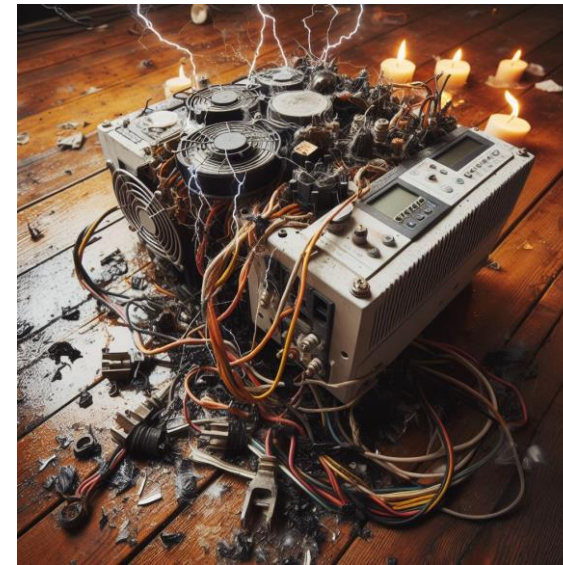
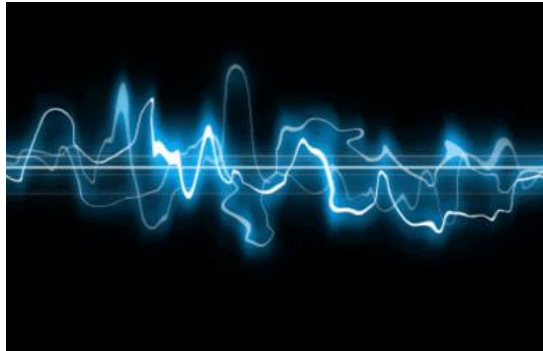


# Die Bedeutung eines effektiven Überspannungsschutzes



**Fuchsberg Electric GmbH**  
Am Fuchsberg 6  
39112 Magdeburg

Tel.: 0391 727699-0  
Fax: 0391 727699-29  
info@fuchsberg-electric.de  
www.fuchsberg-electric.de

# Fuchsberg Electric GmbH

- Die Fuchsberg Electric GmbH wurde im Februar **2014 in Magdeburg gegründet**, mit dem Ziel Blitz- und Überspannungsschutzkomponenten zu entwickeln, herzustellen und weltweit zu vertreiben.
- Ein Schwerpunkt des Unternehmens liegt in der **Produktentwicklung**.
- Das **Produktportfolio** umfasst alle Bereiche, wie den Schutz von Wohngebäuden, Zweckbauten, Industrieanlagen und Produkte für spezielle Anwendungen.
- Die Fuchsberg Electric GmbH ist Mitglied im **VDE und ABB**.

# Fuchsberg Electric GmbH

- Darüber hinaus verfügt die Fuchsberg Electric GmbH über ein **Überspannungsprüflabor**.
- anerkannter **Ausbildungsbetrieb** der IHK und bildet regelmäßig im kaufmännischen- sowie technischen Berufen aus.
- Kooperation in Magdeburg mit der **Fachhochschule Magdeburg/Stendal** sowie mit der ansässigen **technischen Universität** in den Bereichen Hochspannungstechnik, EMV und in der Blitzforschung.
- Präsenz auf zahlreichen **Messen und Ausstellungen**.

# Blitz- und Überspannungsschutzgeräte

Typ 1+2



Typ 2



Photovoltaik



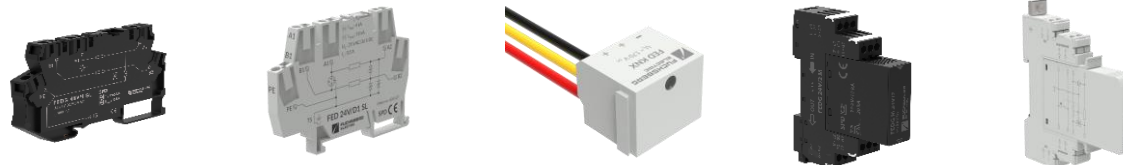
Typ 3



LED



Mess-, Steuerungs- &  
Regeltechnik



Daten- &  
Informationstechnik



Telekommunikation



# Wechselrichter und Speichersysteme

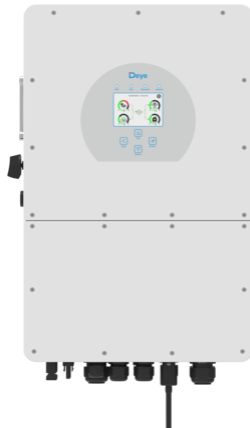
**String-WR**  
(5kW bis 110 kW)



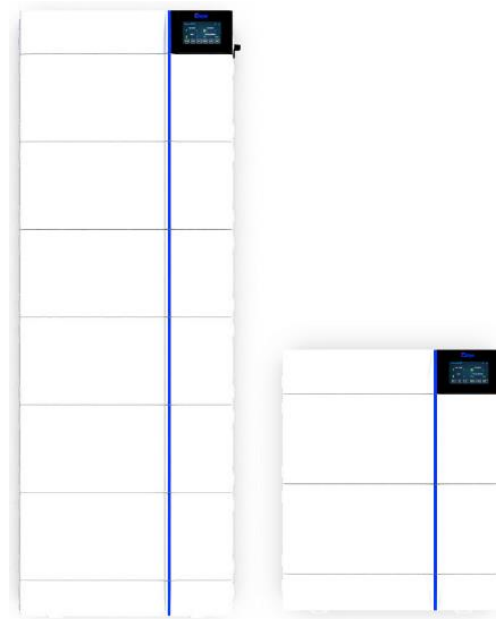
**LV-Hybrid-WR**  
(5kW bis 12 kW)



**HV-Hybrid-WR**  
(5kW bis 20 kW)



**HV-Batterie**  
(12kWh bis 24 kWh)



**LV-Batterie**  
(5kWh bis 40 kWh)





# Agenda

- Ursachen von Überspannungen
- Bauelemente und Prüfimpulse





# Agenda

- Normen und Vorschriften
- Netzformen & SPD-Schaltungsvarianten

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------|
| DEUTSCHE NORM                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Oktober 2016                                                                       |
| DIN VDE 0100-443<br>(VDE 0100-443)                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <b>DIN</b>                                                                         |
| Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das „etx Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.                                             |  |                                                                                    |
| Vervielfältigung – auch für in                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                    |
| ICS 29.120.50; 91.140.50                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                    |
| Errichten von Niederspannungsanlagen –<br>Teil 4-44: Schutzmaßnahmen – Schutz vor<br>elektromagnetischen Störgrößen<br>Abschnitt 443: Schutz bei transienten<br>atmosphärischen Einflüssen oder                                                                                                        |  |                                                                                    |
| DIN VDE 0100-534<br>(VDE 0100-534)                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <b>DIN</b>                                                                         |
| Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etx Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden. |  | <b>VDE</b>                                                                         |
| Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                    |
| ICS 29.120.50; 91.140.50                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                    |
| Errichten von Niederspannungsanlagen –<br>Teil 5-53: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Trennen,<br>Schalten und Steuern –<br>Abschnitt 534: Überspannungs-Schutzeinrichtungen (SPDs)                                                                                                |  | Ersatz für<br>DIN VDE 0100-534<br>(VDE 0100-534):2009-02<br>Siehe Anwendungsbeginn |





# Agenda

- Normgerechte Installation
- Auswahl der richtigen Schutzgeräte für PV-Anlagen





# Störungsursachen

Überspannungen entstehen durch:

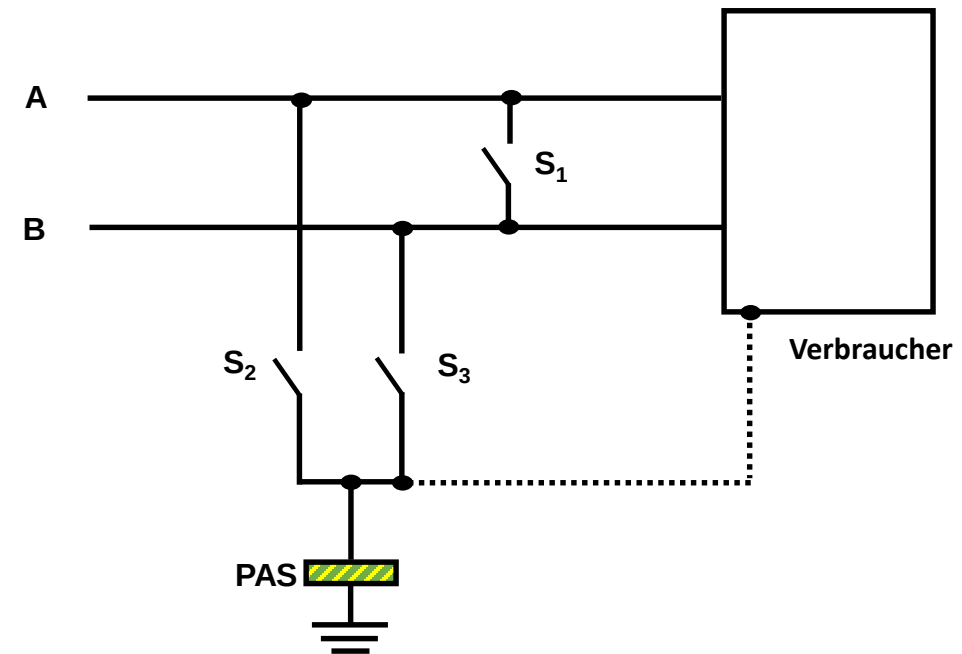
1. Blitzeinschläge: **LEMP** (lightning **e**lectromagnetic **p**ulse)
2. Schalthandlungen: **SEMP** (switching **e**lectromagnetic **p**ulse)
3. Elektrostatische Entladungen: **ESD** (**e**lectrostatic **d**ischarge)

Diese Spannungen treten nur für den Bruchteil einer Sekunde auf. Man nennt sie deshalb auch **transiente Spannungen** oder Transienten. Sie haben sehr **steile Anstiegszeiten** von wenigen Mikrosekunden, bevor sie dann relativ langsam über einen zeitlichen Bereich von bis zu mehreren 100 Mikrosekunden wieder abfallen.

# Funktionsweise von Ableitern

Verhalten im Normalfall:

Ableiter  $\approx$  offener Schalter

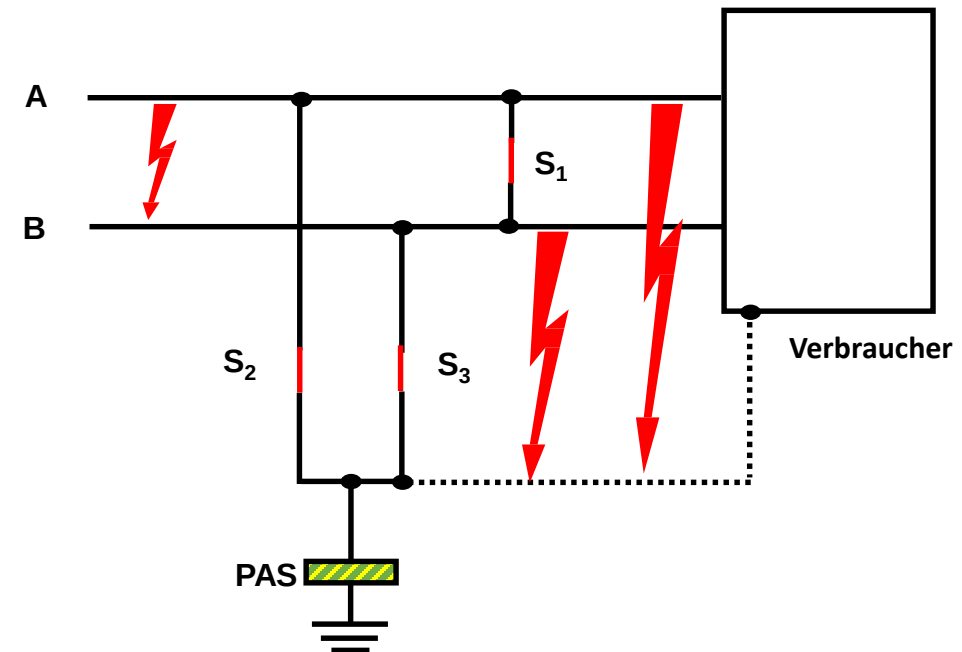
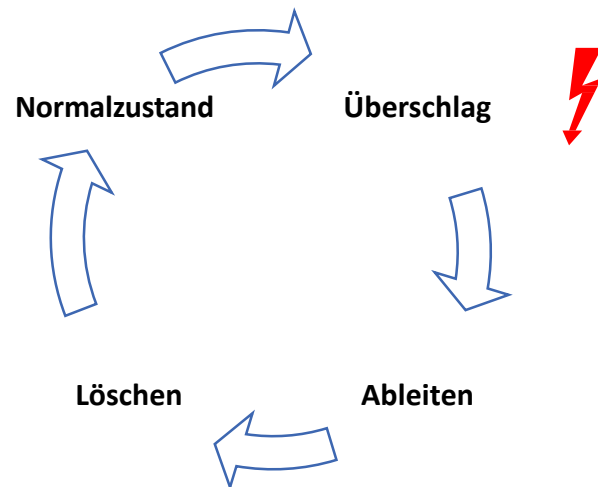




# Funktionsweise von Ableitern

Verhalten im Störfall:

Ableiter  $\approx$  geschlossener Schalter



Prinzip: Alle leitfähigen Teile werden für den Zeitraum einer anstehenden Überspannung mittels **Kurzschluss** auf ein Potential gebracht.

# Bauelemente für Ableiter

Um zu verhindern, dass Überspannungen elektrische Anlagen zerstören, müssen die betroffenen Leiter in sehr kurzer Zeit mit dem PAS kurzgeschlossen werden. Dafür stehen verschiedene Bauelemente mit entsprechenden Eigenschaften zur Verfügung.

Diese Bauelemente unterscheiden sich im Wesentlichen durch:

- Ableitvermögen (Stromtragfähigkeit)
- Ansprechverhalten (Reaktionszeit beim Auftreten einer Überspannung)
- Löschverhalten (Übergang vom niederimpedanten Ableitzustand in den hochimpedanten Ruhezustand nach einem Ableitvorgang)
- Spannungsbegrenzung (Restspannung und Schutzpegel für das zu schützende Gerät)

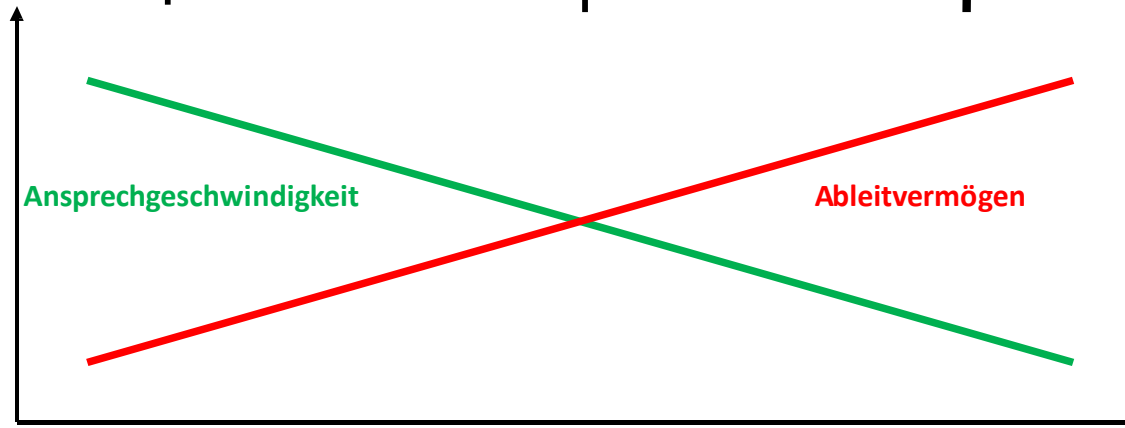
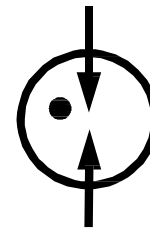
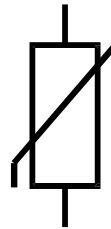
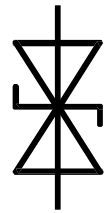


# Eigenschaftsvergleich

Suppressordiode

Varistor

Gasableiter



# Anforderungen an Ableiter

## Technische Anforderungen:

- $U_n$ : Nennspannung
- $I_{imp}$  oder  $I_n$ : **Ableitvermögen** (hohe Ströme sicher über den Ableitpfad abführen)
- $I_{fi}$ : **Netzfolgestromlöschfähigkeit** (schnelle Unterbrechung des nach dem Ableitvorgang durch das Netz getriebenen Stromes)
- $U_p$ : **Schutzpegel** (schnelles Reagieren, geringe Restspannung)

# Vergleich der Klassifizierung von Ableitern

| Überspannungsschutzgerät | Energietechnik  | Informationstechnik *) |
|--------------------------|-----------------|------------------------|
|                          | DIN EN 61643-11 | DIN EN 61643-21        |
| Blitzstromableiter       | Typ 1           | Kategorie D1           |
| ÜSG der 2. Stufe         | Typ 2           | Kategorie C2           |
| Geräteschutz 3. Stufe    | Typ 3           | Kategorie C1           |

\*) Prüfkategorien nach Tabelle 3 der DIN EN 61643-21/VDE 0845 3-1:2002





# Wesentliche technische Anforderungen an T1-Ableiter

## Blitzstromableiter (T1 + T2)

|           |                                                |
|-----------|------------------------------------------------|
| $U_c$     | höchste Dauerspannung                          |
| $U_p$     | Schutzpegel<br>Maß für die Spannungsbegrenzung |
| $I_{imp}$ | Blitzprüfstrom<br>Kurvenform 10/350 $\mu$ s    |
| $I_{fi}$  | Folgestromlöschfähigkeit                       |

# Prüfimpulse

## Impulsstoßstrom $I_{\text{imp}}$

Bestimmung nach einem definierten Prüfablauf unter Verwendung des Prüfimpulses der Kurvenform  $10/350 \mu\text{s}$  für Ableiter des **Typ 1**.

## Nennableitstoßstrom $I_n$

Bestimmung nach definiertem Prüfablauf im Rahmen der Arbeitsprüfung von SPDs nach Typ 2 unter Verwendung des Prüfimpulses der Kurvenform  $8/20 \mu\text{s}$ . Konditionierung der SPDs für Prüfungen nach **Typ 1 und Typ 2**.

## Maximaler Ableitstoßstrom $I_{\text{max}}$

Bestimmung entsprechend dem Prüfablauf der Arbeitsprüfung von SPDs nach Typ 2.

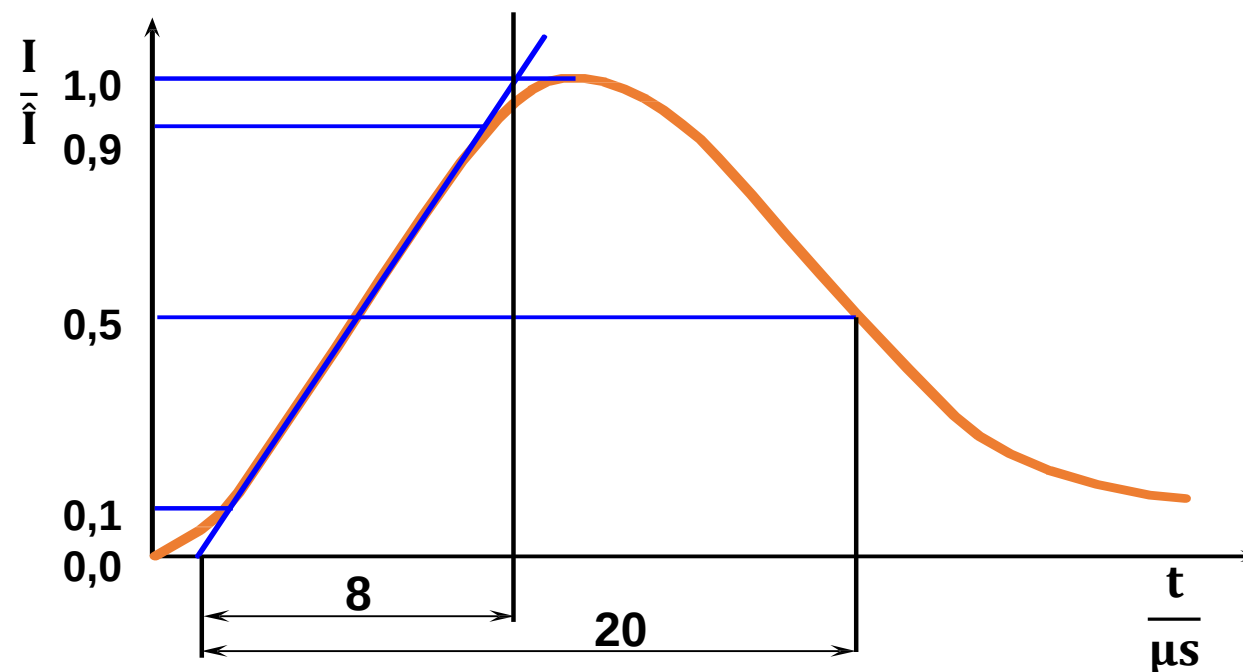
# Stoßstrom der Kurvenform 8/20 $\mu\text{s}$ nach IEC 60060-1

Stoßstrom, wie er durch **Schalthandlungen** in Energieverteilungsnetzen hervorgerufen werden kann.

8  $\mu\text{s}$ : Stirnzeit

20  $\mu\text{s}$ : Rückhalbwertzeit

Typ 1, Typ 2 und Typ 3-Ableiter müssen in der Lage sein, Stoßströme der Kurvenform (8/20)  $\mu\text{s}$  abzuleiten.



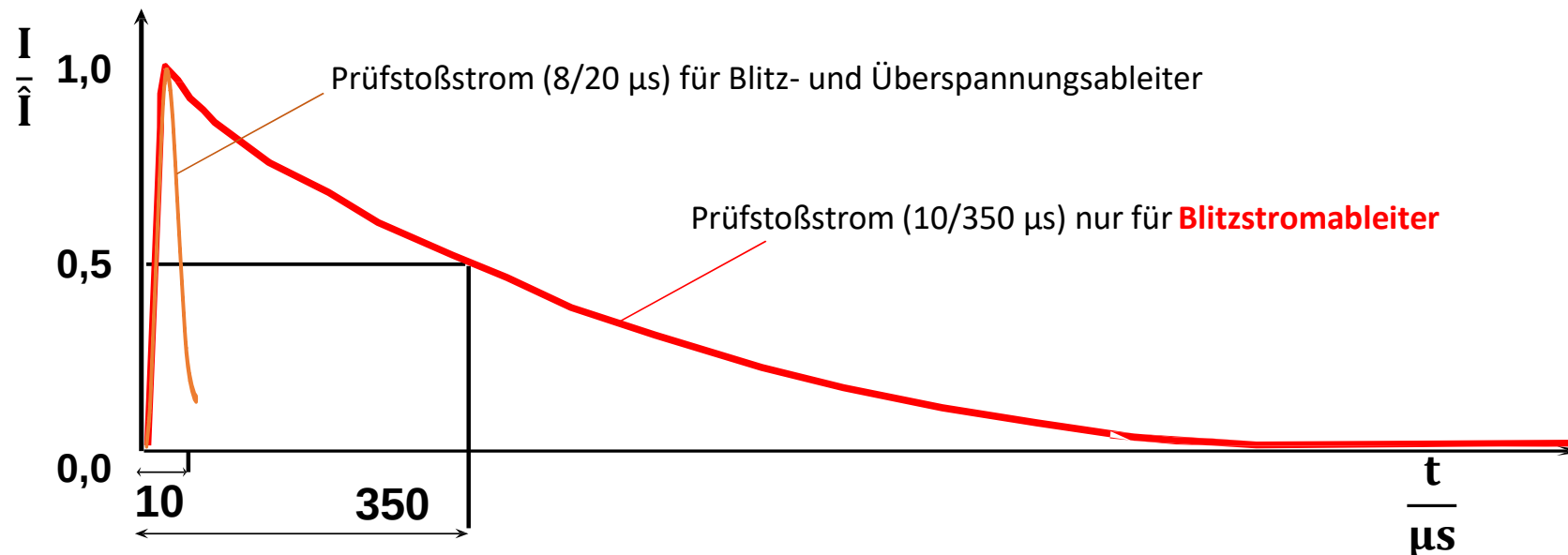


# Blitzstoßstrom der Kurvenform 10/350 $\mu\text{s}$

Zur Simulation des **direkten Blitzeinschlages**

Ableiten von 10/350  $\mu\text{s}$  ist **nur für Typ1- und Kombiableiter (T1 +T2)** vorgeschrieben.

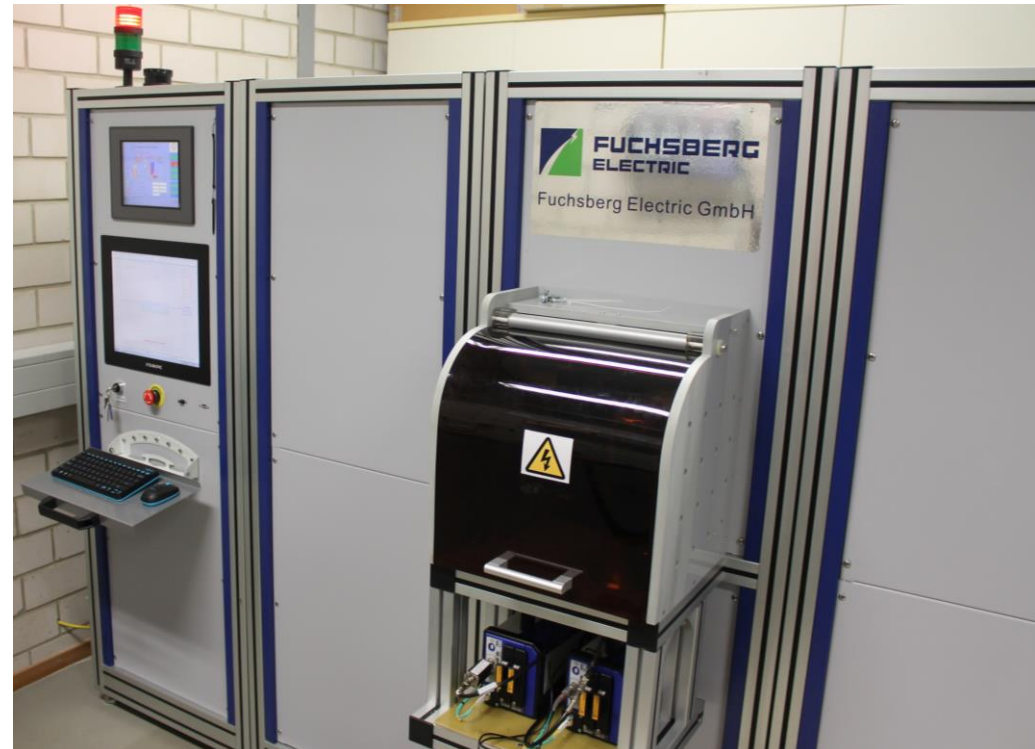
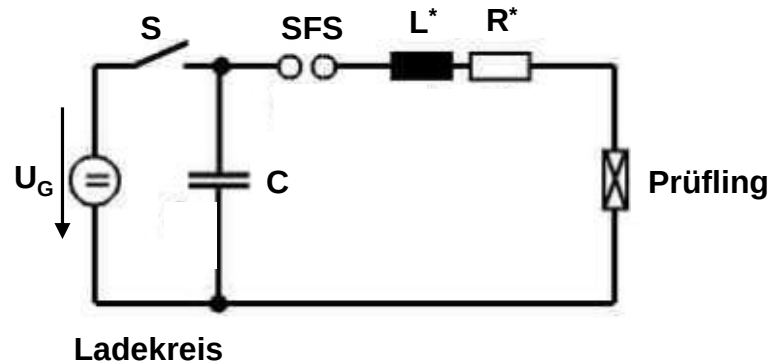
Energieinhalt:  $W_{10/350 \mu\text{s}} \sim 20 \times W_{8/20 \mu\text{s}}$



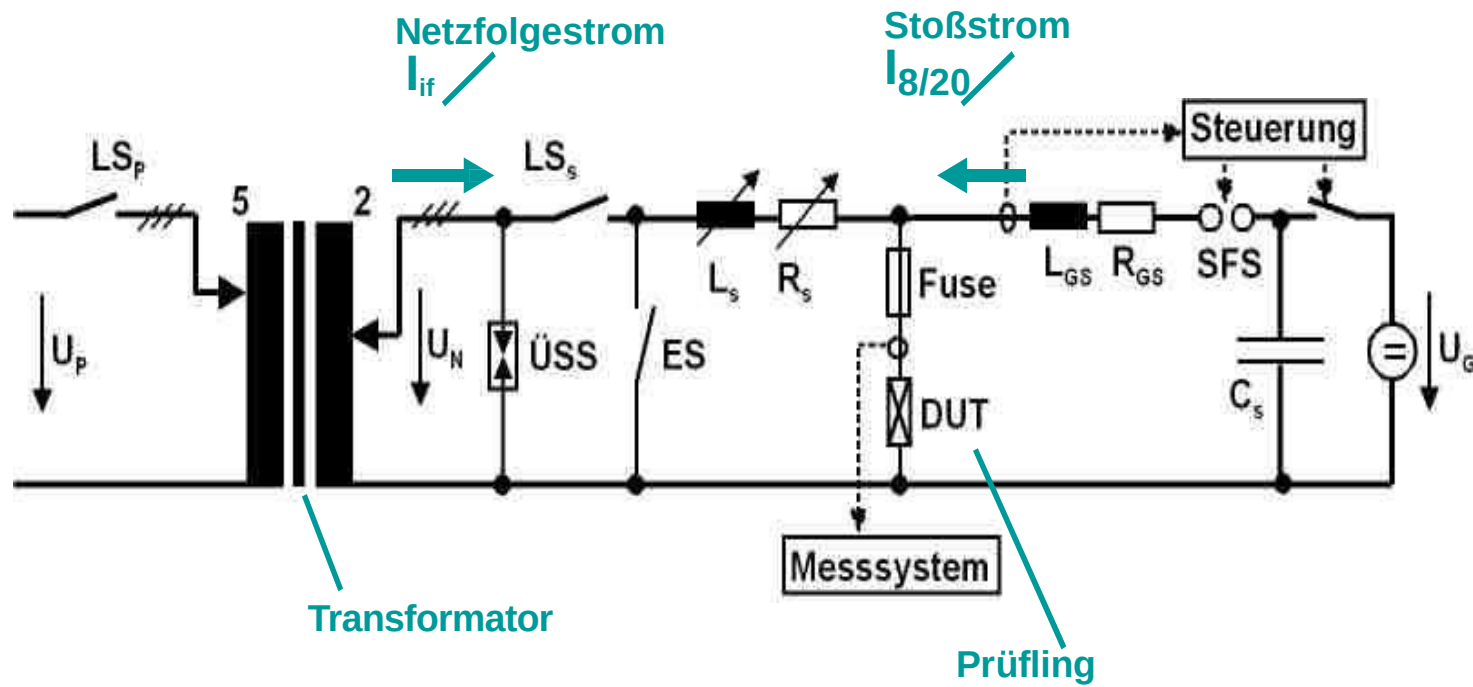
# Prüfimpulserzeugung mittels Stoßstromgenerator

## Stoßstromgenerator zur Simulation von Blitz- und Schaltstoßströmen

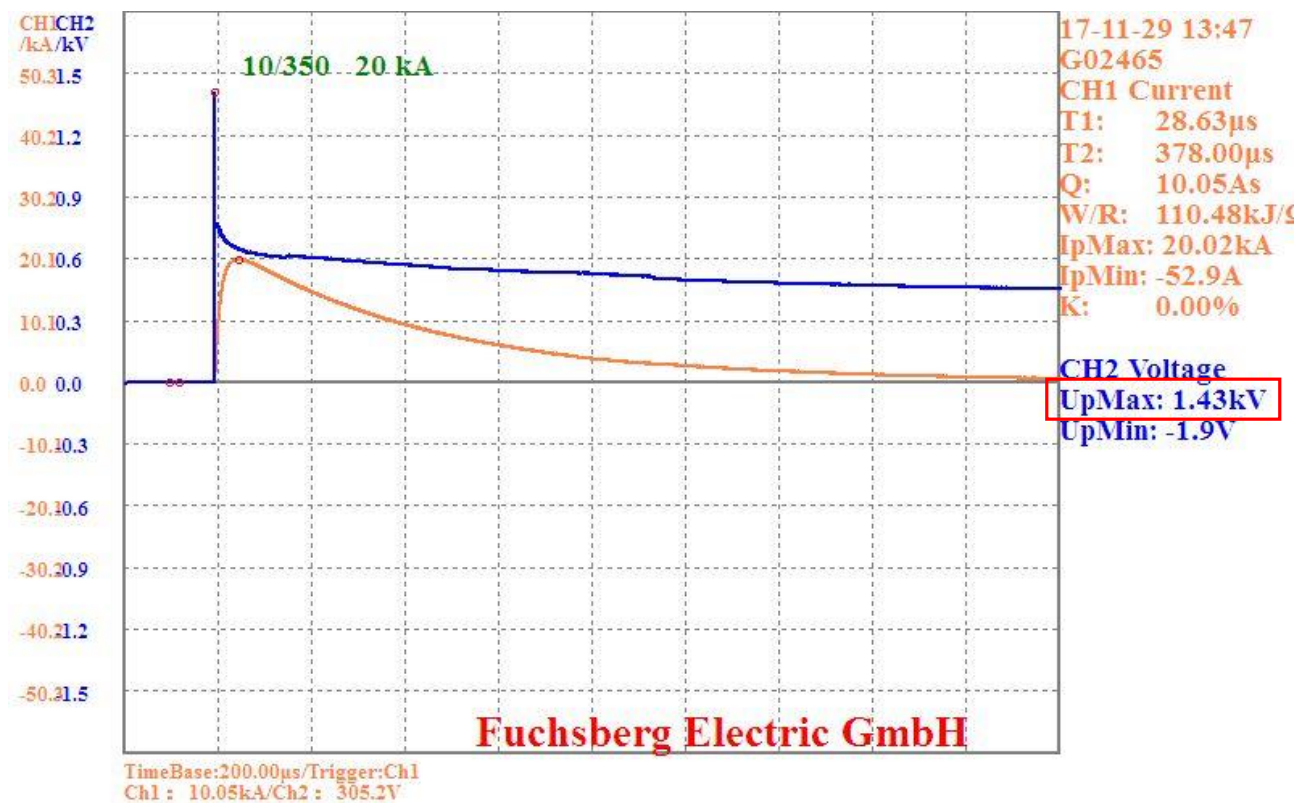
Ersatzschaltbild:



# Arbeitsprüfung – Konditionierung mit $I_n$



# Beispiel eines Prüfergebnisses





# Multipulsgenerator

## Einzelimpulse:

- Einzelimpuls 8/20  $\mu$ s bis 450 kA
- Einzelimpuls 10/350  $\mu$ s bis zu 100 kA

## Multiple Impulse:

- 8/20  $\mu$ s mit bis zu 10 Impulse
- ZeitIntervall 1 bis 999 ms



# Normen und Vorschriften

# Norm & Überspannungsschutz auf der AC-Seite

**DIN VDE 0100-443:** Errichten von Niederspannungsanlagen (Schutz bei transienten Überspannungen)



**Wann** ist Überspannungsschutz einzubauen?

**DIN VDE 0100-534:** Auswahl und Errichtung von Überspannungsschutzeinrichtungen



**Wie** und **Welche** Überspannungsschutzeinrichtungen sind zu installieren?

Die beiden Normen wurden überarbeitet. Sie sind seit **1. Oktober 2016** in Kraft getreten und die Übergangsfrist ist am **14.12.2018** abgelaufen.

# Was gibt es neues in der Norm DIN VDE 0100-443?

Der Schutz bei transienten Überspannungen **muss** vorgenommen werden, wenn die Folgen der Überspannungen Auswirkungen haben auf:

- Ansammlungen von Personen, z.B. in Gebäuden, Büros, Schulen
- Einzelpersonen, z.B. in Wohngebäuden und kleinen Büros, wenn in diesen Gebäuden Betriebsmittel der **Überspannungskategorie I oder II** installiert werden.

**Anmerkung:** Es ist davon auszugehen, dass in Wohngebäuden grundsätzlich Betriebsmittel der **Überspannungskategorie I oder II** an die feste Installation angeschlossen werden. [1]



# Überspannungskategorie I oder II?

| Nennspannung in V | Geforderte Bemessungs-Stoßspannung der Betriebsmittel in kV |                                            |                                 |                                                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 230 / 400         | Überspannungskategorie IV                                   | Überspannungskategorie III                 | Überspannungskategorie II       | Überspannungskategorie I                                                  |
|                   | z.B. Elektrizitätszähler, Rundsteuerempfänger               | z.B. Verteilertafeln, Schalter, Steckdosen | z.B. Haushaltsgeräte, Werkzeuge | z.B. empfindliche elektronische Geräte, Computer, Unterhaltungselektronik |
|                   | 6                                                           | 4                                          | 2,5                             | 1,5                                                                       |

Tabelle 443.2: Geforderte Bemessungs-Stoßspannung von Betriebsmittel ( $U_w$ )

$U_p$

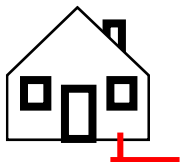
# Die richtige Auswahl von Überspannungs-Schutzeinrichtungen nach DIN VDE 0100-534 [2]



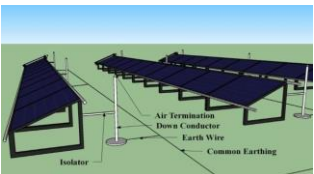
- Bei Gebäuden mit einer äußeren Blitzschutzanlage sind **Typ1-Ableiter** und Typ2-Ableiter oder Typ1/2-Kombiableiter zu verwenden.



- Bei Gebäuden mit einer Einspeisung über eine Niederspannungsfreileitung müssen **Typ1-Ableiter** und Typ2-Ableiter oder Typ1/2-Kombiableiter verwendet werden.



- Bei Gebäuden mit Einspeisung über Erdkabel muss ein **Typ2-Ableiter** installiert werden.



- Bei einer PV-Freiflächenanlage müssen **Typ1-Ableiter** und Typ2-Ableiter oder Typ1/2-Kombiableiter verwendet werden.

# Blitzströme in Gebäuden

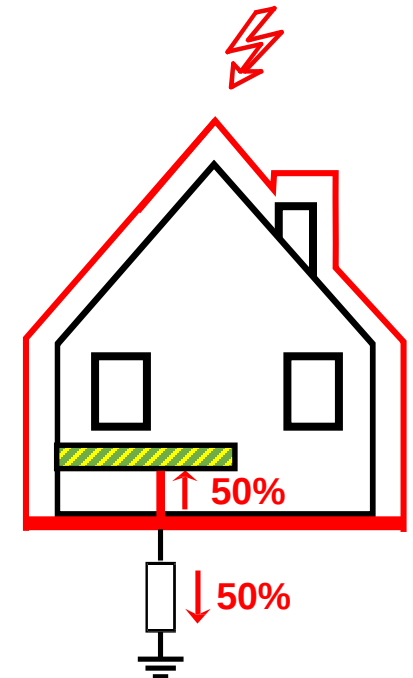
Verteilung des Blitzstromes bei einer Blitzentladung in ein Gebäude:

gemäß IEC 61312-1 ist davon auszugehen, dass ca. **50 %** des Blitzstromes über das äußere Blitzschutzsystem **in die Erde** abgeführt werden.

Bis zu **50%** des Blitzstromes fließen über leitfähige Systeme **in das Gebäude** hinein.

Die **Blitzschutzklasse** definiert den maximal zu erwartenden Summen-Blitzstrom innerhalb des Gebäudes und wird anhand einer normgerechten **Risikoanalyse** bestimmt.

| Summen-Blitzstrom (10/350) $\mu$ s | Blitzschutzklasse |
|------------------------------------|-------------------|
| 100 kA                             | I                 |
| 75 kA                              | II                |
| 50 kA                              | III + IV          |



# Blitzströme & Netzform

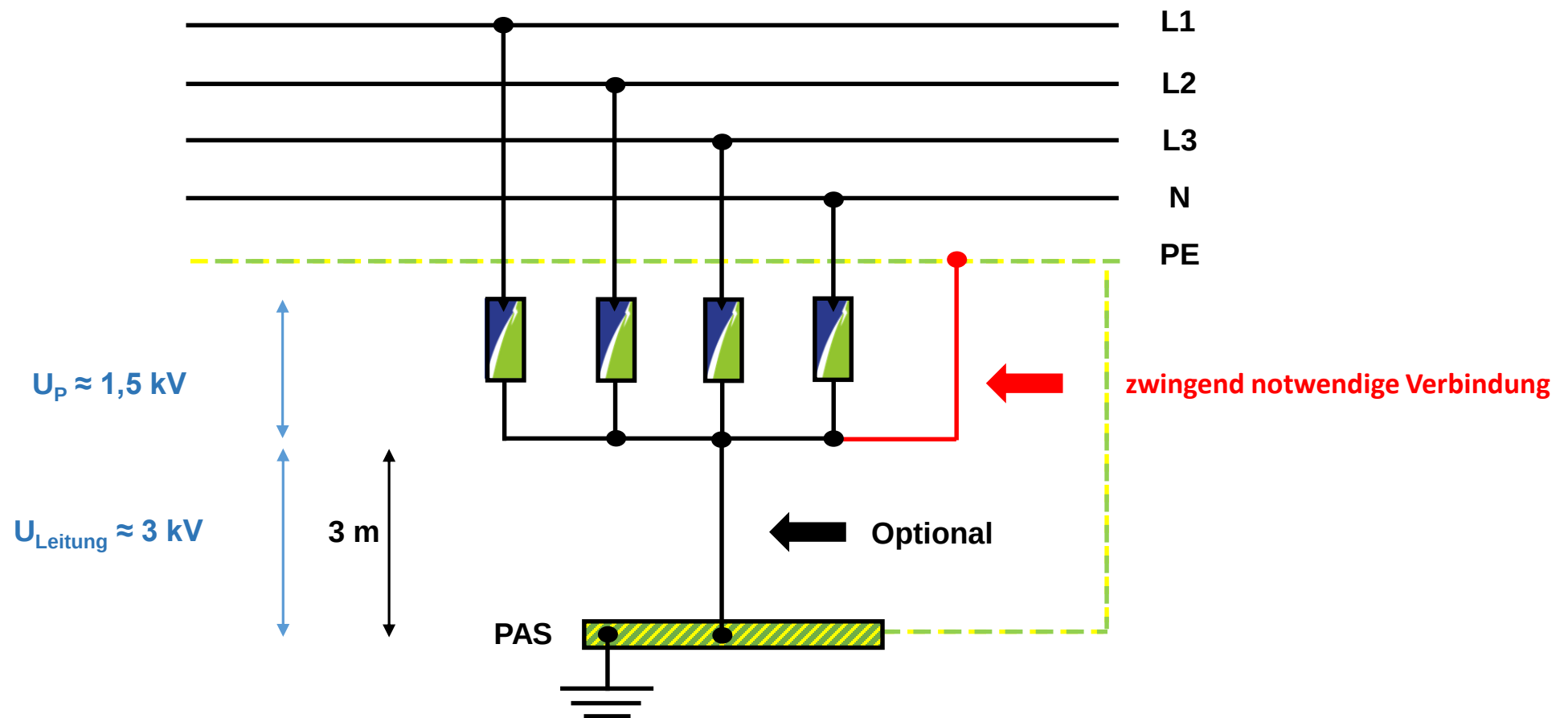
Es ist davon auszugehen, dass der Summen-Blitzstrom sich **gleichmäßig** auf die Leiter des Stromversorgungssystems aufteilt.

Deshalb sind die Blitzströme auf den einzelnen Leitern deutlich kleiner als der Summen-Blitzstrom

| z.B. TNS-Netz | Anzahl der „aktiven“ Leiter | Max. zu erwartende Blitzströme pro Leiter<br>(10/350µs) in kA | Blitzschutzklasse |
|---------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|
|               | 4                           | 25                                                            | I                 |
|               |                             | 18,7                                                          | II                |
|               |                             | 12,5                                                          | III + IV          |



# Gestaltung der erdseitigen Anschlussleitung TN-Netz



# Auswahl der richtigen SPD's für PV-Anlagen

# Norm & Photovoltaik auf der DC-Seite

**DIN VDE 0100-712:** Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme



Überspannungsschutz **muss** auf der DC-Seite des Wechselrichters berücksichtigt werden

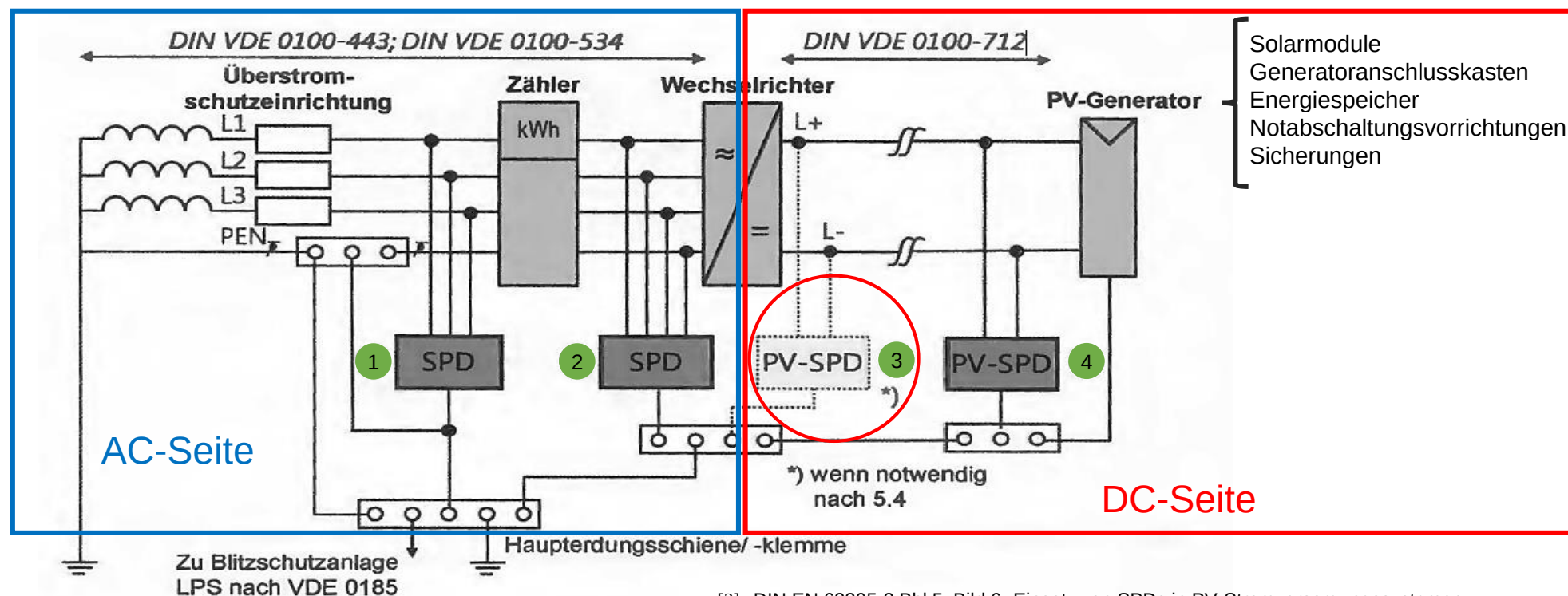
**DIN VDE 0185-305-3 Beiblatt 5:** Blitz- und Überspannungsschutz für PV-Anlagen



**Wie** und **Welche** Überspannungsschutzeinrichtungen sind bei PV-Anlagen zu installieren?

# Auswahl von Überspannungsschutzgeräten

Abhängig vom Vorhandensein einer äußeren Blitzschutzanlage und der Einhaltung des notwendigen Trennungsabstandes zwischen der äußeren Blitzschutzanlage und den Elementen der PV-Anlage erfolgt die Auswahl der notwendigen SPD's nach Bild 6 und Tabelle 1 in der Norm DIN EN 62305-3 Beiblatt 5.



[3] DIN EN 62305-3 Bbl 5: Bild 6- Einsatz von SPDs in PV-Stromversorgungssystemen



# Auswahl von Überspannungsschutzgeräten

| 3 Situationen    |                                                                                                 | AC-SPD's              |                       | PV-SPD's              |                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Situation        |                                                                                                 | SPD am Einbauort<br>1 | SPD am Einbauort<br>2 | SPD am Einbauort<br>3 | SPD am Einbauort<br>4 |
| A                | Anlage <u>ohne</u> äußere Blitzschutzanlage                                                     | Typ2                  | Typ2*                 | Typ2*                 | Typ2                  |
| B                | Anlage <u>mit</u> äußerer Blitzschutzanlage, Trennungsabstand (s) wird eingehalten              | Typ1                  | Typ2*                 | Typ2*                 | Typ2                  |
| C                | Anlage <u>mit</u> äußerer Blitzschutzanlage, Trennungsabstand (s) wird <u>nicht</u> eingehalten | Typ1                  | Typ1                  | Typ1                  | Typ1                  |
| * wenn notwendig |                                                                                                 |                       |                       |                       |                       |

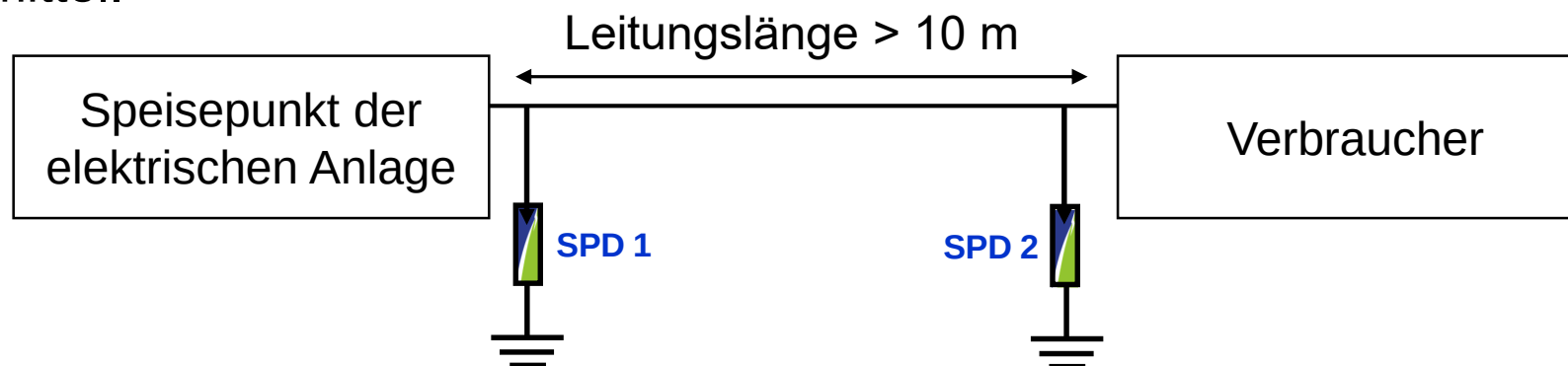
[3] DIN EN 62305-3 Bbl 5: Tabelle 1- Auswahl von SPD's

# Wie groß ist der wirksame Schutzbereich von SPD's?

Laut DIN VDE 0100-534.4.9:

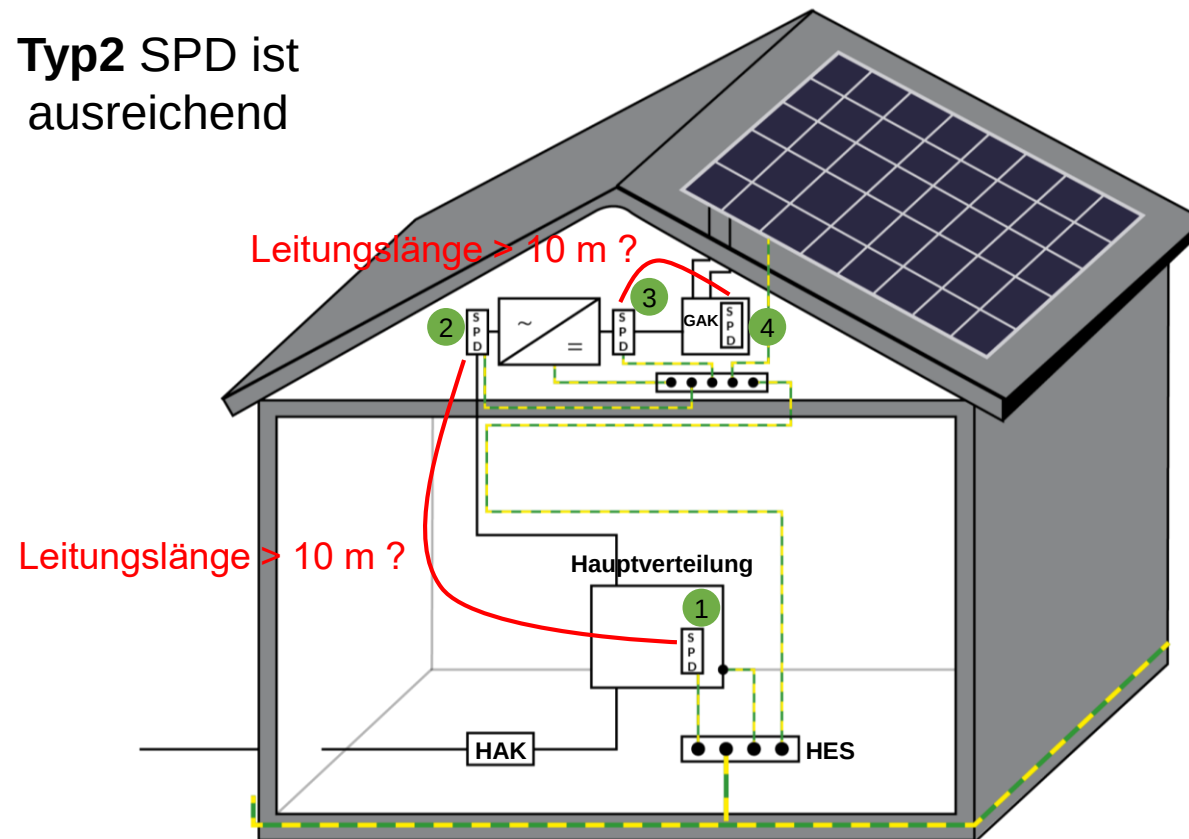
Wenn die Leitungslänge zwischen SPD und dem zu schützenden Betriebsmittel mehr als **10 Meter** beträgt, dann **sollten** zusätzliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden, wie zum Beispiel:

- Die Errichtung einer zusätzlichen SPD so nah wie möglich am zu schützenden Betriebsmittel.



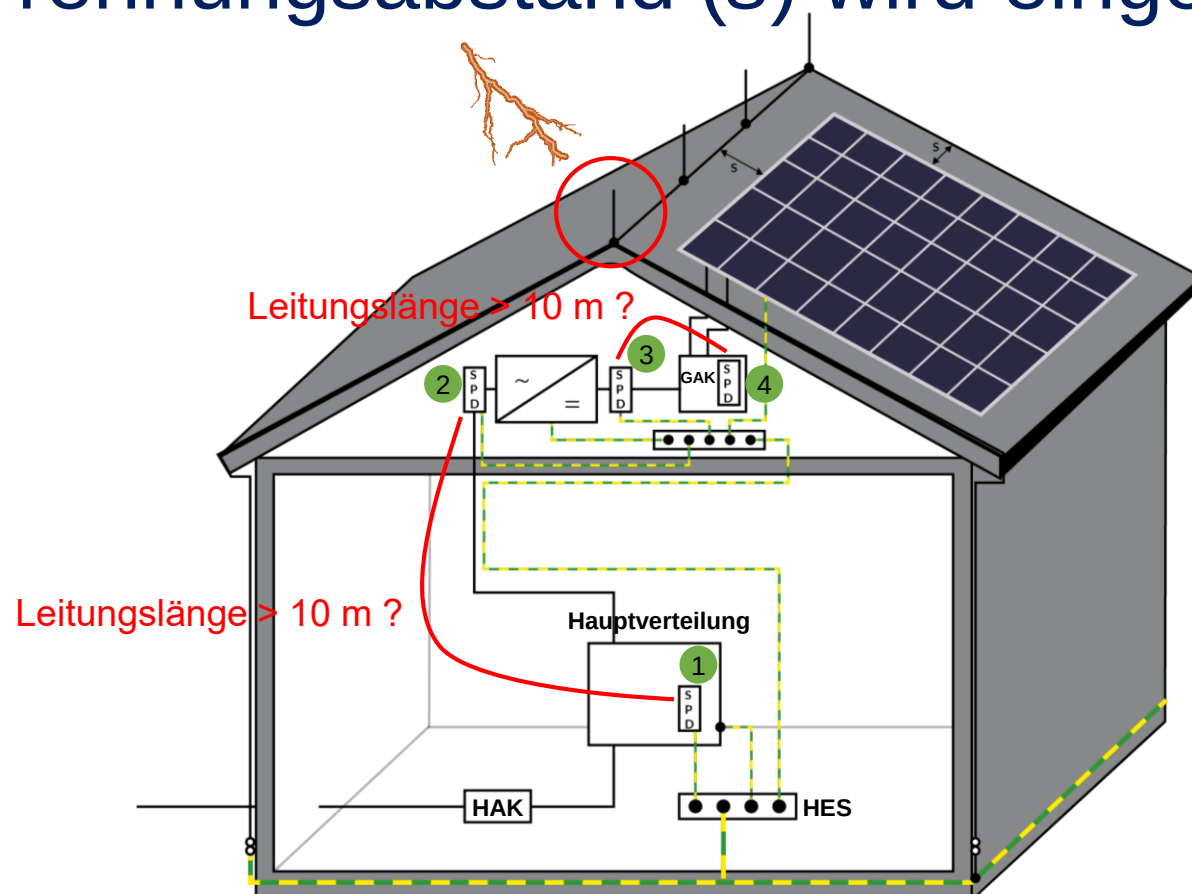
# Situation A) Gebäude ohne äußeren Blitzschutz

**Typ2** SPD ist  
ausreichend



- Generell sollte so nah wie möglich jeweils ein Satz von SPD's auf der DC-Seite und ein Satz von SPD's auf der AC-Seite des Wechselrichters installiert werden
- Das SPD am Einbauort ② ist nicht notwendig, wenn der Abstand zwischen dem SPD am Einbauort ① (Hauptverteilung) und dem Wechselrichter kleiner als 10 m ist.
- Ist der Abstand zwischen den PV-Modulen und dem Wechselrichter größer als 10 m, so sind auf der DC-Seite zwei SPD's zu verbauen, einer möglichst nah am Wechselrichter und einer möglichst nahe an den PV-Module (z.B. im Generatoranschlusskasten).

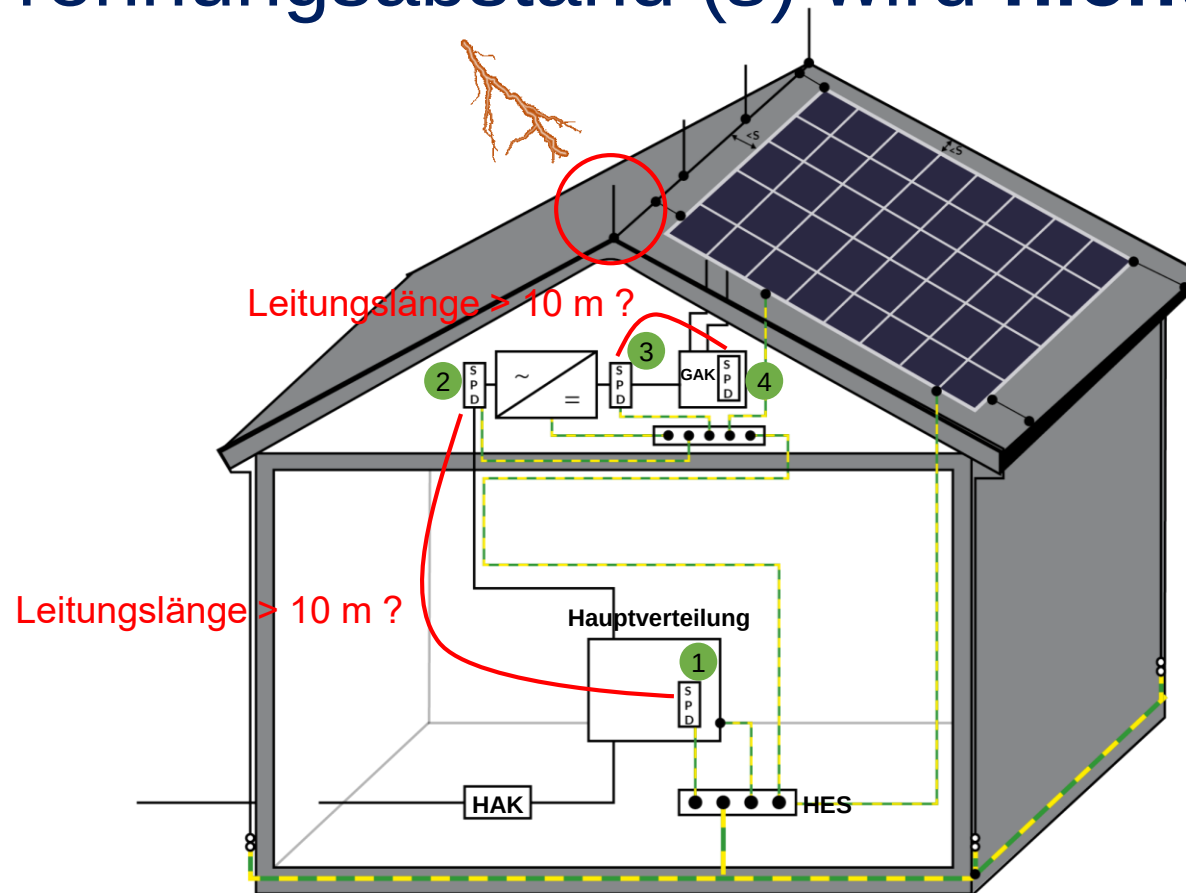
# Situation B) Gebäude mit äußerem Blitzschutz, Trennungsabstand (s) wird eingehalten



In der Regel ist ein **Trennungsabstand (s)** von **0,5 m bis 1 m** ausreichend. (eine genaue Berechnung beschreibt DIN EN 62305-3)

- 1** ➡ **Typ1** oder Typ1+2 (AC) im HAK
- 2** ➡ **Typ2** (AC) am Wechselrichter
- 3 & 4** ➡ **Typ2** (DC) am Wechselrichter und GAK

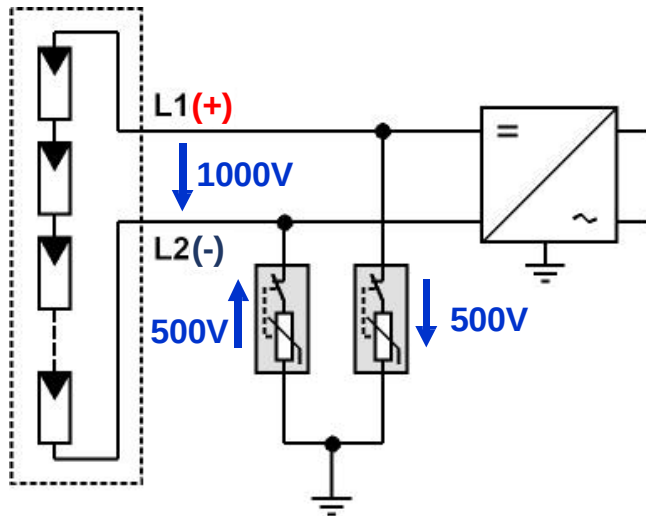
# Situation C) Gebäude mit äußerem Blitzschutz, Trennungsabstand (s) wird **nicht** eingehalten



- 1 ➡ **Typ1** oder Typ1+2 (AC) im HAK
- 2 ➡ **Typ1** oder Typ1+2 (AC) am Wechselrichter
- 3 ➡ **Typ1** oder Typ1+2 (DC) am Wechselrichter
- 4 ➡ **Typ1** oder Typ1+2 (DC) als GAK

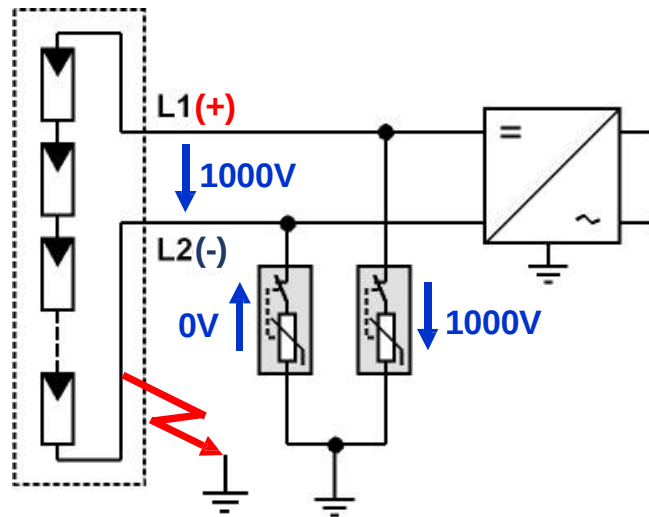


# Warum Y-Schaltung für PV?



# Warum Y-Schaltung für PV?

Problem: **Isolationsfehler**

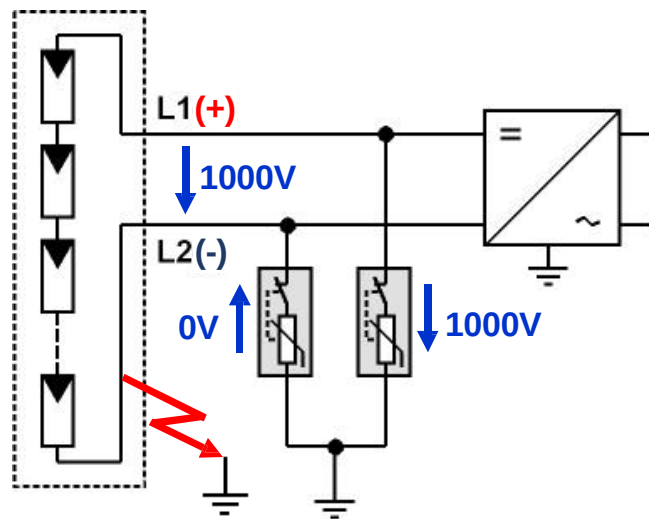


**Isolationsfehler**

Ein Ableiter liegt an der vollen  
Systemspannung: 1000 V

# Warum Y-Schaltung für PV?

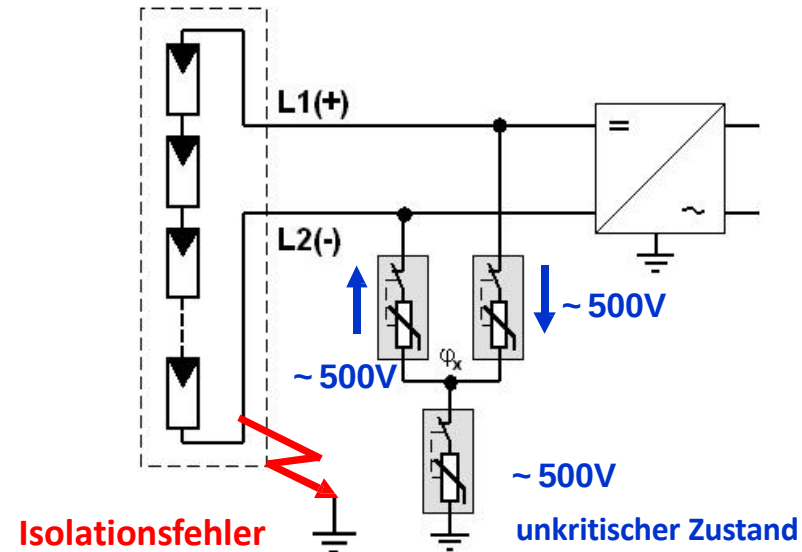
Problem: **Isolationsfehler**



**Isolationsfehler**

Ein Ableiter liegt an der vollen Systemspannung: 1000 V

Lösung: **Y-Schaltung**



**Isolationsfehler**

~ 500V

unkritischer Zustand

Alle SPDs liegen an ca. der halben Systemspannung ~ 500 V

# Zusammenfassung

Die Produktauswahl ist abhängig von:

- Vorhandensein einer **äußeren Blitzschutzanlage?**
- Einhaltung des notwendigen **Trennungsabstandes?**
- **Netzform** auf AC-Seite (z.B TT oder TNS)?
- **Spannungsebene?**
- **Anzahl der Strings** auf DC-Seite?

# Beispiel Produktauswahl auf AC-Seite

## Vorhandenes Netz: TNS



T1+T2 (FE S HSA 255 TT 12,5 U)



T1+T2 (FE T1+T2 260 TNS 25 FM)



T1+T2 (FE T1+T2 275 TNS 12,5 FM)

T2 (FE T2 275 TNS 40 FM)





# Produktauswahl auf der DC-Seite

**Neu**

## Vorteile der Generatoranschlussbox für PV-Anlagen

- ✓ sichere und einfache Verdrahtung durch Cage Clamp bis zu 16 mm<sup>2</sup>
- ✓ einfache platzsparende Aufputzinstallation
- ✓ keine Aderendhülsen erforderlich
- ✓ keine MC4-Stecker erforderlich
- ✓ patentierte schraubenlose Abdeckung
- ✓ 2 separate PE-Anschlüsse
- ✓ 2 MPPT
- ✓ IP65



# Beispiel Produktauswahl auf DC-Seite



**T1+T2 für Hutschiene**

Spannungsebene: 1100 V DC und 1500 V DC

FE S PV T1+T2 1100Y FM

Y-Schaltung

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

