

Schutz vor transienten Überspannungen in Niederspannungs- Schaltgerätekombinationen

ZVEI-Leitfaden für Schaltanlagenbauer
und Elektro-Installateure/Elektroniker
Energie- und Gebäudetechnik





Die Elektroindustrie

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e. V.
Fachverband Automation
Fachbereich Schaltgeräte, Schaltanlagen,
Industriesteuerungen
Fachkreis Niederspannungs-Schaltanlagen

Verantwortlich: Dr. Markus Winzenick
Lyoner Straße 9

60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-426

Fax: +49 69 6302-386

E-Mail: winzenick@zvei.org

www.zvei.org

Juni 2019



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons
Namensnennung, Nicht-kommerziell, Weitergabe unter
gleichen Bedingungen 4.0 Deutschland Lizenz.

Trotz größter Sorgfalt übernimmt der ZVEI
für Vollständigkeit und Richtigkeit der Inhalte
keine Gewähr.

Schutz vor transienten Überspannungen in Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen

Was ist die Ursache von Überspannungen?

Kurzzeitige, sogenannte transiente Überspannungen in Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen können durch Blitzeinschläge oder Schalthandlungen in Versorgungsnetzen verursacht werden. Transiente Überspannungen stellen ein sehr dynamisches Ereignis dar und können mehrere 10.000 V erreichen.

Welche Auswirkungen haben Überspannungen?

Transiente Überspannungen können zu einem erhöhten Gefährdungsrisiko führen durch:

- Gefährliche Funkenbildung
- Entstehung von Störlichtbögen in Schaltgerätekombinationen
- Ausfall von elektrischen und elektronischen Systemen

Die Auswirkungen können erheblich sein und zu wirtschaftlichen Schäden führen wie zum Beispiel den Verlust von Dienstleistungen wie Strom-, Wasser- oder Telekommunikationsversorgung.

Welche normativen Zusammenhänge sind zu beachten?

Durch den Einbau von Überspannungsschutzeinrichtungen, nach Norm als SPD (engl. für Surge Protective Device) bezeichnet, soll eine Spannungsbegrenzung entsprechend der Bemessungsstoßspannung bzw. Isolationskoordination sichergestellt werden.

DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11) beschreibt die Anforderungen an Prüfungen für Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen.

Im Rahmen der Prüfungen wird der Schutzpegel U_p als maximale Spannung an den Anschlussklemmen des SPDs ermittelte. Der Schutzpegel U_p wird vom Hersteller des SPDs angegeben.

DIN VDE 0100-534 beschreibt Einrichtungen zum Schutz bei transienten Überspannungen infolge atmosphärischer Entladungen sowie deren Auswahl nach Einbauort und Errichtung der jeweiligen Niederspannungs-Schaltgerätekombination. Nach DIN VDE 0100-443 decken die Schutzmaßnahmen die Anforderungen für den Schutz bei transienten Überspannungen infolge indirekter atmosphärischer Einflüsse und den Schutz bei transienten Überspannungen infolge von Schaltvorgängen ab.

Die Norm definiert Vorzugswerte der Bemessungsstoßspannung (U_w) als Wert einer Stehstoßspannung, der vom Hersteller für ein Betriebsmittel angegeben wird und der das festgelegte Stehvermögen seiner zugehörigen Isolierung gegenüber transienten Überspannungen angibt.

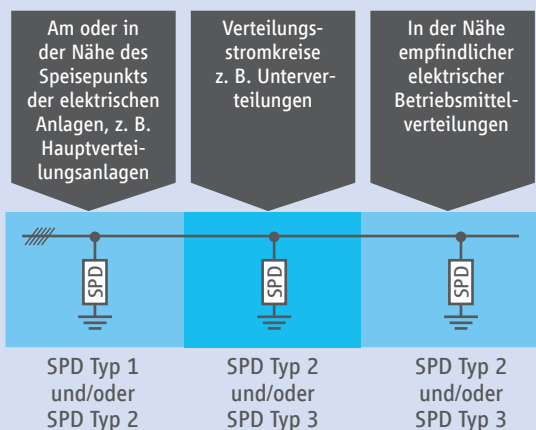
DIN EN 61439-1 (VDE 0660-600-1) definiert den Zusammenhang zwischen der Nennspannung des Versorgungsnetzes und der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit von Betriebsmitteln in Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen mit ihrer Position in der Verteilebene.

Die Norm definiert Vorzugswerte der Bemessungsstoßspannung (U_{imp}) als vom Hersteller der Niederspannungs-Schaltgerätekombination anzugebenden Wert einer Stehstoßspannung, der das festgelegte Stehvermögen der Isolierung gegenüber transienten Überspannungen angibt. Die Angabe des Herstellers der Niederspannungs-Schaltgerätekombination erfolgt in Form der Überspannungskategorie I bis IV. Diese stellt den Zusammenhang zwischen den Vorzugswerten der Bemessungsstoßspannung und der Position der Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen in der Verteilebene her.

Wie erfolgt die Umsetzung der normativen Vorgaben?

Die Auswahl der Überspannungsschutzeinrichtung (SPD) erfolgt nach der Position der Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen in der Verteilebene.

Abb. 1: Auswahl der Überspannungsschutzeinrichtung



Quelle: ZVEI

SPDs Typ 1 sind für bauliche Anlagen, die mit externen Blitzschutzsystemen ausgerüstet sind, für den Blitzschutzpotenzialausgleich in Niederspannungs-Schaltgerätekombination notwendig.

SPDs Typ 2 sind konzipiert für indirekte Blitzeinwirkungen oder auch Schaltüberspannungen, die über die Versorgungsleitungen in die Niederspannungs-Schaltgerätekombination eingeführt werden.

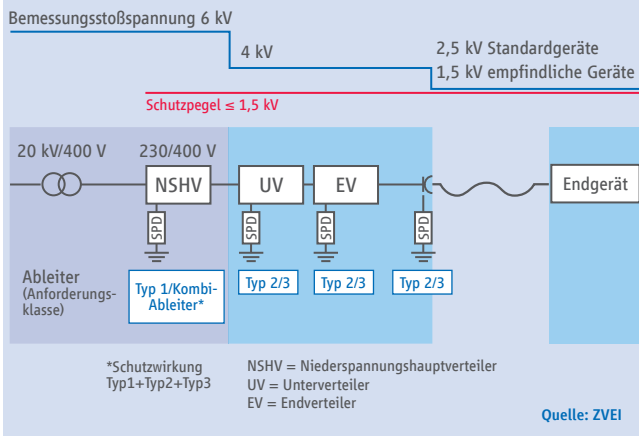
SPDs Typ 3 sind typischerweise für den Endgeräteschutz vorgesehen und sitzen somit in unmittelbarer Nähe des empfindlichen Betriebsmittels.

Beim Einsatz mehrerer SPDs ist auf eine Koordination untereinander zu achten.

Aus der Position in der Verteilebene resultieren Anforderungen an die zu berücksichtigende Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (Überspannungskategorie) der Schaltgerätekombinationen und der eingesetzten Betriebsmittel.

Die folgende Übersicht stellt den Zusammenhang der Begriffe Schutzpegel U_p , Bemessungsstoßspannung, Ableitertypen und Positionierung entsprechend der Verteilerebene exemplarisch für eine Spannungsebene dar.

Abb. 2: Exemplarischer Überblick für eine Spannungsebene



Beträgt die Leitungslänge zwischen Überspannungsschutzeinrichtung (SPD) und dem zu schützenden Betriebsmittel mehr als zehn Meter, ist die Wirksamkeit der eingesetzten SPD gegebenenfalls nicht mehr ausreichend. Es empfiehlt sich dann zu prüfen, ob noch zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich sind. Diese sind dann so nah wie möglich am zu schützenden Gerät oder in der nächsten nachgeordneten Unterverteilung zu installieren.

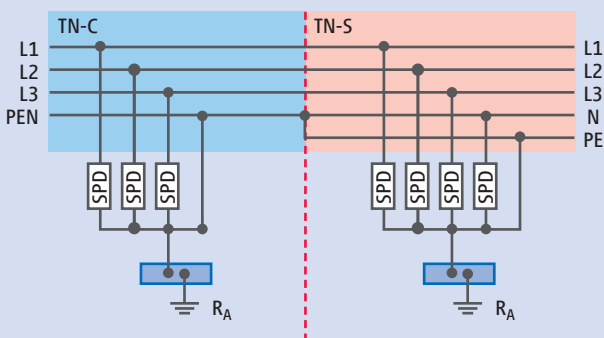
Was ist bei der Auswahl von Überspannungsschutzeinrichtungen (SPDs) zu beachten?

Neben dem richtigen Ableitertyp (z. B. Typ 1, 2, 3 oder Kombi-Ableiter) müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- **Netzform und Nennspannung (siehe Abb.3)**
Am gebräuchlichsten sind TN- oder IT-Netzsysteme. Bei beiden Netzformen kommt üblicherweise für SPDs eine 3+0-Schaltung (für das TN-C, IT-Netzsystem, ohne Neutralleiter) bzw. eine 4+0-Schaltung (TN-S-Netzsystem mit Neutralleiter) zur Anwendung. Bei IT-Netzsystemen muss die Auswahl der SPDs nach der verketteten Spannung erfolgen. Dies bedeutet zum Beispiel, dass bei einem 230/400-V-IT-Netzsystem die eingesetzten SPDs für die verkettete Leiterspannung von 400 V auszulegen sind.
- **Nennspannung**
Netzspannung des Systems

- **Maximaler Betriebsstrom**
Alle SPDs müssen gegen Überstrom und Kurzschlussströme geschützt werden. Ein Schutz gegen Überstrom ist bei Parallel- bzw. Stickleitungsverdrahtung nicht notwendig. Der notwendige Kurzschlussschutz kann intern und/oder extern zum SPD angeordnet werden.
- **Prospektiver Kurzschlussstrom am Einbauort**
Die Kurzschlussfestigkeit und die Folgestromlöschfähigkeit der SPDs müssen größer als der prospektive Kurzschlussstrom sein.

Abb. 3: Netzform TN-C mit 3+0-Schaltung, TN-S mit 4+0-Schaltung



Quelle: ZVEI

Was ist beim Einbau von Überspannungsschutzeinrichtungen (SPDs) zu beachten?

Gemäß DIN VDE 0100-534 sollten SPDs so nah wie möglich am Speisepunkt der Anlage, der Schaltgerätekombination oder potenziellen Störquellen eingesetzt werden.

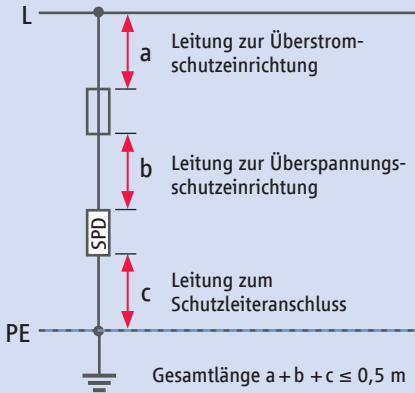
Um eine optimale Schutzwirkung zu erreichen, müssen die Anschlussleitungen zum SPD so kurz wie möglich sein und sollten keine Schleifen beinhalten (impedanzarme Verlegung).

In Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen können Überspannungsschutzeinrichtungen (SPDs) an den Schutzleiter und/oder an Teilen des Metallgehäuses der Niederspannungs-Schaltgerätekombination angeschlossen werden. Diese Teile des Metallgehäuses müssen die Anforderungen für die durchgehende Schutzleiterverbindung zum Schutz gegen

die Folgen von Fehlern innerhalb der Schaltgerätekombination nach DIN EN 61439-1 (VDE 0660-600-1) erfüllen.

Die Gesamtlänge der Anschlussleitungen nach Norm beträgt maximal 0,5 m.

Abb. 4: Schematischer Aufbau der Anschlussleitungen mit maximal 0,5 m Gesamtlänge



Quelle: ZVEI

Welche Maßnahmen sind möglich bei Leitungslängen > 0,5 m?

Oftmals lässt sich diese Forderung bei Energie-Schaltgerätekombinationen nach VDE 0660-600-2 nicht einhalten, deshalb wurden in DIN VDE 0100-534 Umsetzungsvarianten aufgenommen.

Beträgt die Gesamtlänge ($a + b + c$) mehr als 0,5 m, dann muss mindestens eine der folgenden Maßnahmen umgesetzt werden:

- **Auswahl einer Überspannungsschutzeinrichtung (SPD) mit niedrigerem Schutzpegel U_p**

An einem geradlinig verlegten 1 m langen Leiter wird bei einem Impulsstrom von 10 kA (8/20 μ s) ein Spannungsfall von ungefähr 1.000 V erzeugt. Diese zusätzliche Differenz zwischen Bemessungsstoßspannung und Schutzpegel ermöglicht eine Verlängerung der Anschlussleitung. Wie lang die Anschlussleitungen dann sein dürfen, kann ermittelt werden, wenn folgende Daten vorliegen:

- Bemessungsstoßspannung der Schaltgerätekombination in kV
- Schutzpegel des SPDs in kV
- Nennableitstoßstrom des SPDs in kA

Berechnungsbeispiel:

1. Bemessungsstoßspannung der Schaltgerätekombination minus Schutzpegel ergibt die nutzbare Spannungsdifferenz in kV.

$$4 \text{ kV} - 1,5 \text{ kV} = 2,5 \text{ kV.}$$

2. Der Nennableitstoßstrom des Ableiters bestimmt den Spannungsabfall. Bei einem Stoßstrom von 20 kA ergibt sich ein Spannungsabfall von 2 kV/m.

3. Aus Spannungsdifferenz geteilt durch Spannungsabfall ergibt sich die maximale Anschlusslänge.

$$2,5 \text{ kV} : 2 \text{ kV/m} = 1,25 \text{ m}$$

Somit darf die Anschlusslänge des SPDs statt 0,5 m nun maximal 1,25 m betragen.

- **Zusätzliches zweites koordiniertes SPD**

Einbau eines zweiten SPDs in der Nähe des zu schützenden Betriebsmittels, um den Schutzpegel U_p an die Bemessungsstoßspannung des zu schützenden Betriebsmittels anzupassen.

- **Anschluss als V-Verdrahtung (bei Bemessungsströmen bis 125 A)**

Hierdurch beträgt die phasenseitige Leitungslänge $a + b = 0 \text{ m}$ und muss somit nicht weiter berücksichtigt werden (bei kleinen Bemessungsströmen einsetzbar).

- **SPDs mit integrierter Vorsicherung / vorsicherungsfreier Technologie verwenden**

Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von SPDs mit integrierter Vorsicherung oder einer alternativen vorsicherungsfreien Technologie. Leitungslänge $b = 0 \text{ m}$.

Das Wichtigste auf einen Blick:

Normative Zusammenhänge:

- DIN EN 61439-1 – Anforderungen an die Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen
- DIN VDE 0100-534 – Auswahl und Errichtung von SPDs

Auswahl Überspannungsschutzeinrichtung SPD:

- Auswahl des richtigen Ableitertyps in Abhängigkeit von der Position im Verteilnetz anhand der Netzform, Nennspannung, dem maximalen Betriebsstrom und dem unbeeinflussten Kurzschlussstrom am Installationsort
- Beachtung von zusätzlichen Geräten wie Lasttrennschalter mit/ohne Vorsicherung

Installationsanforderungen:

- Die SPD soll so nah wie möglich am Einspeisepunkt der elektrischen Anlage installiert werden
- Der empfohlene Schutzbereich von SPDs liegt bei maximal 10 m
- Die Leitungslänge zum Anschluss des SPDs zwischen Außenleiter und PE darf bis zu 0,5 m betragen
- Maßnahmen, wenn die Leitungslänge von 0,5 m nicht eingehalten werden kann:
 - Auswahl einer SPD mit niedrigerem Schutzpegel U_p
 - Errichtung einer zweiten, koordinierten SPD in der Nähe des zu schützenden Betriebsmittels
 - Anschluss als V-Verdrahtung
 - SPDs mit integrierter Vorsicherung / vorsicherungsfreier Technologie verwenden



ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e.V.
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-0

Fax: +49 69 6302-317

E-Mail: zvei@zvei.org

www.zvei.org