Solar-Update 2021 Swissolar 25.11.2021

### 1. AC - Wartungsschalter

Werden die Anforderungen an den AC-Wartungsschalter erfüllt?



Foto: Stefan Providoli, VSEK

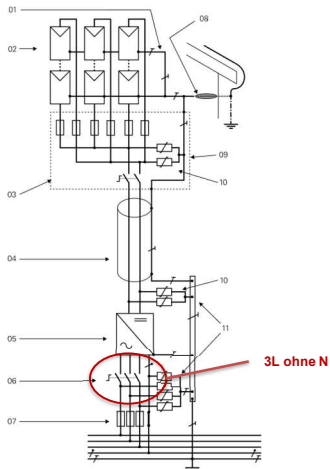
Ja, aber:

- 1. Sehr streng genommen wäre die Farbe die falsche. Rot – Gelb ist zu verwenden, sobald eine Not-Aus oder Not-Halt Funktion realisiert werden muss.

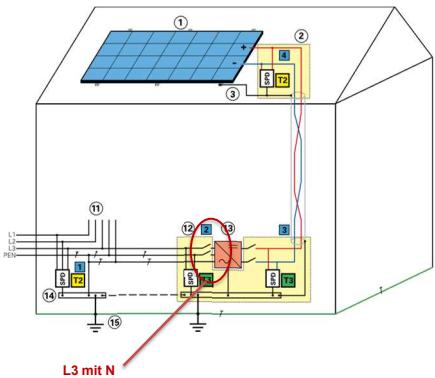
Merke: Dies ist u.a. der Fall, sobald eine mechanische Bewegung vorhanden ist (Lift).

### 1. AC - Wartungsschalter

Wieviele aktive Leiter schaltet der Wartungsschalter?



Norm: SN 411000:2020 NIN



1. AC - Wartungsschalter

Wieviele aktive Leiter schaltet der Wartungsschalter?

4.6.4

Schalten für Wartungsarbeiten

4.6.4.1

Wartung bei Verletzungsrisiko

.1

Schalteneinrichtungen müssen vorgesehen werden, wenn die Wartung von Betriebsmitteln ein Verletzungsrisiko einschliesst.

.2

Das Ausschalten muss, unter Berücksichtigung von 4.6.1.2, alle aktiven Leiter trennen.

.3

Die Wartung kann sowohl rotierende Maschinen als auch Heizelemente und elektromagnetische Betriebsmittel betreffen.

Allpolig (3P)	Alle aktiven Leiter (4P)
<ul style="list-style-type: none"><li>- NIN 2020, Art. 5.3.7.3.2.2</li><li>- NIN 2020, Art. 7.12.5 Fig. 12-14</li><li>- SNG 491000-2046D</li><li>- SUVA CE93.9d</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- IEC 60364-7-712, Art. 712.531.101 Tab. 1</li><li>- IEC 60364-7-712, Art. 712.536.2.102</li><li>- SR 734.2 StV. Art. 70 / SR 734.27 Art. 22</li><li>- NIN 2020, Art. 4.6.4.1.2</li><li>- NIN 2020, Art. 5.3.7.2.1</li><li>- NIN 2020, Art. 7.12.5 Fig. 1-9</li><li>- ESTI 219, Art. 8</li><li>- ESTI 407, Art. 6.1.1</li><li>- ESTI 100, Pkt. 51</li></ul>

2. NA – Schutz als AC - Wartungsschalter

7.12.5.3

Einrichtungen zum Trennen, Schalten, Steuern und Überwachen

7.12.5.3.7

Einrichtungen zum Trennen und Schalten

.1

Zum Durchführen von Wartungsarbeiten am PV-Wechselrichter müssen Einrichtungen zum Trennen des PV-Wechselrichters auf der Gleichspannungsseite und der Wechselspannungsseite angeordnet werden. 4.6.3 und 5.3.7.3

Norm: SN 411000-2020 NIN

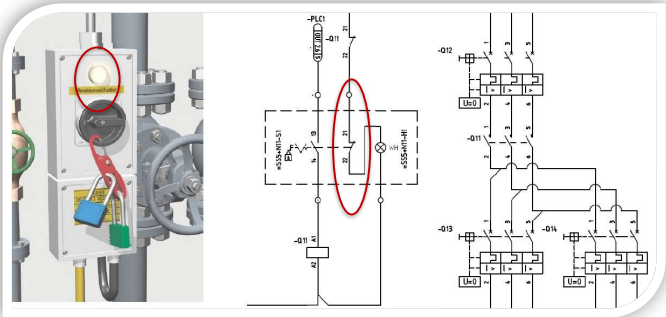


Foto: Christof Bucher, Artikel Netz- und Anlagenschutz (bulletin.ch)

Kann der NA – Schutz als Wartungsschalter verwendet werden?

Ja, wieso denn nicht?

2. NA – Schutz als AC - Wartungsschalter

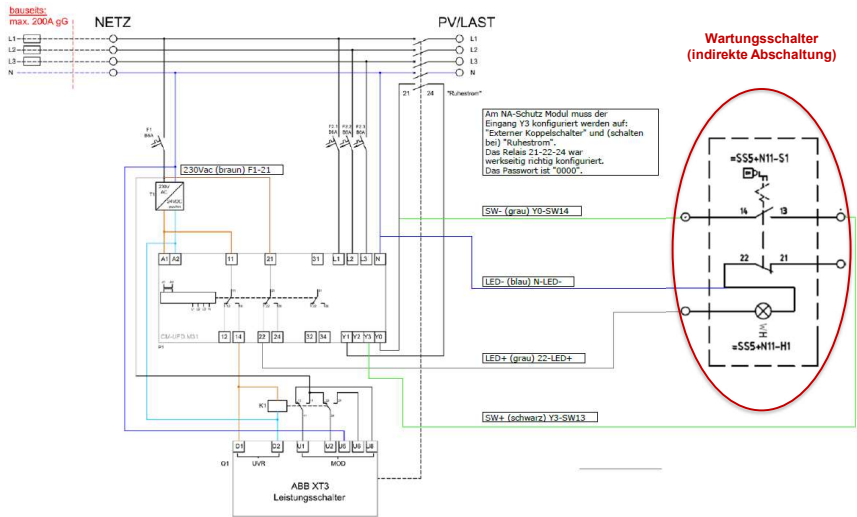


Publikation: SUVA CE93-9.D

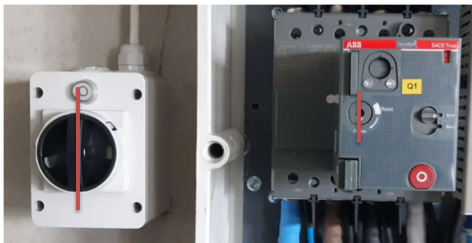
Da ein Schütz als Abschaltelement nicht so sicher ist wie ein zwangsöffnender Schalter, müssen folgende Massnahmen eingehalten werden:

- 1. Die tatsächliche Abschaltung muss gemeldet werden (durch eine weisse Meldeleuchte mit «0» oder «Aus» bezeichnet)
- 2. Die Anzeige muss sicher erfolgen, d.h. der Schütz muss eine Zwangsführung zwischen dem Leistungs- und dem Meldekontakt aufweisen (Spiegelkontakt)

2. NA – Schutz als AC - Wartungsschalter

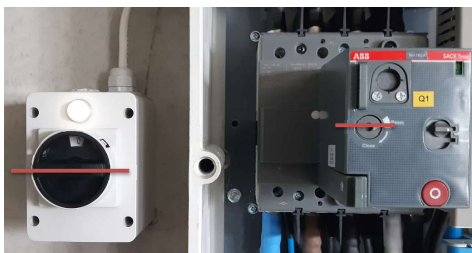


## 2. NA – Schutz als AC - Wartungsschalter



### Zustand Ein

Wartungsschalter: Ein  
NA – Schütz: Ein  
Kontroll – LED: Aus



### Zustand Aus

Wartungsschalter: Aus  
NA – Schütz: Aus  
Kontroll – LED: Ein

Foto: Markus Wey, VSEK

VSEK | ASCE, Solar-Update 2021 Swissolar 25.11.2021

## 3. Wechselrichter und Ableitströme

Wieviele Ableitströme sind erlaubt?



Foto: Stefan Providoli, VSEK

### Dies regelt die SN EN 62109-2.

Diese Norm definiert bei Wechselrichter ohne galvanische Trennung (Trafoslos) einen zulässigen Fehlerstrom von 10mA / kVA Dauerausgangsleistung.

Huawei Sun2000-30KTL-M3  
30 kVA x 10 mA = 300 mA

Huawei Sun2000-60KTL-M0  
60 kVA x 10 mA = 600 mA

Huawei Sun2000-100KTL-M1  
100 kVA x 10 mA = 1'000 mA

VSEK | ASCE, Solar-Update 2021 Swissolar 25.11.2021

### 3. Wechselrichter und Ableitströme

#### 705.4.1.1 Automatische Abschaltung der Stromversorgung

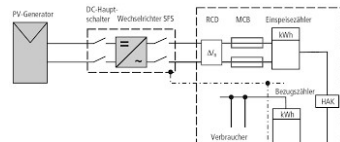
##### .1 Allgemeines (4.1.1.1)



In Stromkreisen, gleichgültig welchen Systems nach Art der Erdverbindung, müssen die folgenden Abschalteinrichtungen vorgesehen werden:

- in Endstromkreisen mit Steckdosen eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ ;
- in allen anderen Stromkreisen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ .

Norm: SN 411000:2020 NIN



Ein RCD mit einem Bemessungsdifferenzstrom von 300 mA (für den Brandschutz) wird die Fehlerströme über 300 mA nicht tolerieren, was nun?

- 1) Kleinere dafür mehrere Wechselrichter < 30 kVA einzusetzen
- 2) Differenzstrom-Überwachung
- 3) Trenntransformator verwenden

VSEK | ASCE, Solar-Update 2021 Swissolar 25.11.2021

### 3. Wechselrichter und Ableitströme

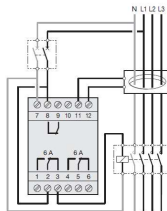


Foto: Hager AG

#### Differenzstrom-Überwachung

Das vorgehen entspricht dem TKI Entscheid 060304.

1. Isolationsmessung messen und protokollieren (> 1 MΩ)
2. Differenzstrom messen und protokollieren
3. Der Einstellwert der Differenzstrom-Überwachung ergibt sich aus der Summe des gemessenen Differenzstrom unter Nennbetrieb und 300 mA für den Brandschutz, als Beispiel beim Huawei Sun2000-60KTL-M3 liegt dies im Bereich von 900 mA (600 mA + 300 mA).
4. Beim Ansprechen der Differenzstrom-Überwachung ist die Anlage zwingend abzuschalten.



VSEK | ASCE, Solar-Update 2021 Swissolar 25.11.2021

4. Schutz-Potentialausgleich



Foto: Stefan Providoli, VSEK

Der Schutz-Potentialausgleich SPA bezeichnet eine gut leitfähige Verbindung, die unterschiedliche elektrische Potentiale minimieren soll.

Das Schutzziel des Schutz-Potentialausgleich SPA ist, dass Mensch und Tier im Fehlerfall (sowie auch im üblichen Betriebszustand) keine Spannung abgreifen können.

**Doch, muss wirklich alles immer und überall an den SPA angeschlossen werden?**

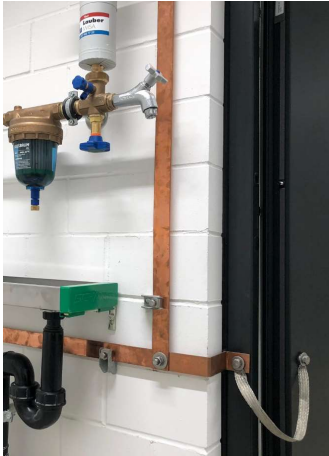
4. Schutz-Potentialausgleich

Metalltreppe?



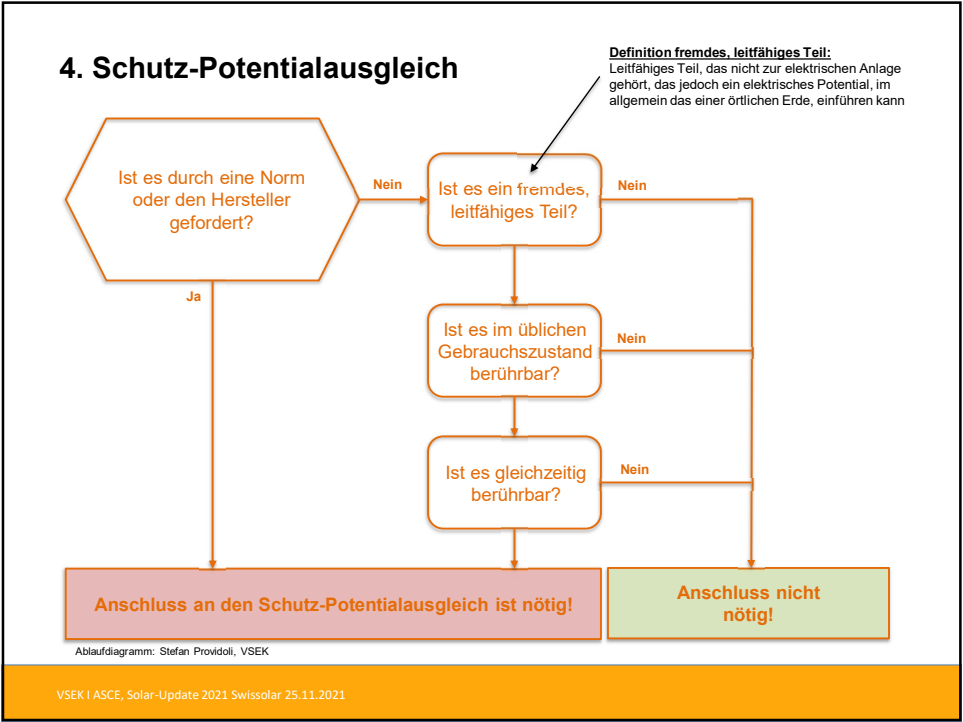
Foto: Stefan Providoli, VSEK

Wasserleitung und Metalltüre?



Balkongeländer?





### 4. Schutz-Potentialausgleich

Hersteller	SPA gefordert (Installationsanleitung)
Delta Electronics B.V	SPA immer nötig (i.d.R min. 6mm <sup>2</sup> )
Enphase Energy Ltd.	SPA nicht nötig
FIMER S.p.A.	SPA fakultativ, ausser der Mindestquerschnitt ist unterschritten wenn ein SPD T1 / T2 integriert ist.
Fronius Int. GmbH	SPA nicht nötig, ausser der Mindestquerschnitt ist unterschritten wenn ein SPD T1 / T2 integriert ist.
Huawei Technolgy Ltd.	M1-, M2- und M3-Serie vorgeschrieben (inkl. Silicagel), M0-Serie (nur) empfohlen.
Kostal Solar Elettric GmbH	Piko: Nur beim 3.0 vorgeschrieben, bei allen anderen ist der SPA fakultativ Plenticore: SPA fakultativ Piko MP: SPA nicht nötig
SMA Solar Technolgy AG	SPA fakultativ
SolarEdge Technologies GmbH	SPA nicht nötig, ausser wenn DC-Batterie zusätzlich verbaut wird (z.b. BYD LVS). Dann ist der Masseanschluss als SPA am WR anzuschliessen.

Tabelle: Stefan Providoli, VSEK

VSEK | ASCE, Solar-Update 2021 Swissolar 25.11.2021

4. Schutz-Potentialausgleich



Foto: Stefan Providoli, VSEK

5. Lightning Protection System

4.4.3

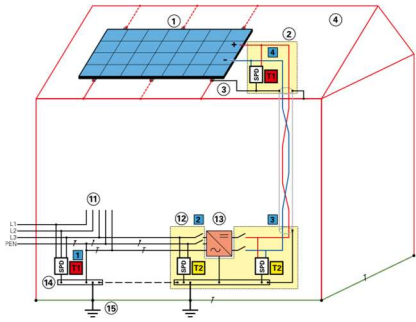
Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse und von Schaltvorgängen

4.4.3.1

Allgemeines

4.4.3 beschreibt die Anforderungen für den Schutz elektrischer Anlagen bei transienten Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse, die über das Stromversorgungsnetz übertragen werden, inklusive direkter Blitzereinschläge in das Versorgungssystem und bei transienten Überspannungen infolge von Schaltvorgängen. Der Abschnitt 4.4.3 beschreibt nicht die Anforderungen für den Schutz bei transienten Überspannungen infolge direkter Blitzereinschläge in die Bauten und Anlagen oder infolge von Blitzereinschlägen neben den Bauten und Anlagen.

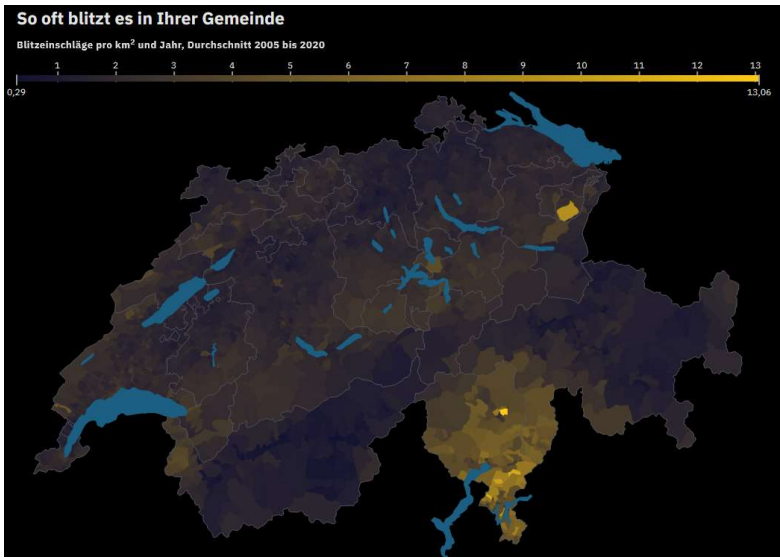
Norm: SN 411000:2020 NIN



Sobald das Gebäude eine äussere Blitzschutzanlage (LPS) aufweist, gilt die NIN nicht mehr (vgl. oben).

D.h. die Beispielbilder der NIN im Kap. 7.12 sind nicht „auf die Goldwaage“ zu legen. Es ist v.a. die SN EN 62305 relevant, bei „einfachen“ LPS-Systemen kann auch auf die SNR 464022 zurückgegriffen werden, aber in jedem Fall ist das CLC/TS 50539-12 zu berücksichtigen.

5. Lightning Protection System



VSEKI ASCE, Solar-Update 2021 Swissolar 25.11.2021

5. Überspannungsschutz

4.4.3 Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse und von Schaltvorgängen

4.4.3.1 Allgemeines

4.4.3 beschreibt die Anforderungen für den Schutz elektrischer Anlagen bei transienten Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse, die über das Stromversorgungsnetz übertragen werden, inklusive direkter Blitzeinschläge in das Versorgungssystem und bei transienten Überspannungen infolge von Schaltvorgängen. Der Abschnitt 4.4.3 beschreibt nicht die Anforderungen für den Schutz bei transienten Überspannungen infolge direkter Blitzeinschläge in die Bauten und Anlagen oder infolge von Blitzeinschlägen neben den Bauten und Anlagen.

Norm: SN 411000:2020 NIN

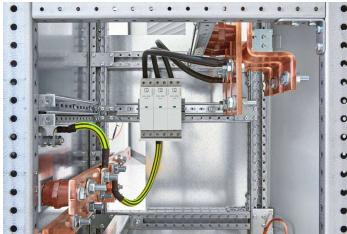


Bild: Phoenix Contact AG

Bei Auswirkungen auf das menschliche Leben, auf öffentliche Einrichtungen und auf Gewerbe sowie Industrieanlagen ist in jedem Fall ein Schutz bei Überspannungen zu realisieren.

Es ist irrelevant ob eine PV-Anlage installiert wird, eine Elektroladestation angeschlossen wird, eine neue Maschine installiert oder die Heizung ersetzt wird.

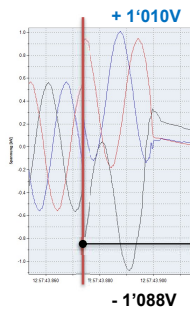
Lediglich bei Servicearbeiten kann auf die Nachrüstung verzichtet werden.

VSEKI ASCE, Solar-Update 2021 Swissolar 25.11.2021

5. Überspannungsschutz



Bild: DEHN & Söhne



In Wohnbauten gilt der Faktor 50 nach SN 411000:2020 NIN.

Jedoch, viel relevanter als die NIN ist die SR 734.27 NIV, welche im Art. 3 Abs. 1 folgendes definiert:

Elektrische Installationen müssen nach den anerkannten Regeln der Technik erstellt, geändert, in Stand gehalten und kontrolliert werden. Sie dürfen bei bestimmungsgemäsem und möglichst auch bei voraussehbarem unsachgemäßem Betrieb oder Gebrauch sowie in voraussehbaren Störfällen weder Personen noch Sachen oder Tiere gefährden.

**Voraussehbarer Störfall**  
Schäden an elektrischen Betriebsmitteln sind im 2 bis 3km Radius zu erwarten

**Bestimmungsgemässer Betrieb**  
Wartungsschalter Wechselrichter  
Transiente Überspannung durch Schalthandlung



VSEK  
ASCE

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

Stefan Providoli, Zentral-Vorstand VSEK I ASCE