



BLITZ- UND ÜBERSPANNUNGSSCHUTZ FÜR PHOTOVOLTAIKANLAGEN



LEUTRON SCHÜTZT DIE ZUKUNFT

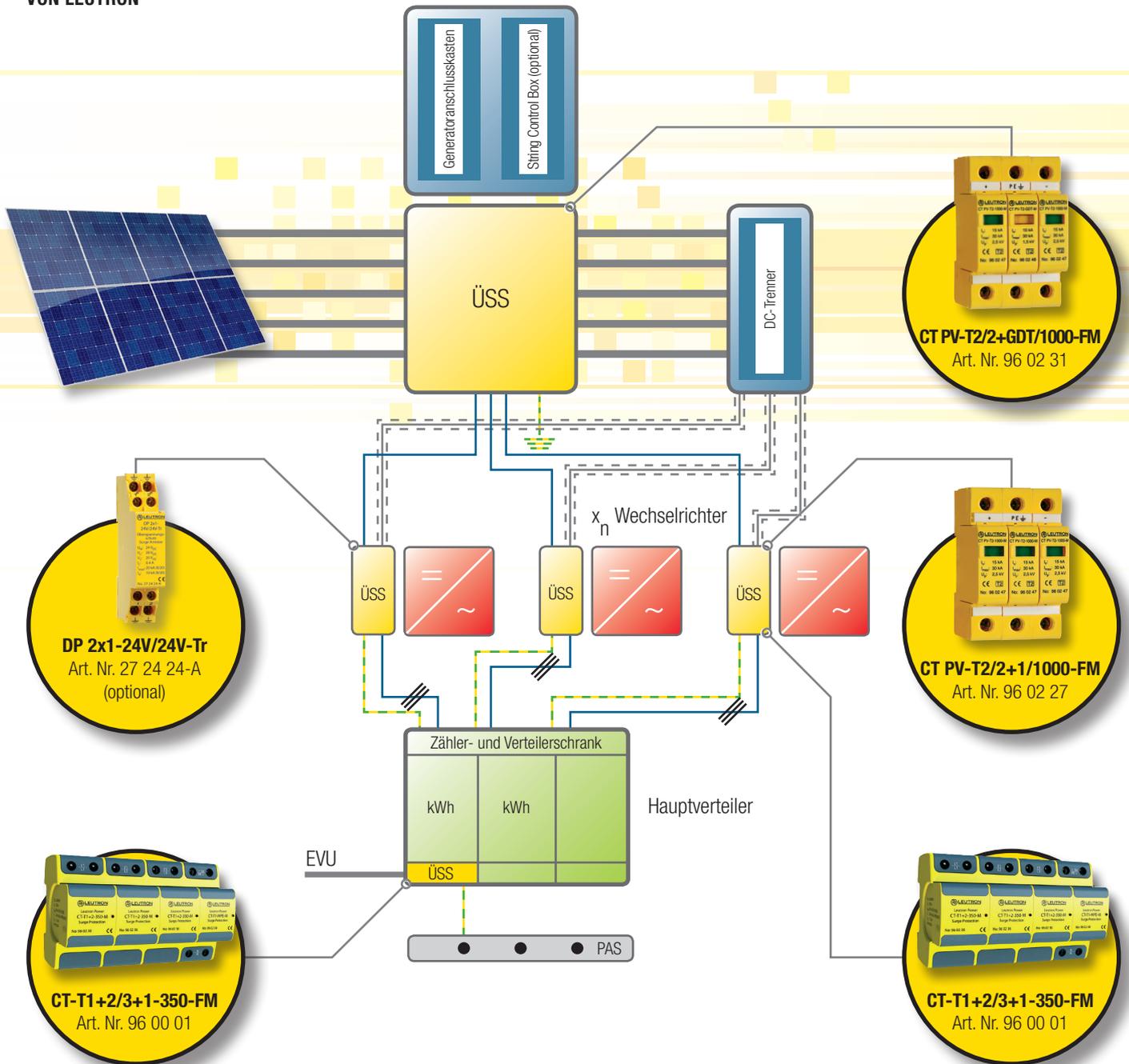
Denn die liegt (unter anderem) in Photovoltaikanlagen. Ob Neubau oder Sanierung, Privathaus oder Geschäftsgebäude – auf den Dächern in Deutschland setzen sie sich immer mehr durch. In den letzten sieben Jahren hat es in dieser Branche Umsatzsteigerungen um ein vielfaches gegeben.

Diese Hightech-Anlagen gilt es, aufgrund ihrer exponierten und großflächigen Anbringung, vor Blitzeinschlägen und Überspannungen zu schützen.

Das Photovoltaik-System schließt neben den Modulen auch die Elektroinstallation im Gebäude mit ein, die zwangsläufig von direkten

oder indirekten Blitzeinschlägen betroffen ist. Die Folgen eines Blitzeinschlages oder einer Überspannung sind gravierend: neben einem Ertragsausfall kommen auch die hohen Reparaturkosten. Kosten, die sich mit Leutron verhindern lassen. Denn Leutron schützt PV-Anlagen vor Überspannung.

ÜBERSpannungSSCHUTZGERÄTE VON LEUTRON



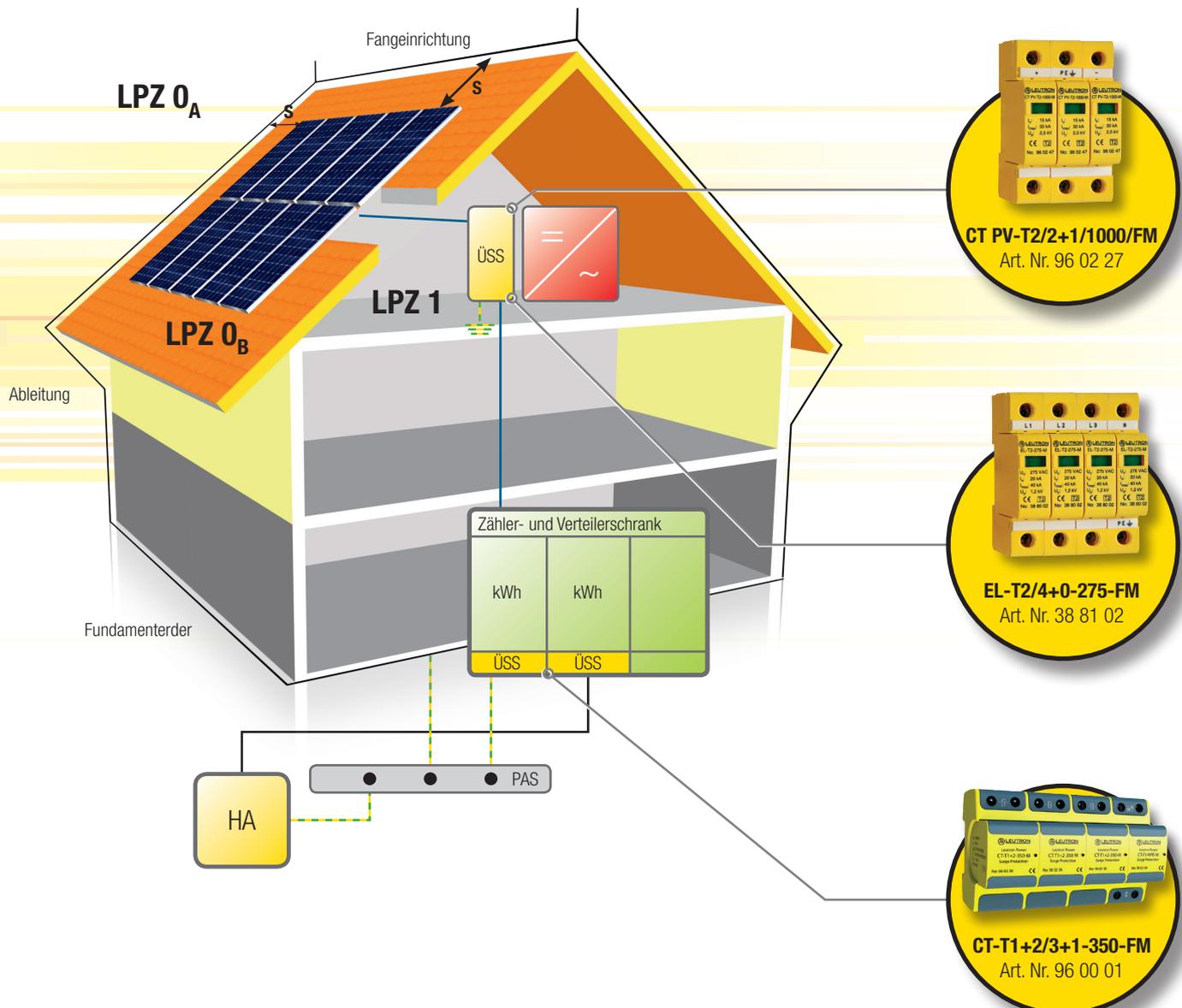
PV-ANLAGE AUF EINEM WOHNHAUS

Bei der Errichtung von PV-Anlagen auf Wohngebäuden mit Blitzschutzsystem ist auf einiges zu achten: Die Fangeinrichtungen sind so anzuordnen, dass sie einerseits mit ihrem Schutzraum einen Einschlag in das PV-Modul verhindern und andererseits möglichst keinen Schatten auf sie werfen. Die Bestimmung des Schutzraums der Fangstan-

gen erfolgt nach VDE 0185-305-3. Der Abstand (s) zwischen Photovoltaikanlage und Fangeinrichtung sollte mehr als 0,5 m betragen.

Sollte kein Trennungsabstand möglich sein, muss eine direkte, elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Äußeren Blitzschutz und

dem PV-Modulrahmen hergestellt werden. Ziel ist es, zu verhindern, dass die Modulrahmenkonstruktion vom Blitzstrom durchflossen wird. Deshalb erfolgt die elektrische Verbindung zwischen Fangeinrichtung und Rahmenkonstruktion nur auf einer Seite, vorzugsweise auf der den Ableitungen des Äußeren Blitzschutzes zugewandten Seite.



LEUTRON SCHÜTZT PHOTOVOLTAIKANLAGEN BIS SYSTEMSPANNUNGEN 1000 V DC

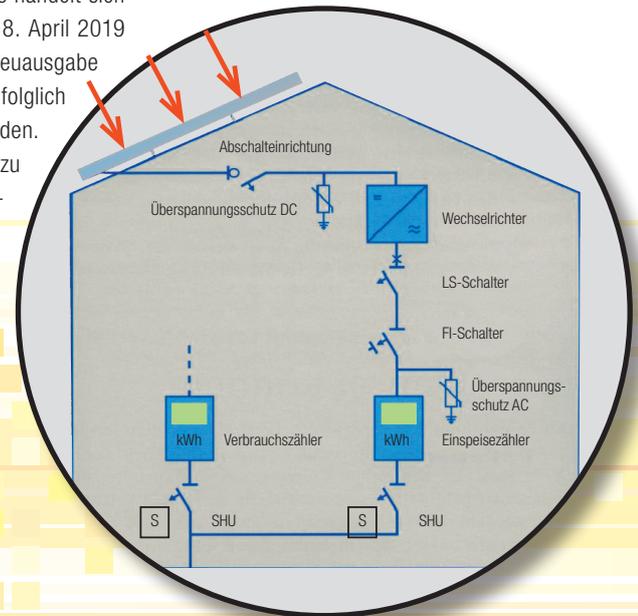
Beim Einsatz von Überspannungsschutzgeräten (engl.: Surge Protective Device = SPD) in Photovoltaikanlagen gilt es, einige Besonderheiten zu beachten. Im Gegensatz zu Anwendungen von SPDs in Wechselspannungssystemen handelt es sich bei einer Photovoltaikanlage um eine Gleichspannungsquelle mit spezifischen Eigenschaften. Beim Anlagenkonzept sind diese spezifischen Eigenschaften zu berücksichtigen und die SPDs daraufhin abzustimmen. So sind SPDs für PV-Anlagen sowohl für eine max. Leerlaufspannung ($U_{OC\ STC}$ = Spannung des unbelasteten Stromkreises unter Standardprüfbedingungen) des Solargenerators, als auch hinsichtlich einer maximalen Anlagenverfügbarkeit und Sicherheit auszulegen.

Die Photovoltaik ist eine elementare Säule der Energiegewinnung im Bereich der erneuerbaren re-

spektive regenerativen Energien. Dies trifft nicht nur auf Deutschland zu – wichtige Exportmärkte sind gleichermaßen Südeuropa und Nordamerika.

Seit Juni 2006 gibt es für die Errichtung von Photovoltaikanlagen die Norm DIN VDE 0100 (VDE 0100) Teil 712. Sie ist eine europäische harmonisierte Norm, das heißt es handelt sich um ein HD-Dokument. Seit dem 8. April 2019 ist die Übergangsfrist der Neuausgabe 2016-10 beendet, die Norm ist folglich gültig und muss angewendet werden. In dieser Norm sind Hinweise zu Überspannungsschutzeinrichtungen und dem Blitzschutz zu finden. Ein Überspannungsschutz wird dort zwar nicht explizit gefordert, jedoch empfohlen (vgl. Abb. 1).

Abb 1: Auszug aus der DIN VDE 0100-712, beispielhaft



Gleichfalls weist die Norm darauf hin, dass beim Einsatz eines Blitzschutzes, die PV-Anlage durch eine isolierte Fangeinrichtung geschützt sein muss – unter Beachtung des Trennungsabstands.

Äußerer Blitzschutz

Aufgrund ihrer großflächigen Ausdehnung und der zumeist exponierten Lage gefährden atmosphärische Entladungen (Blitze) Photovoltaikanlagen in besonderem Maße.

Zu unterscheiden sind hierbei direkte Blitzeinwirkungen und sogenannte indirekte (induktive und kapazitive) Einwirkungen. Die Notwendigkeit des Blitzschutzes ergibt sich einerseits aus den normativen Forderungen und hängt andererseits auch von der Applikation selbst ab, sprich, ob es sich etwa um eine Gebäude- oder um eine Feldinstallation handelt. Bei Gebäudeinstallationen wird unterschieden zwischen der Installation des PV-Generators auf dem Dach eines öffentlichen Gebäudes – mit vorhandener Blitzschutzanlage – und der Installation auf einem privaten Dach – ohne Blitzschutzanlage.

Feldinstallationen bieten aufgrund der großflächigen Module gleichfalls große potenzielle Angriffsflächen. Hierbei ist ein äußerer Blitzschutz in jedem Fall empfehlenswert, um direkte Blitz-

einschläge zu verhindern. Normative Hinweise finden sich in der DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) Beiblatt 2 (Auslegung nach Schutzklasse bzw. Gefährdungspegel LPL III) [2], sowie der VdS-Richtlinie 2010], (wenn PV-Anlage mehr als 10 kW, dann Blitzschutz erforderlich). Zusätzlich werden Überspannungsschutzmaßnahmen gefordert. So ist der PV-Generator durch eine getrennte Fangeinrichtung zu schützen.

Ist ein direkter Anschluss des PV-Generators unvermeidbar, wird also beispielsweise der Trennungsabstand nicht eingehalten, dann gilt es, die Auswirkungen von Blitzteilströmen zu beachten. Es sollten grundsätzlich geschirmte Generatorhauptleitungen verwendet werden, um induzierte Überspannungen möglichst gering zu halten. Zusätzlich lässt sich bei ausreichendem Schirmquerschnitt (mindestens 16 mm² Cu) der Kabelschirm zur Führung von Blitzteilströmen nutzen.

Gleiches gilt für den Einsatz von geschlossenen Metallgehäusen. Bei Kabel und Metallgehäusen ist die Erdung beidseitig auszuführen. Damit befindet sich die Generatorhauptleitung

(DC-Seite) in der LPZ 1 (engl.: Lightning Protection Zone), das heißt ein Überspannungsschutzgerät (SPD) vom Typ 2 ist an dieser Stelle ausreichend.

Andernfalls wäre ein SPD Typ 1 erforderlich.

Einsatz und korrekte Auslegung von Überspannungsschutzgeräten

Allgemein kann der Einsatz und das Auslegen von SPDs in Niederspannungsanlagen auf der Wechselstromseite als Standard betrachtet werden, hingegen ist der Einsatz und die richtige Auslegung für PV-Gleichstromgeneratoren immer noch eine Herausforderung: Denn erstens verfügt ein Solar-generator über eigene Besonderheiten und zweitens werden SPDs in einem Gleichspannungskreis eingesetzt.

Konventionelle SPDs sind typischerweise für Wechsel- und nicht für Gleichspannungssysteme entwickelt worden. Seit Jahren existieren hierzu einschlägige Produktnormen, die sich prinzipiell auch auf Gleichspannungsanwendungen übertragen lassen. Jedoch wurden früher noch relativ

niedrige PV-Systemspannungen realisiert, heute liegen sie bereits um etwa 1000 V DC im unbelasteten PV-Kreis. Derart hohe Systemgleichspannung gilt es allerdings mit geeigneten Überspannungsschutzgeräten zu beherrschen.

An welchen Stellen einer PV-Anlage SPDs technisch sinnvoll und zweckmäßig zum Einsatz kommen, hängt vorrangig von der Anlagenart, dem Anlagenkonzept und der räumlichen Ausdehnung ab.

Die Abbildungen 2 und 3 verdeutlichen den prinzipiellen Unterschied:

1. Ein Gebäude mit äußerem Blitzschutz und einer auf dem Dach montierten PV-Anlage (Gebäudeinstallation)

2. eine weitläufige PV-Solargeneratoranlage (Feldinstallation), ebenfalls mit einer äußeren Blitzschutzanlage.

Im ersten Fall ist, aufgrund kurzer Leitungslängen, lediglich der Schutz des DC-Eingangs zum Wechselrichter realisiert.

Im zweiten Fall befinden sich SPDs sowohl im Solargeneratoranschlusskasten (zum Schutz der

Solarmodule) als auch am DC-Eingang zum Wechselrichter (Schutz des Wechselrichters). Sind die Leitungswege zwischen PV-Generator und Wechselrichter länger als 10 Meter (Abb. 3), sollten in der Nähe des PV-Generators und auch in der Nähe des Wechselrichters jeweils SPDs installiert werden.

Der Schutz der AC-Seite, das heißt Wechselrichterausgang und Netzeinspeisung, muss dann standardmäßig mit SPDs vom Typ 2 am Wechselrichterausgang und – bei einer Gebäudeinstallation mit äußerem Blitzschutz am Netzeinspeisepunkt – mit einem SPD Typ 1-Ableiter versehen werden.

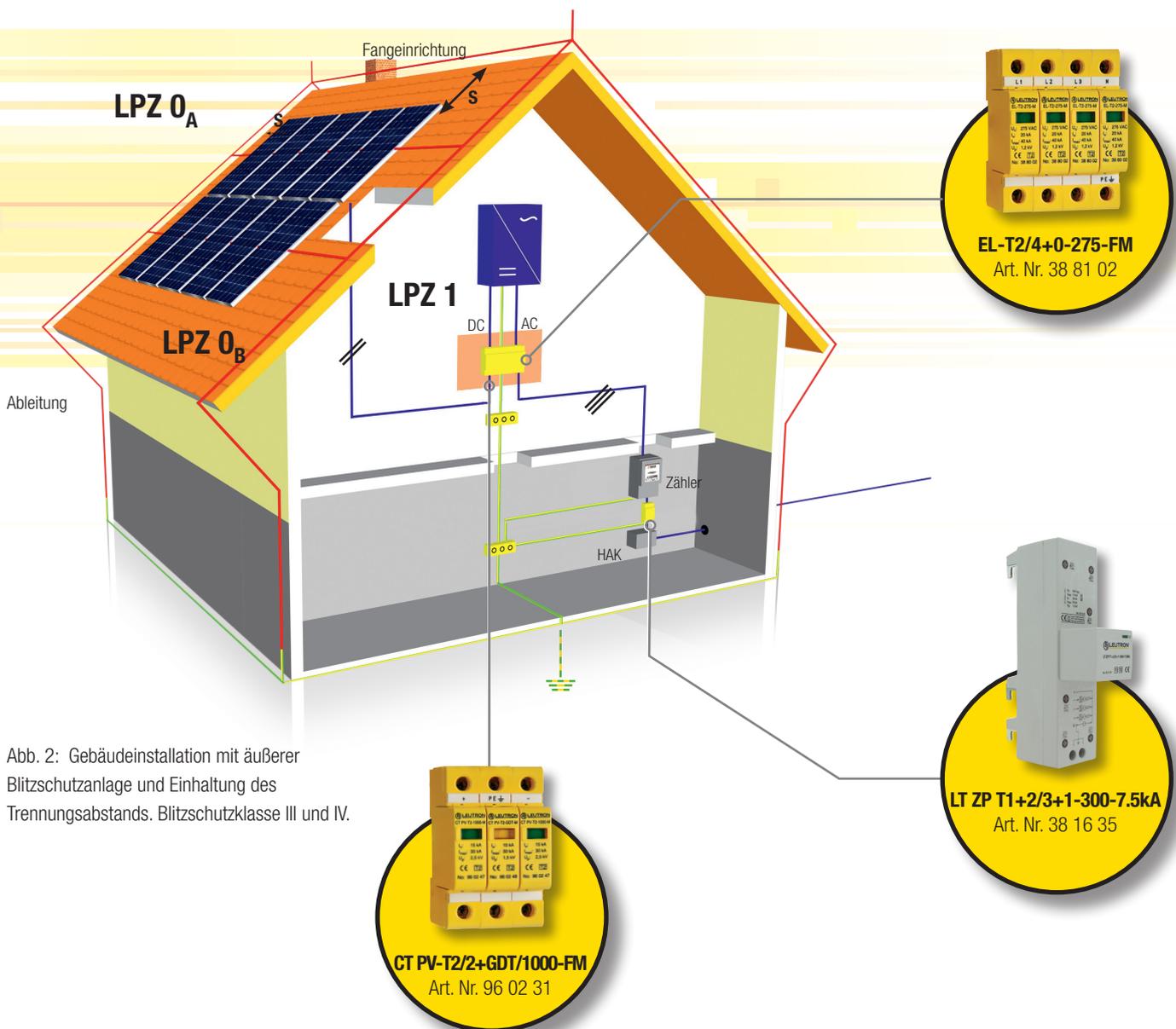


Abb. 2: Gebäudeinstallation mit äußerer Blitzschutzanlage und Einhaltung des Trennungsabstands. Blitzschutzklasse III und IV.

LEUTRON SCHÜTZT PHOTOVOLTAIKANLAGEN BIS SYSTEMSPANNUNGEN 1000 V DC

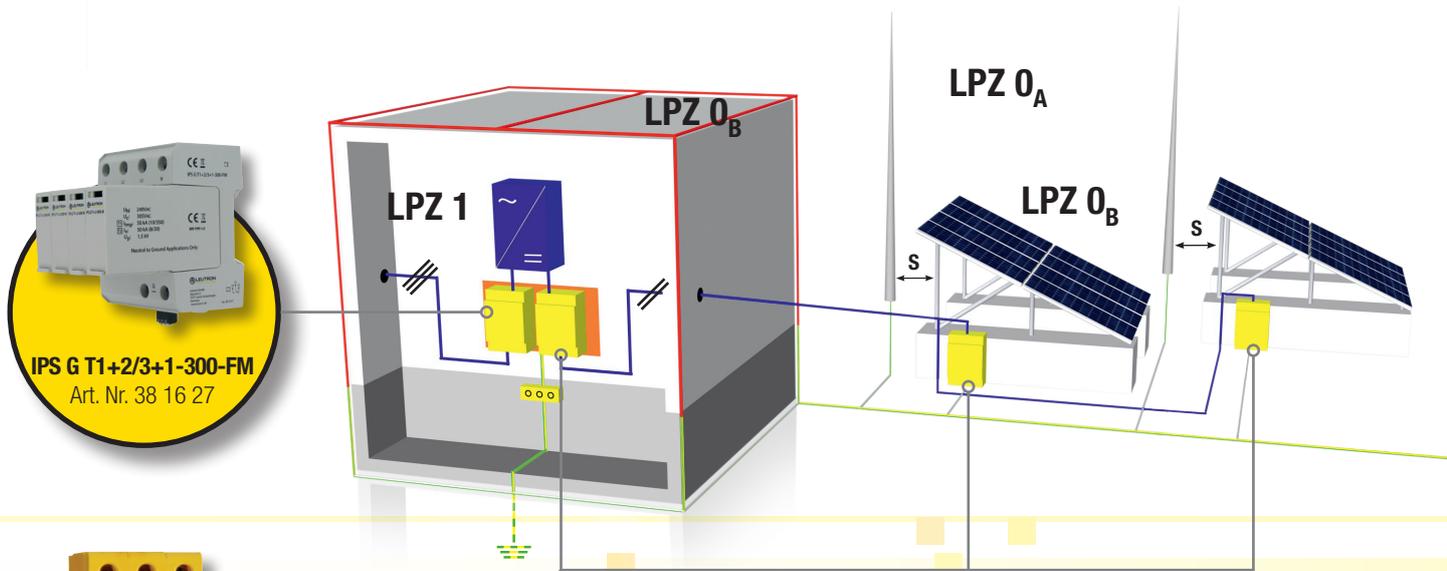


Abb. 3 (oben): Feldinstallation mit äußerer Blitzschutzanlage, Leitungslänge zwischen PV-Modulen und Wechselrichter ist größer als 10 Meter
 Abb. 4 (rechts): Y-Schutzbeschaltung mit drei Varistoren
 Abb. 5 (unten): Y-Schutzbeschaltung mit zwei Varistoren und einer Funkenstrecke

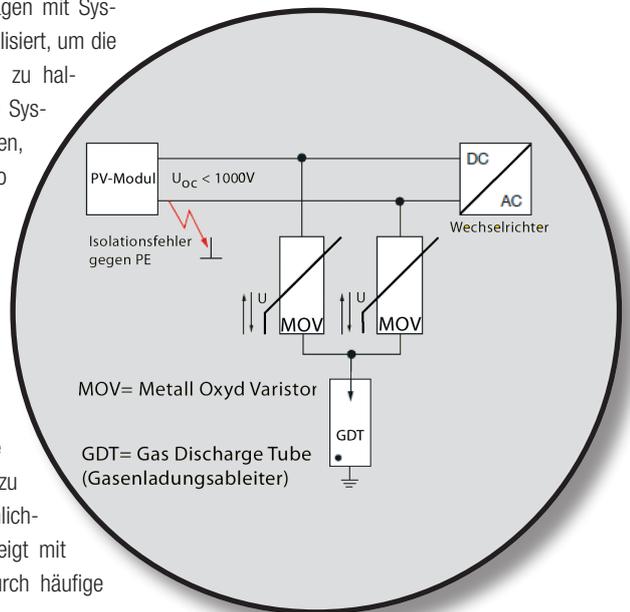
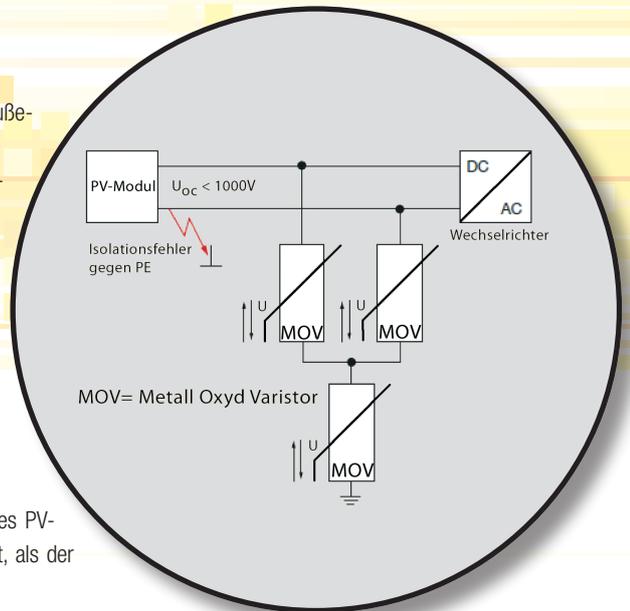
Besonderheiten auf der DC-Solar-generatorseite

Beim Schutz der DC-Seite kamen bislang SPDs für normale Netzwechselfspannungen zum Einsatz, wobei jeweils L-plus und L-Minus gegen Erdpotential schutzbeschaltet wurden. Ausgelegt waren die SPDs dabei für mindestens 50 % der maximalen Solargeneratorleerlaufspannung. Bei langjähriger Nutzung kann ein Isolationsfehler im PV-Generator auftreten. Dieser Fehlerzustand in der PV-Anlage hat zur Folge, dass die volle PV-Generatorspannung an dem SPD im nicht fehlerbehafteten Pol anliegt und eine Überlastung nach sich zieht.

Werden SPDs auf Basis von Metalloxidvaristoren durch zu hohe permanente Dauerspannungen beansprucht, so führt diese ggf. zur Zerstörung bzw. zum Auslösen der Abtrennvorrichtung. Gerade bei PV-Anlagen mit hohen Systemspannungen, kann bei der Aktivierung der Abtrennvorrichtung im ungünstigsten Fall eine Brandentwicklung, bedingt durch den stehenden Schaltlichtbogen, nicht restlos ausgeschlossen werden. Auch vorgelagerte Überstromschutzorgane (Sicherungen) sind hier keine

Lösung, da der Kurzschlussstrom des PV-Generators nur geringfügig höher ist, als der des Nennstroms.

Heute werden zunehmend PV-Anlagen mit Systemspannungen um 1000 V DC realisiert, um die Leistungsverluste möglichst gering zu halten. Damit SPDs auch diese hohen Systemspannungen beherrschen können, hat sich als „Quasistandard“ die so genannte Y-Schaltung – bestehend aus drei Varistoren – etabliert und bewährt (vgl. Abb. 4). Bei einem Isolationsfehler liegen dann immer noch zwei Varistoren in Reihe, was eine Überlastung des SPDs effektiv verhindert. Dabei fließen auch in diesem Fall so genannte Leckströme im Varistor selbst, was zu einer Alterung führt. Die Wahrscheinlichkeit von erhöhten Leckströmen steigt mit der Alterung des Varistors und durch häufige



Überspannungsbelastungen. Durch die Leckstromerhöhung kann es wiederum im ungünstigsten Fall (wie schon oben beschrieben) durch fehlendes DC-Schaltvermögen der Abtrennvorrichtung zu einer Brandentwicklung kommen. Zwei wesentliche Punkte sind also zu berücksichtigen: eine zu hohe Dauerspannung am SPD, z. B. durch einen Fehlerzustand in der PV-Anlage und das Fließen eines hohen Leckstroms, z. B. durch häufige Überspannungsbelastungen.

Die Lösung bietet eine Y-Schaltung (vgl. Abb. 5), bestehend aus zwei Varistoren und einer Funkenstrecke gegen das Erdpotenzial. Die Y-Schaltung verhindert bei einem Isolationsfehler im PV-Kreis eine zu hohe Dauerspannung für das SPD; die Funkenstrecke selbst verhindert einen Leckstrom. Mit anderen Worten: Die Funkenstrecke verhindert die Aktivierung der Schutzbeschaltung beim Auftreten eines Isolationsfehlers. (Eigentlich ist die

Reihenschaltung eines Metalloxidvaristors und einer Funkenstrecke (hier Gasableiter) nicht neu, hier sei an die Zeiten der alten Ventilableiter erinnert. Die Anwendung in einem Gleichspannungskreis ist der einzige Unterschied.)

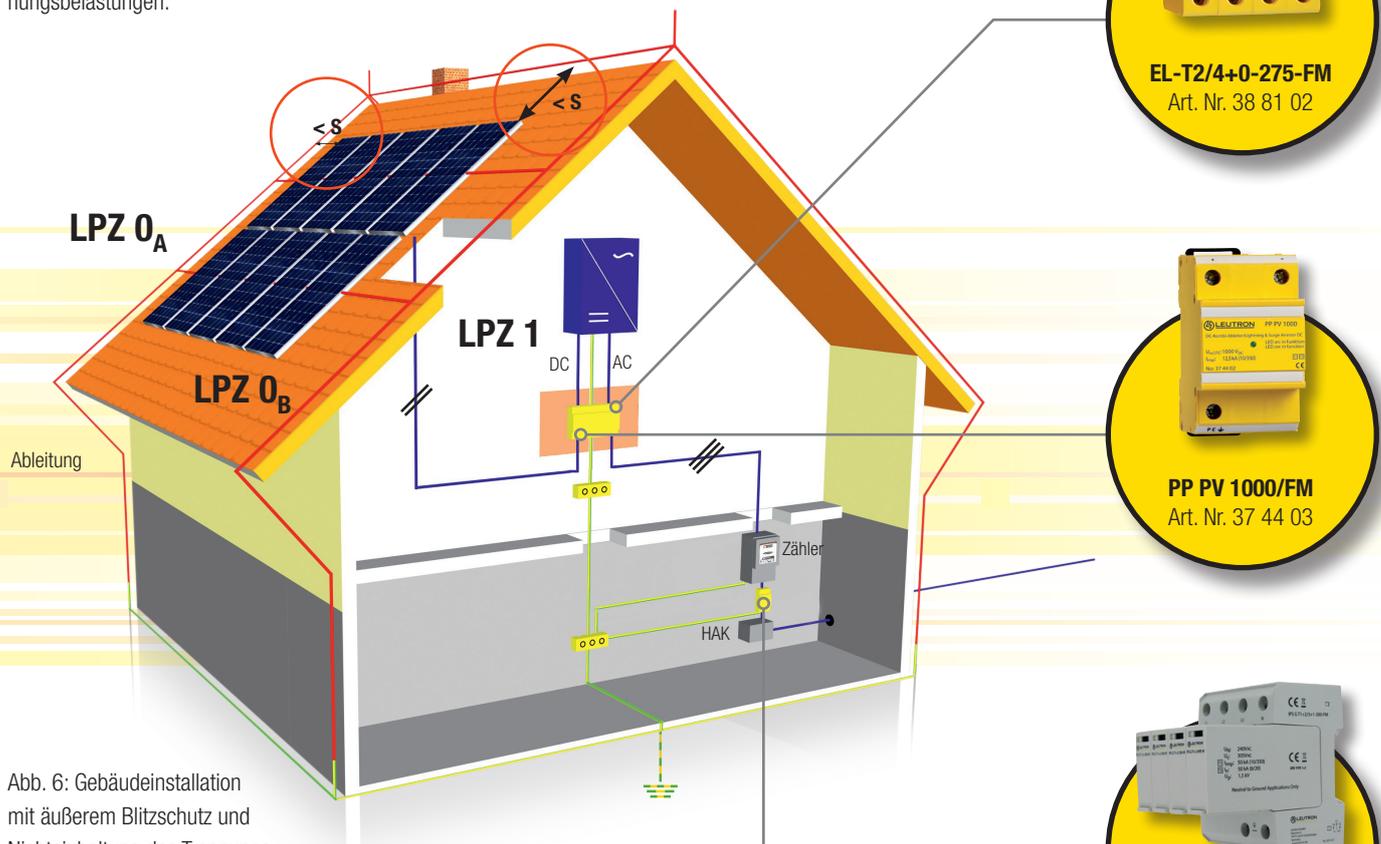


Abb. 6: Gebäudeinstallation mit äußerem Blitzschutz und Nichteinhaltung des Trennungsabstandes

EINSATZ VON BLITZSTROMABLEITER TYP 1

Kann eine geschirmte Generatorhauptleitung nicht umgesetzt werden, so müssen gegebenenfalls Blitzteilströme beherrscht werden, die einen Blitzstromableiter (SPD Typ 1) erforderlich machen (vgl. Abb. 6).

Der Einsatz von SPDs vom Typ 1 auf der Gleichspannungsseite von PV-Stromversorgungssystemen wird empfohlen, wenn

- ein äußerer Blitzschutz vorhanden ist und
- der notwendige Trennungsabstand zu den Elementen des PV-Stromversorgungssystems nicht eingehalten wird.

Die Blitzstoßstromtragfähigkeit I_{imp} des SPDs je Schutzpfad wird nach DIN EN 62305-1 ausgewählt. Die Blitzstoßstromtragfähigkeit I_{imp} des SPDs vom Typ 1 sollte mindestens 10 kA der Wellenform 10/350 für jeden aktiven Leiter betragen.

Diese normative Mindestanforderung an das SPD vom Typ 1 wird Leutron durch die neu entwickelten DC-Ableiter Typ 1 (Kombi-Ableiter Typ 1+ 2) in vollem Umfang gerecht: PP PV 800 und PP PV 1000 Typ 1 Kombi-Ableiter sind für U_{OCSTC} Spannungen bis 800 V DC bzw. 1000 V DC bei einem I_{imp} von 12,5 kA der Wellenform 10/350 pro aktiven Leiter mehr als ausreichend dimensioniert. Die Überwachung erfolgt über spezielle DC-Ther-

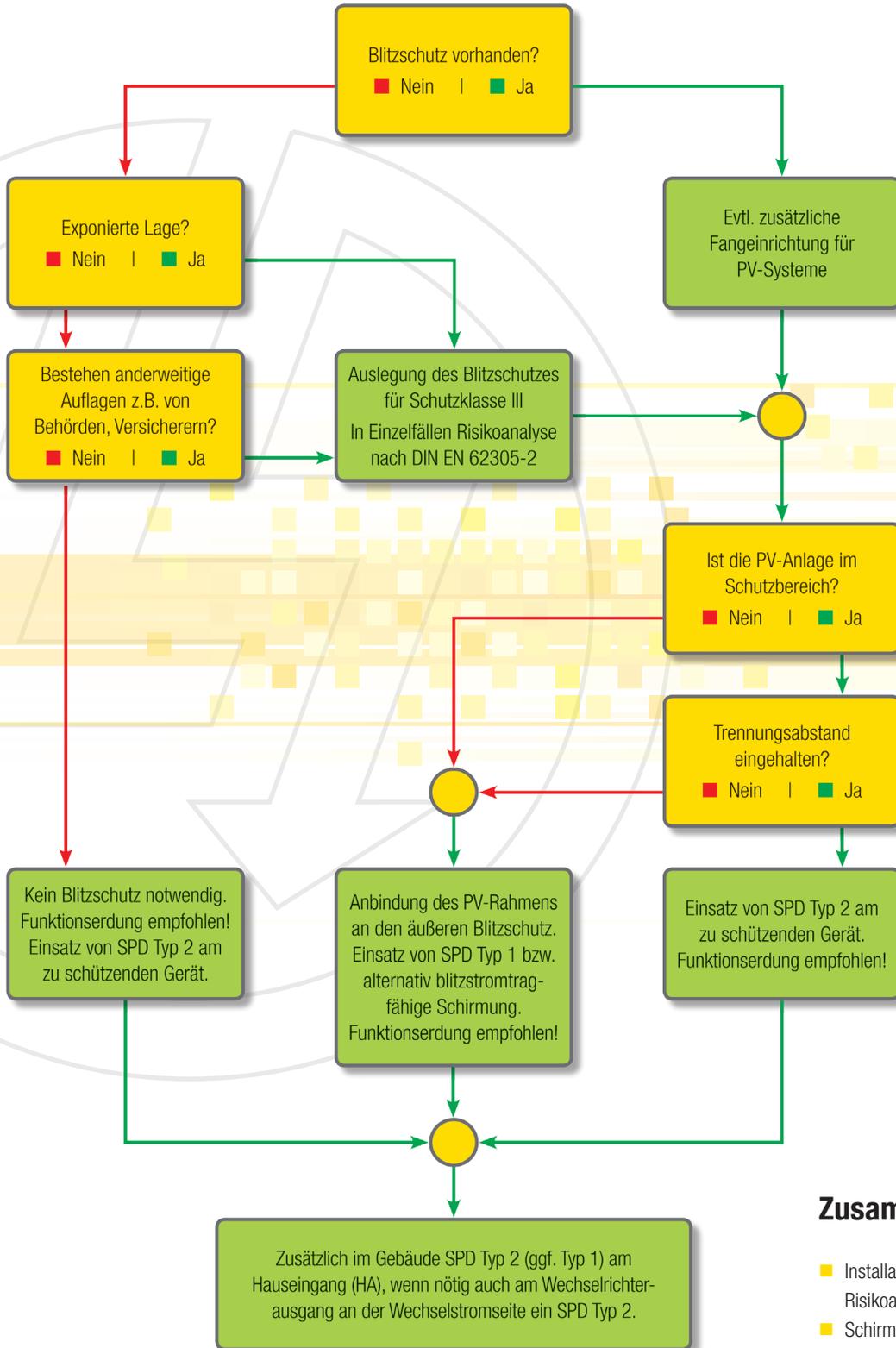
mosicherungen damit keine Brandgefährdung bei Überlast entsteht. Eine eingebaute Betriebsanzeige (LED) signalisiert den Betriebszustand.

Optional kann ein Fernmeldekontakt einen Überlastfall signalisieren. Alle Überspannungsschutzgeräte auf der Gleichstromseite (Typ 1 + Typ 2) sind so auszuwählen, dass diese auch bei Kurzschluss in einen sicheren Zustand übergehen, ohne eine Brandgefährdung durch Überlast und Lichtbogenbildung zu verursachen.

Eine Übersicht zur Auswahl von Überspannungsschutzgeräten in einem PV-Stromversorgungssystem ist in Abb. 7 dargestellt.



AUSWAHL VON SPDs IN PV-STROMVERSORGUNGSYSTEMEN



Zusammenfassung

- Installation des PV-Moduls nach Risikoabschätzung (VDE 0185-305-2)
- Schirmung der Generatorhauptleitung
- Einsatz von Kombi-Ableitern
- Installation von Kombi-Ableitern nach Gebäudeeintritt
- Errichten von anwendungsgerechten Schutzeinheiten
- Installation der Schutzkomponenten am ZEP

Abb. 7: Flussdiagramm zur Auswahl von SPDs in einem PV-Stromversorgungssystem nach DIN EN 62305-3 Bbl. 5



PP PV

- Zweipoliger DC-Kombi-Ableiter Typ 1 + 2
- Einsetzbar an der Schnittstelle LPZ OA-1 und höher
- Prüfnormen: IEC 61643-11 / EN 61643-11
- Montage auf 35 mm Hutschiene (EN 60715)
- Einbaubreite: 36 mm (2 TE bzw. 3 TE)
- Mit Fernmeldekontakt (FM)

PP PV 800/FM und 1000/FM

Blitzstromtragfähige Überspannungsableiter zum Einsatz in Generatoranschlusskästen von PV-

Anlagen und auf der DC-Seite von Wechselrichtern.

Typ	Höchste Dauerspannung DC Uc	Max. Ableitstoßstrom (8/20 µs)	Artikel-Nr.
PP PV 800/FM	800 V	40 kA	37 44 01
PP PV 1000/FM	1000 V	40 kA	37 44 03



CT PV

- Einsetzbar an der Schnittstelle LPZ OB-1 und höher
- Prüfnormen: IEC 61643-11/EN 61643-11
- Montage auf 35 mm Hutschiene (EN 60715)
- Schutzart nach IEC EN 60529: IP 20
- Gehäusematerial ist Thermoplast in gelb und schwarz
- Brennbarkeitsklasse nach UL 94 V-0
- Mit FM-Kontakt: Wechsler

CT PV-T2/2-0

Durchgängig steckbare Überspannungsableiter Typ 2 zum Einsatz in Photovoltaikanlagen. Geeignet für sicherungsfrei geerdete PV-Anwendungen bis 600 oder 1000 V DC. Einbaubreite: 36 mm

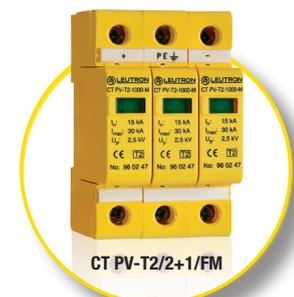
Typ	Höchste Dauerspannung DC Uc	Nennableitstoßstrom (8/20 µs)	Artikel-Nr.
CT PV-T2/2-0/600-FM	600 V	15 kA	96 02 21
CT PV-T2/2-0/1000-FM	1000 V	15 kA	96 02 23



CT PV-T2/2+1

Durchgängig steckbare Überspannungsableiter Typ 2 zum Einsatz in Photovoltaikanlagen. Geeignet für sicherungsfrei geerdete PV-Anwendungen bis 600 oder 1000 V DC. Einbaubreite: 54 mm

Typ	Höchste Dauerspannung DC Uc	Max. Ableitstoßstrom (8/20 µs)	Artikel-Nr.
CT PV-T2/2+1/600-FM	600 V	15 kA	96 02 25
CT PV-T2/2+1/1000-FM	1000 V	15 kA	96 02 27



CT PV-T2/2+GDT

Durchgängig steckbare Überspannungsableiter Typ 2 zum Einsatz in Photovoltaikanlagen. Geeignet für sicherungsfrei geerdete PV-Anwendungen bis 600 oder 1000 V DC. Einbaubreite: 54 mm

Typ	Höchste Dauerspannung DC Uc	Max. Ableitstoßstrom (8/20 µs)	Artikel-Nr.
CT PV-T2/2+GDT/600-FM	600 V	15 kA	96 02 29
CT PV-T2/2+GDT/1000-FM	1000 V	15 kA	96 02 31





SCHUTZ VON PV-ANLAGEN MIT LEUTRON GENERATORANSCHLUSSKÄSTEN

Generatoranschlusskästen mit Überspannungsschutz

Durch die Entwicklung ständig leistungsfähigere Wechselrichter hat Leutron eine neue Generation von Generatoranschlusskästen im Portfolio, die den Anschluss von Photovoltaikanlagen der neuesten Generation Rechnung trägt.

Die neuen Generatoranschlusskästen ermöglichen eine sehr rationelle Installation durch das Zusammenführen mehrerer Stränge der Photovoltaikanlage an einem zentralen Eingangspunkt (siehe Seite 2). Durch diese Installationsart wird der Aufwand für die Kabelverlegung auf ein Minimum reduziert.

Alle Klemmen in den Leutron Generatoranschlusskästen sind bis 1000 V zertifiziert. Durch die Verwendung von Leutron Generatoranschlusskästen werden bis zu zwölf Strängen zusammengefasst und geschützt. Pro Generatoranschlusskasten sind zwei Ausgangsklemmen für den Pluspol und den Minuspol vorgesehen. Damit können weitere Generatoranschlusskästen parallel geschaltet werden und die Erweiterung der Anlage auf beliebig viele Stränge ermöglichen.

Durch die vormontierten Brücken, Stromschiene und der internen Verkabelung der Generatoranschlusskästen ist eine einfache und schnelle Montage der PV-Anlage vorgegeben. Alle Kabeldurchführungen sind mit Kabelverschraubungen und Blindstopfen versehen. Ein DC-Lasttrennschalter

ist in den Generatoranschlusskästen nicht mehr notwendig, da diese von den Wechselrichterherstellern in Ihren Geräten platziert werden.

Je nach Erfordernis kann der Anwender zwischen DC-Kombi-Ableiter (Typ 1 + Typ 2) und nur SPD Typ 2 bis zu PV-Systemspannungen von 1000 V DC wählen. Für jeden Wechselrichtertyp ist das passende Schutzgerät lieferbar.

Generatoranschlusskasten und Strangisicherungen

Wenn mehrere Stränge des PV-Generators verschaltet werden sollen, kommt häufig ein Generatoranschlusskasten (GAK) zum Einsatz. Dieser enthält neben den Anschlussklemmen für

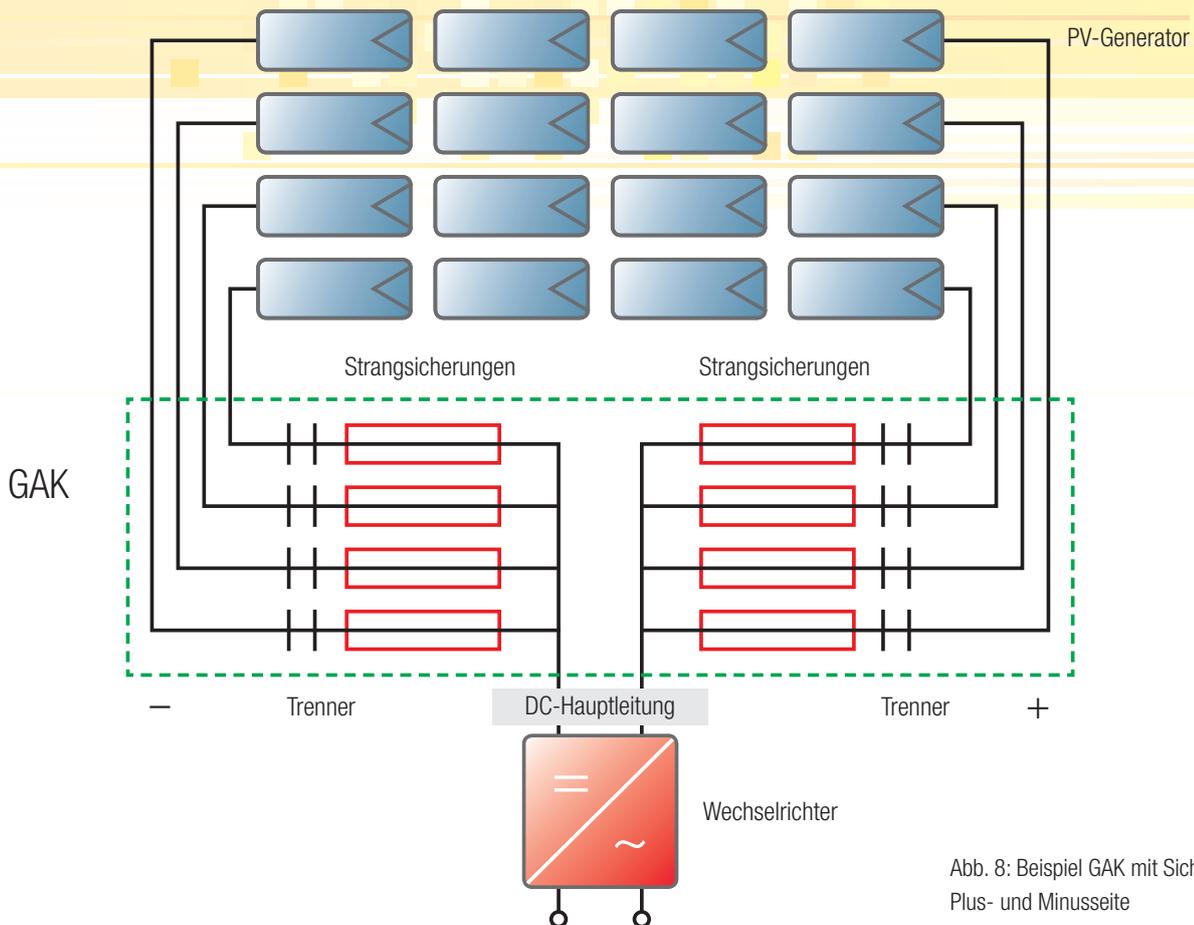


Abb. 8: Beispiel GAK mit Sicherungen auf der Plus- und Minusseite

die PV-Strangkabel und -leitungen, je nach Bedarf Strangsicherungen und Überspannungsschutzkomponenten (vgl. Abb. 8).

Die Strangströme werden gemeinsam über zwei Abgangsleitungen, der sogenannten DC-Hauptstromleitung zu dem PV-Wechselrichter weitergeführt. Diese Leitung muss vom Leitungsquerschnitt für die Summe der Strangströme bemessen sein. Damit die Stranganschluss- und Modulanschlussleitungen auch bei einem doppelten Erdschluss gegen Überlast geschützt werden, sind je nach Herstellerangaben beide Leiter (Plus und Minus) der Strangleitung mit Strangsicherungen zu schützen. Hierfür werden oftmals für Gleichspannung geeignete „flinke Schmelzsicherungen“ mit einer geringen Verlustleistung eingesetzt.

Der Sicherungsbemessungsstrom muss für einen störungsfreien Betrieb oberhalb des Kurzschluss-

stromes der Module liegen. Der Generatoranschlusskasten kann auch entsprechende Trenn- und Messklemmen zur späteren Überprüfung und Messung der Strangströme enthalten. Er ist nach DIN VDE 0100-712 mit einem entsprechenden Warnhinweis versehen.

Bei einer Parallelschaltung mehrerer Modulstränge sind die Hinweise des Modulherstellers bezüglich der Rückstromfestigkeit unbedingt zu beachten.

Außerdem sind die technischen Anschlussbedingungen der Wechselrichterhersteller zur Kenntnis zu nehmen.

Die Generatoranschlusskästen erfüllen die Vorgaben nach DIN VDE 0100-712:2016-10.



GAK mit zwei SPD Typ 1+2 (PP PV 1000):
GAK 2x1 T1+T2 1000V-FM



GAK mit zwei SPD Typ 1+2 (PP PV 1000):
GAK 2x2 T1+T2 1000V-DSK-FM



LEUTRON GMBH

BLITZ- UND ÜBERSpannungSSCHUTZ

GAUSSSTRASSE 2

D-70771 LEINFELDEN-ECHTERDINGEN

T: +49-(0)711-94771-0

F: +49-(0)711-94771-70

INFO@LEUTRON.DE

WWW.LEUTRON.DE

WWW.LEUTRON.DE