



Schutzbereich von SPD

Ersatz für	–
Zuständig	OVE/TSK E05 – Elektrische Betriebsmittel
ICS	13.260; 29.020; 29.100; 29.120; 91.120.40; 29.130; 91.140.50; 29.240.10

Inhalt

	Seite
1	Einleitende Informationen 2
1.1	Potentialausgleich..... 2
1.2	Schirmung..... 2
1.3	Indirekte und direkte Blitzeinwirkungen sowie Naheinschläge 3
1.4	Schutzpegel und in der Anlage wirksamer (effektiver) Schutzpegel 4
1.5	Begriffe „One-Port SPD“ und „Two-Port SPD“ 4
1.6	Was wird unter Reflexion verstanden 6
2	Zusammenhang zwischen Mindestableitstrom und Schutzpegel eines SPD 7
3	Beispiele zur Anwendung der 10 m-Regel 7
3.1	Schutz gegen indirekte Blitzeinwirkungen 7
3.2	Schutz gegen direkte und indirekte Blitzeinwirkungen 8
Anhang A	Schutzbereich aufgrund von Schwingungen 11
Anhang B	Schutzbereich aufgrund von Induktion 12
Anhang C	Beispielhaft berechnete Schutzbereiche 13
Literaturhinweise 15

1 Einleitende Informationen

1.1 Potentialausgleich

Der Schutzpotentialausgleich (Hauptpotentialausgleich) nach Abschnitt 411.3.1.2 der OVE E 8101 und, soweit erforderlich, der zusätzliche Schutzpotentialausgleich nach Abschnitt 415.2 von OVE E 8101 sind Voraussetzung für die Realisierung eines wirkungsvollen Schutzes gegen transiente Überspannungen und gegen Blitzeinwirkungen.

Die ergänzenden Anforderungen für den Blitzschutzpotentialausgleich sind ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 zu entnehmen.

1.2 Schirmung

Grundsätzliche Maßnahmen zum Schutz bei Störspannungen und elektromagnetische Störgrößen werden in OVE E 8101 Teil 4-44 beschrieben.

Die Schirmung elektrotechnischer Geräte, Einrichtungen und Räume dient dazu, insbesondere bei höheren Frequenzen auftretende elektrische und/oder magnetische Felder von diesen fernzuhalten oder umgekehrt die Umgebung vor den von der Einrichtung ausgehenden Feldern zu schützen.

Schirmung ist eine Maßnahme, um elektrische bzw. elektromagnetische Felder zu reduzieren und die Induktion von Spannungen in Kabel/Leitungen möglichst zu verhindern.

Dies wird beispielsweise erreicht durch:

- Verwendung von Kabeln/Leitungen mit metallendem Schirm mit vorzugsweise direkter beidseitiger Schirmauflegung. Ist das aus betriebstechnischen Gründen nicht möglich soll der Schirm auf einer Seite direkt und auf der anderen Seite über Überspannungs-Schutzeinrichtungen (indirekte Erdung) aufgelegt werden.
- Schirmung der Kabel-/Leitungswege durch (vorzugsweise geschlossene) metallene, durchverbundene und geerdete Kabelkanäle bzw. -trassen oder durchverbundene und geerdete metallene Installationsrohre.
- Verlegung von blanken parallelen Erdern bei erdverlegten Kabeln/Leitungen (empfohlener Abstand etwa 30 cm mittig über den Kabel-/Leitungssystemen). Bei breiteren Kabeltrassen sind ab einer Breite von 60 cm zusätzliche parallele Erder zu verlegen (empfohlener Abstand der parallelen Erder etwa 60 cm – siehe Bild 1). Die parallelen Erder sind an beiden Enden mit der übrigen Erdungsanlage zu verbinden.

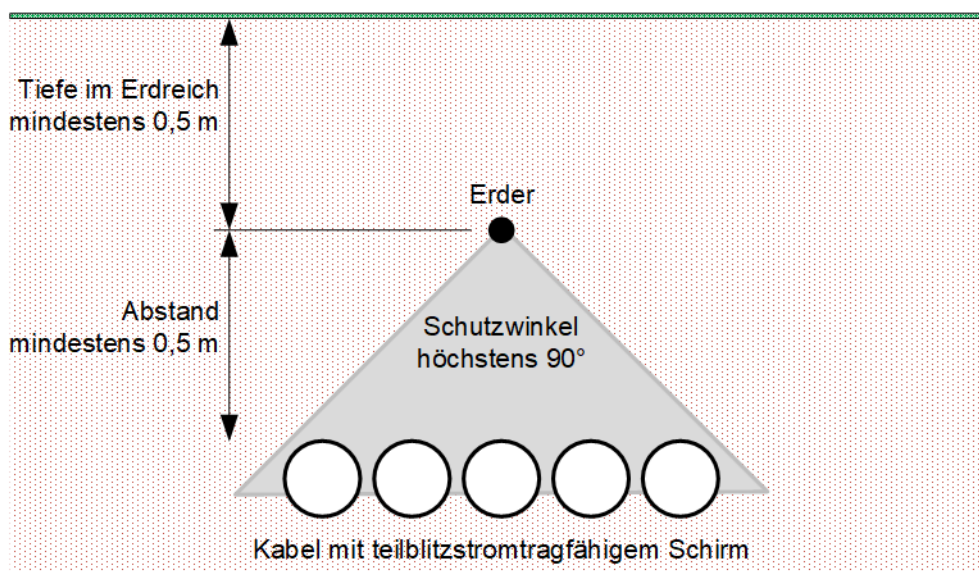


Bild 1 – Schutz einer Kabeltrasse im Erdreich durch die Verlegung eines parallelen Erders

Nähere Informationen zur Schirmwirkung von offenen Kabel-/Leitungsführungssystemen können OVE EN 50174-2:2018 entnommen werden.

Nähere Informationen zum Mindestquerschnitt von Schirmen (zB Kabel-/Leitungsschirm oder Tragsystem) können ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 entnommen werden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass nur ferromagnetische Werkstoffe bei Schirmungen auch gegen elektromagnetische Felder wirksam sind und damit deren Einfluss reduzieren.

1.3 Indirekte und direkte Blitzeinwirkungen sowie Naheinschläge

Je nachdem ob nur mit indirekten oder mit direkten Blitzeinwirkungen bzw. Naheinschlägen zu rechnen ist ergeben sich unterschiedliche Einflussparameter bezüglich des wirksamen Schutzbereiches von SPD.

- a) Auswirkungen bei indirekten Blitzeinwirkungen (leitungsgebundenen Störungen) auf den Schutzbereich von SPD:
 - Schwingungen mit zunehmender Leitungslänge und in Abhängigkeit der angeschlossenen Lasten (induktiv, kapazitiv);
- b) Auswirkungen bei direkten Blitzeinwirkungen oder Naheinschlägen auf den Schutzbereich von SPD:
 - Schwingungen mit zunehmender Leitungslänge und in Abhängigkeit der angeschlossenen Lasten (induktiv, kapazitiv);
 - Induktionen mit zunehmender Leiterschleifengröße (Schleifenfläche zwischen aktiven Leitern und Schutzleiter/Potentialausgleich);
 - Induktionen mit zunehmender Schleifengröße zwischen unterschiedlichen Leitungssystemen (zB zwischen Energie- und Datenkabel/-leitungen);
 - Auswirkung aufgrund galvanisch eingekoppelter Teilblitzströme infolge eines direkten Einschlages in ein außen angebrachtes Betriebsmittel, in dessen Zuleitung ein SPD installiert ist.

ANMERKUNG Beispiele für außen angebrachte Betriebsmittel sind jede Art von elektrischen, elektronischen oder funktechnischen Betriebsmitteln zB Beleuchtung, Klimaanlage, Sensoren (Temperatur, Druck, usw.), Antennen, Überwachungskameras, die außen an baulichen Anlagen, an Masten oder an Prozessbehältern angebracht sind.

Diese Fachinformation beschränkt sich ausschließlich auf Schwingungen und Induktionen.

1.3.1 Begrenzung des Schutzbereichs von SPD aufgrund von Schwingungen

Ein SPD begrenzt beim Ansprechen die Überspannung an seinem Einbauort. Wenn die Leitungen zwischen SPD und Betriebsmittel zu lang sind, kann die Ausbreitung von Stoßwellen zu Schwingungserscheinungen führen.

An offenen Anschlussklemmen eines Betriebsmittels kann die Überspannung bis auf den doppelten Begrenzungswert des SPD ansteigen und damit einen Ausfall des Betriebsmittels verursachen, auch wenn der Schutzpegel des SPD nicht höher ist als die Stehstoßspannungsfestigkeit des Betriebsmittels.

Der wirksame Schutzbereich ist die zulässige Länge der Leitungen zwischen SPD und Betriebsmittel, bei der die Schutzwirkung des SPD noch ausreichend ist, und hängt unter anderem von der SPD-Technologie, der Ausführung der Anschluss-/Verbindungsleitungen und von den Lastimpedanzen ab.

Unter der Berücksichtigung all dieser Einflussfaktoren ergibt sich ein konventionell vereinbarter wirksamer Schutzbereich eines SPD von 10 m, wenn der SPD einen Schutzpegel entsprechend der geforderten Überspannungskategorie aufweist.

Der wirksame Schutzbereich kann vernachlässigt werden, wenn der Schutzpegel des SPD 50 % der Stehstoßspannung entsprechend der geforderten Überspannungskategorie nicht überschreitet, da damit auch unter Berücksichtigung des Schwingungsfaktors 2 (Reflexion – siehe Abschnitt 1.6) noch keine Überlastung der angeschlossenen Betriebsmittel zu erwarten ist.

Wenn die Länge der Leitungen zwischen SPD und Betriebsmittel größer als 10 m ist, aber der Schutzpegel des SPD 50% der Stehstoßspannung entsprechend der geforderten Überspannungskategorie überschreitet, so kann der wirksame Schutzbereich aufgrund von Schwingungen (L_{PO}) entsprechend Anhang A abgeschätzt werden

1.3.2 Begrenzung des Schutzbereichs von SPD aufgrund von Induktion

Blitzeinschläge in die bauliche Anlage oder in die Erde neben einer baulichen Anlage können eine Überspannung in die Leiterschleife des Stromkreises zwischen SPD und Betriebsmittel induzieren, die sich zum Schutzpegel des SPD addiert und dadurch dessen Wirksamkeit verringert.

Induzierte Überspannungen nehmen mit den Abmessungen der Leiterschleife (zB Leitungsführung, Länge des Stromkreises, Abstand zwischen PE und aktiven Leitern, Schleifenfläche) zu und verringern sich mit der Abschwächung der magnetischen Feldstärke zB durch (ferromagnetische) Schirmung oder Abstand.

Der wirksame Schutzbereich ist die zulässige Länge der Leitungen zwischen SPD und Betriebsmittel, bei der die Schutzwirkung des SPD noch ausreichend ist, und hängt unter anderem von der verwendeten Leitungs-/Verlegeart und Schirmungsfaktoren ab.

Die Begrenzung dieses Schutzbereichs aufgrund von Induktion (L_{pi}) kann entsprechend Anhang B abgeschätzt werden. Daraus ergibt sich für die folgenden beispielhaften Anwendungen

BAULICHE AUSFÜHRUNG:

- a) 230 V AC Betriebsmittel (mindestens Überspannungskategorie II), die nur über eine Anspeisung verfügen;
- b) ungeschirmte Leitung;
- c) Potentialausgleichs-Netzwerk vorhanden, zB gemäß OVE-Richtlinie R 15;
- d) Vermeidung von Installationsschleifen durch Verwendung einer mehradrigen Leitung oder aller zum Stromkreis gehörigen Leiter (inklusive Schutzleiter) innerhalb eines Installationsrohres oder Kanals, d. h. Schleifenfläche nicht größer als etwa $0,5 \text{ m}^2$;
- e) Für Betriebsmittel mit mehreren angeschlossenen Leitungen: Vermeidung von größeren Installationsschleifen durch parallele Verlegung und gleiche Leitungsführung (Installationswege) der verschiedenen Leitungen, d. h. Schleifenfläche nicht größer als etwa 10 m^2 ;
- f) Für Betriebsmittel mit mehreren angeschlossenen Leitungen: KEINE Vermeidung von größeren Installationsschleifen, Schleifenfläche nicht größer als etwa 50 m^2

eine Leitungslänge entsprechend Tabelle C.1 im Anhang C.

ANMERKUNG Die Berechnungsbasis für obige Beispiele und die Werte in Tabelle C.1 im Anhang C wurde ÖVE/ÖNORM EN 62305-4:2008, Anhang D entnommen und seit der Ausgabe ÖVE/ÖNORM EN 62305-4:2012 in diesem Detail nicht mehr Bestandteil der Norm.

1.4 Schutzpegel und in der Anlage wirksamer (effektiver) Schutzpegel

Einrichtungen und Systeme gelten als ausreichend vor Überspannungen geschützt, wenn der Schutzpegel U_p des SPD 80 % der Bemessungs-Stehstoßspannung U_W entsprechend Überspannungskategorie II nicht überschreitet. Das entspricht bei einem 230/400 V Versorgungssystem 80 % einer Bemessungs-Stehstoßspannung von 2 500 V, d. h. 2 000 V.

Diese Herabsetzung des maximal zulässigen Schutzpegels U_p des SPD um 20 % gegenüber der Bemessungs-Stehstoßspannung der zu schützenden Einrichtungen und Systeme soll den induktiven Spannungsabfall ΔU an den Anschlussleitungen des SPD und an allfälligen externen SPD-Abtrennvorrichtungen (zB Sicherung) abdecken, da sich dieser Spannungsabfall ΔU zum Schutzpegel U_p des SPD addiert. Er kann für ein 230/400 V Versorgungssystem daher pauschal mit $\Delta U = 500 \text{ V}$ angesetzt werden.

Der resultierende und in der Anlage wirksame (effektive) Schutzpegel $U_{p/F}$, ergibt sich damit allgemein (ohne SPD technologiespezifische Details) als Schutzpegel des SPDs zuzüglich dieses Spannungsabfalls ΔU mit:

$$U_{p/F} = U_p + \Delta U$$

1.5 Begriffe „One-Port SPD“ und „Two-Port SPD“

1.5.1 One-Port SPD

Ein SPD, das dem zu schützenden Stromkreis parallel geschaltet ist.¹⁾ Es kann getrennte Ein- und Ausgangsklemmen besitzen und weisen keine definierte Reihenimpedanz auf.

¹⁾ Definition aus CLC/TS 61643-12:2009, Abschnitt 3.1.15.

1.5.1.1 Anschluss von One-Port-SPD

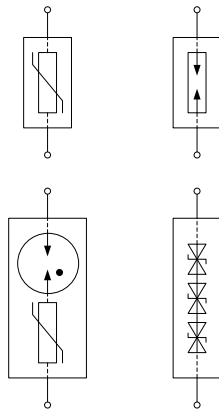


Bild 2a – Beispiele für One-Port-SPD

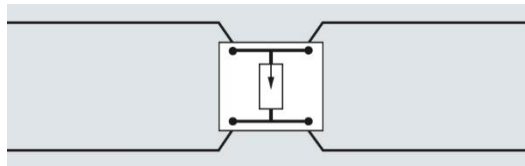


Bild 2b – Beispiel für einen One-Port SPD mit separaten Eingangs- und Ausgangsklemmen
[Quelle: DEHN AUSTRIA GmbH.]

1.5.1.2 Vorteile von One-Port SPD

Die standardmäßige parallele Schaltung des One-Port-SPD (zu schützenden Betriebsmittel/der zu schützenden Stromkreise) bringt schaltungsbedingte Vorteile:

- Nennstrom der Anlage beeinflusst das SPD nicht;
- Back-Up Sicherung des SPD kann im SPD-Abzweig selbst erfolgen;
- Back-Up Sicherung kann unabhängig von der Sicherung des Hauptstromkreises bemessen werden;
- Anlage muss bei Wartung und Austausch nicht zwingend freigeschalten werden;
- Anlage kann bei Versagen des SPD in Betrieb bleiben.

1.5.1.3 Nachteile von One-Port SPD

Die standardmäßige parallele Schaltung des One-Port-SPD bringt schaltungsbedingte Nachteile:

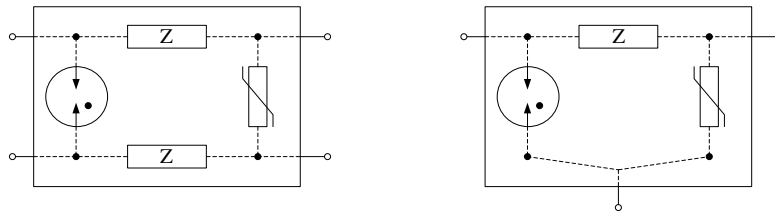
- Leitungslängen zu und von dem SPD können den in der Anlage wirksamen Schutzpegel drastisch herabsetzen;
- Parallele Verlegung von Zuleitung und/oder Ableitung des SPD mit der Anspeiseleitung oder mit Abgangsstromkreisen (diese Zuleitung und/oder Ableitung des SPD kann Einkopplungen in geschützte Abgangsstromkreise verursachen).

1.5.2 Two-Port SPD

Ein SPD, welche mit separaten Anschlussklemmen für Ein- und Ausgang ausgestattet ist, zwischen denen sich eine definierte Reihenimpedanz befindet. ²⁾

²⁾ Definition aus CLC/TS 61643-12:2009, Abschnitt 3.1.16.

1.5.2.1 Anschluss von Two-Port-SPD



Two-Port-SPD mit 4-Anschlüssen

Two-Port-SPD mit 3-Anschlüssen

Legende

Z Reihenimpedanz zwischen Eingangs- und Ausgangsklemmen

Bild 3 – Beispiele für Two-Port SPD

1.5.2.2 Vorteile von Two-Port SPD

Die standardmäßige serielle Schaltung des Two-Port-SPD bringt schaltungsbedingte Vorteile:

- Da bei einem Two-Port SPD keine separaten „Anschlussleitungen“ vorhanden sind und der gesamte Laststrom über das SPD geführt wird, entspricht der Schutzpegel des SPD (U_p) beim zu erwartenden Ableitstoßstrom grundsätzlich dem in der Anlage wirksamen Schutzpegel ($U_{p/F}$) (siehe 1.4).
- Durch die eingebaute Reihenimpedanz wird eine signifikante Reduktion des Spannungsanstiegs (dU/dt) erreicht und damit eine deutliche Verschiebung des Frequenzspektrums in den niederfrequenten Bereich ermöglicht, welche die Auftrittswahrscheinlichkeit von Reflexionen minimiert.

1.5.2.3 Nachteile von Two-Port SPD

Die standardmäßige serielle Schaltung des Two-Port-SPD bringt schaltungsbedingte Nachteile:

- Muss Nennstrom der Anlage führen können;
- Muss den Kurzschluss der Anlage führen können;
- Muss die Überlast der Anlage führen können;
- Müssen Einschaltspitzen standhalten (Erwärmung, Belastung);
- Erzeugt einen Spannungsabfall im Lastkreis (max. Spannungsabfall beachten);
- Wartung und Überprüfung eines Two-Port SPD schwieriger realisierbar im Vergleich zu einem One-Port SPD.

1.6 Was wird unter Reflexion verstanden

Die Ursache von Reflexionen ist eine Änderung des Ladungsflusses durch Änderung der Impedanz des Leiters. Eine solche Änderung der Impedanz kommt durch Bauelemente (Widerstände, Kapazitäten, Induktivitäten), durch offene (hochohmige) Leitungsenden oder durch eine Querschnittsänderung zustande.

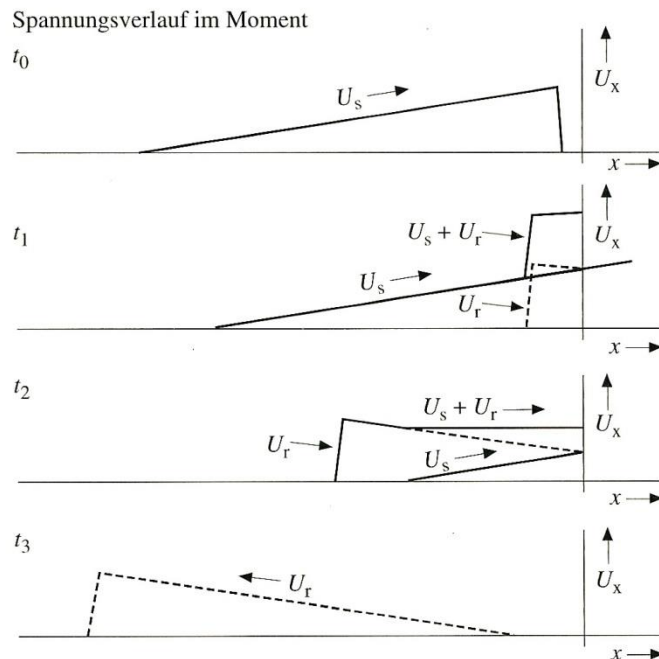
Bei totaler Reflexion einer Welle kann die Ladung nicht abfließen. Dadurch wird die gesamte Welle „auf sich selbst“ reflektiert und die Amplitude erhöht sich damit um den Faktor 2, d. h. sie wird verdoppelt – siehe Bild 4.

Jede sprunghafte Stromänderung, d. h. auch jeder Stoßstrom, erzeugt eine elektromagnetische Schwingung (ein Spektrum), welche sich als Welle auf Leitungen (und im Raum → Effekt des Übersprechens) ausbreitet. Eine auf der Leitung laufende elektromagnetische Welle wird an jeder Stelle, an der sich Leitungseigenschaften verändern, teilweise oder ganz reflektiert.

Reflexionen entstehen daher zB:

- an offene Leitungsenden (hochohmig);
- bei Änderung des Leitungsquerschnittes;
- bei Änderung der Leitungsimpedanz;
- an Verbindungsstellen (zB Durchkontaktierungen, Steckverbindungen).

Es gilt, je höher die Anstiegssteilheit eines Stoßstromes bzw. je höher das Frequenzspektrum einer Welle ist, umso eher treten Reflexionserscheinungen auf.



Legende

U_s einlaufende Welle

U_r reflektierte Welle

Bild 4 – Vereinfachte Darstellung der totalen Reflexion einer Welle an einem offenen Leitungsende

[Quelle: S.100 in Biegelmeier/Kiefer/Krefter: Schutz in elektrischen Anlagen, Bd. 4, VDE-Schriftenreihe 83]

2 Zusammenhang zwischen Mindestableitstossstrom und Schutzpegel eines SPD

Unterabschnitt 534.4.4 der OVE E 8101 legt das Mindest-Stoßableitvermögen für SPD fest.

In Unterabschnitt 534.4.4.2 von OVE E 8101 wird die Auswahl des Schutzpegels eines SPD bzw. einer SPD-Kombination in Abhängigkeit der Nennspannung der Anlage beschrieben.

Da die meisten heute am Markt verfügbaren SPD bereits einen Nennableitstoßstrom deutlich über den in OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.4.1, Tabelle 534.3 der geforderten Mindestwerten aufweisen und der nach Produktnorm ÖVE/ÖNORM EN 61643-11 vom Hersteller auszuweisende Schutzpegel U_p sich immer auf diesen Nennableitstoßstrom bezieht, soll im Folgenden anhand von Beispielen erläutert werden, wie diese Anforderungen aus OVE E 8101 zu interpretieren sind und im Sinne einer Mindestanforderung umgesetzt werden können.

3 Beispiele zur Anwendung der 10 m-Regel

3.1 Schutz gegen indirekte Blitzeinwirkungen

Wohnbau/Büro/(Klein-)Gewerbe

3N 230/400 V AC TN-System

Schutz gegen indirekte Blitzeinwirkungen (Überspannungsschutz) nach OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.4.4.1.

Anschlussart 1

Geforderter Schutzpegel nach OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.4.2 und Tabelle 534.1 → 2 500 V

Typ 2 SPD mit: Nennableitstoßstrom $I_n = 40$ kA

Schutzpegel $U_p = 1 500$ V

Zusätzliche Herstellerangabe:	Schutzpegel bei 1 kA	→	850 V
	Schutzpegel bei 5 kA	→	1 000 V
	Schutzpegel bei 10 kA	→	1 200 V
	Schutzpegel bei 20 kA	→	1 350 V

Geforderter Mindest-Nennableitstoßstrom nach OVE E 8101 Tabelle 534.3:

- für den Schutzpfad L - PE 5 kA → Schutzpegel lt. Hersteller → 1 000 V
- für den Schutzpfad N - PE 5 kA → Schutzpegel lt. Hersteller → 1 000 V

Damit ergibt sich in Bezug auf die Anforderungen aus Abschnitt 534.4.4.2:

Die Schutzpegelforderung nach OVE E 8101 Tabelle 534.1 und auch die Empfehlung, dass der Schutzpegel der SPD nicht höher als 80 % der Bemessungs-Stoßspannung der Betriebsmittel ($0,8 \cdot 2 500$ V = 2 000 V) sein soll ist mit großer Sicherheitsreserve eingehalten.

Ergänzend kann zu den Anforderungen aus OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.9 zum Schutzbereich abgeleitet werden:

Da die gewählten SPD beim geforderten Ableitvermögen einen Schutzpegel von weniger als 50 % des nach OVE E 8101 Tabelle 534.1 geforderten Wertes (2 500 V) aufweisen, kommt der zweite Thesenstrich in OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.9 zur Anwendung und es sind keine weiteren SPD in der Installation erforderlich, auch wenn die Leitungslänge zwischen diesen SPD und zu schützenden Betriebsmitteln mehr als 10 m beträgt.

3.2 Schutz gegen direkte und indirekte Blitzeinwirkungen

3.2.1 Wohnbau/Büro/(Klein-)Gewerbe

3N 230/400 V AC TN-System

Schutz gegen direkte Blitzeinwirkungen (innerer Blitzschutz) nach ÖVE/ÖNORM EN 62305-4 und OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.4.2.

Anschlussart 1

Geforderter Schutzpegel nach OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.4.2 und Tabelle 534.1 → 2 500 V

Typ 1 SPD mit: Blitzstoßstrom $I_{imp} = 12,5$ kA

Nennableitstoßstrom $I_n = 40$ kA

Schutzpegel $U_p = 1 600$ V

Zusätzliche Herstellerangabe:	Schutzpegel bei 1 kA	→	800 V
	Schutzpegel bei 5 kA	→	900 V
	Schutzpegel bei 10 kA	→	1 000 V
	Schutzpegel bei 20 kA	→	1 200 V

Betriebsmittel und bauliche Ausführung:

- 230 V AC Betriebsmittel (mindestens Überspannungskategorie II), die nur über eine Anspeisung verfügen;
- Ungeschirmte mehradrige Leitungen oder alle zum Stromkreis gehörigen Leiter (inklusive Schutzleiter) innerhalb eines Installationsrohres oder Kanals, d. h. Schleifenfläche nicht größer als $0,5$ m²;
- Potentialausgleichs-Netzwerk vorhanden, zB gemäß OVE-Richtlinie R 15;

- d) Vermeidung von Installationsschleifen durch Verwendung einer mehradrigen Leitung oder aller zum Stromkreis gehörigen Leiter (inklusive Schutzleiter) innerhalb eines Installationsrohres oder Kanals, d. h. Schleifenfläche nicht größer als etwa $0,5 \text{ m}^2$.

Geforderter Mindest-Blitzstoßstrom nach OVE E 8101 Tabelle 534.4:

- für den Schutzpfad L - PE 12,5 kA → Schutzpegel lt. Hersteller → ca. 1 050 V
- für den Schutzpfad N - PE 12,5 kA → Schutzpegel lt. Hersteller → ca. 1 050 V

Damit ergibt sich in Bezug auf die Anforderungen aus OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.4.2:

Die Schutzpegelforderung nach Tabelle 534.1 und auch die Empfehlung, dass der Schutzpegel der SPD nicht höher als 80% der Bemessungs-Stoßspannung der Betriebsmittel ($0,8 \cdot 2\,500 \text{ V} = 2\,000 \text{ V}$) sein soll ist mit großer Sicherheitsreserve eingehalten.

Ergänzend kann zu den Anforderungen aus OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.9 zum Schutzbereich abgeleitet werden:

Da die gewählten SPD beim geforderten Ableitvermögen einen Schutzpegel von weniger als 50 % des nach OVE E 8101 Tabelle 534.1 geforderten Wertes (2 500 V) aufweisen, kommt der zweite Thesenstrich in OVE E 8101 Unterabschnitt 534.4.9 zur Anwendung und es sind keine weiteren SPD in der Installation erforderlich, auch wenn die Leitungslänge zwischen diesen SPD und zu schützenden Betriebsmitteln mehr als 10 m beträgt.

Aufgrund der baulichen Ausführung und des Sachverhaltes, dass der ermittelte Schutzpegel nur bei etwa 40 % des geforderten Schutzpegels von 2 500 V liegt, ergibt sich nach Tabelle C.1 im Anhang C (auf Basis interpolierter Werte für $U_P = 1\,050 \text{ V}$) ein wirksamer Schutzbereich:

- bei Einschlägen nahe einer baulichen Anlage ohne räumliche Schirmung von größer 1 250 m, d. h. die Leitungslänge kann vernachlässigt werden;
- bei direkten Einschlägen in die bauliche Anlage ohne gitterförmig ausgeführtem LPS von etwa 21 m;
- bei direkten Einschlägen in die bauliche Anlage und gitterförmig ausgeführtem LPS (zB Baustahlarmierung) von etwa 79 m.

3.2.2 Einrichtungen für Sicherheitszwecke (OVE E 8101:2009 Abschnitt 35)

Bei der Auslegung der entsprechenden Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen ist zu berücksichtigen, dass im Regelfall derartige Anlagen oder Anlagenteile nicht nur mit Energieleitungen, sondern auch mit Datenleitungen (Busleitungen) verbunden sind und dadurch eine erhebliche Schleifenbildung gegeben ist (zB Schleifenbildung durch Installation eines Melde-Loop, Schleifenbildung zwischen Energieversorgung und Leitungsanbindung der Rufweiterleitung bei Gefahrenmeldeanlagen).

Beispiel einer Sicherheitsbeleuchtungsanlage mit Netzzuleitung, Datenanbindung, Fernanzeigen, Verbindungen zu Unterstationen usw.

Bauliche Ausführung gemäß Abschnitt 1.3.2 und Unterpunkte a), b) und c).

Gemäß Bild 5 ergibt sich bei der Installation zwischen den unterschiedlichen Leitungen (Netzzuleitung, LAN-Kabel/-leitung, Busleitung zur Unterstation, usw.) eine Schleifenbildung in Abhängigkeit der Ausführung gemäß Abschnitt 1.3.2 und Unterpunkte e) oder f).

Somit beläuft sich die maximale Leitungslänge (wirksamer Schutzbereich) zwischen SPD und der Zentrale der sicherheitstechnischen Anlage gemäß Tabelle C.1 im Anhang C wie aufgelistet.

Wirksamer Schutzbereich unter Betrachtung eines Einschlages nahe einer baulichen Anlage ohne räumliche Schirmung und mit einem angenommenen Schutzpegel des SPDs von 1 100 V für folgende Listenpunkte in Abschnitt 1.3.2:

- e) maximale Leitungslänge 60 m;
- f) maximale Leitungslänge 12 m.

Wirksamer Schutzbereich unter Betrachtung eines direkten Einschlages in eine bauliche Anlage mit gitterförmigem LPS und mit einem angenommenen Schutzpegel des SPD von 1 100 V für folgende Listenpunkte in Abschnitt 1.3.2:

- e) maximale Leitungslänge 3,7 m;
- f) Leitungslänge < 1 m.

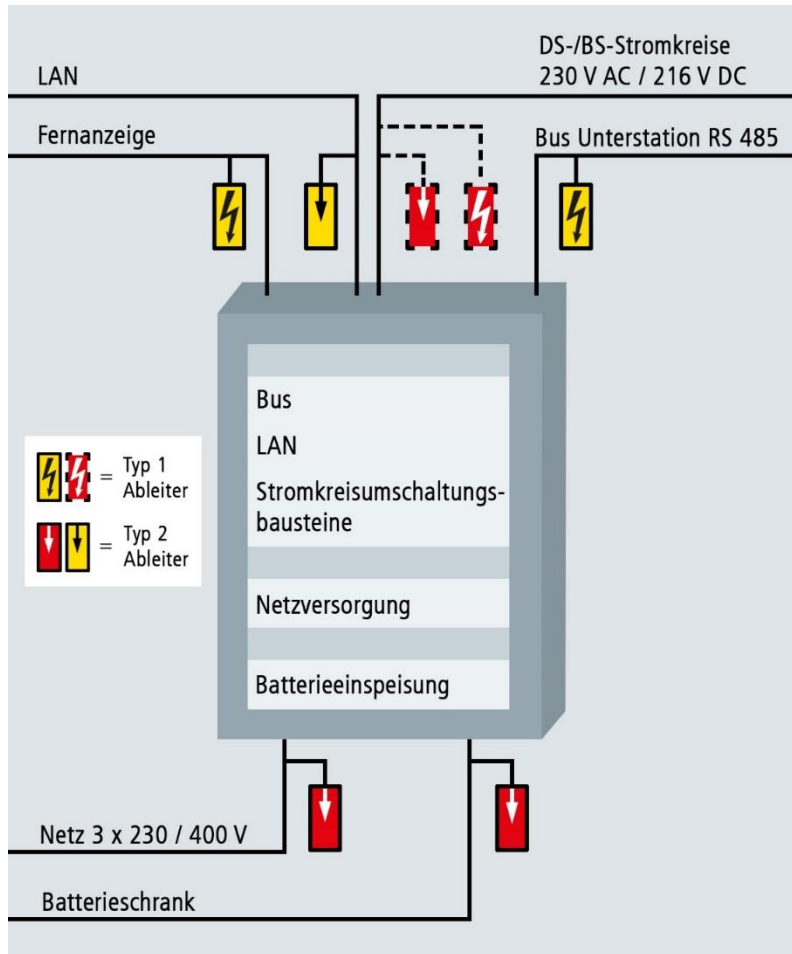


Bild 5 – Beispiel einer Sicherheitsbeleuchtungsanlage
 [Quelle: DEHN AUSTRIA GmbH.]

Die Verwendung von Typ 1 SPD ist für alle Leitungen erforderlich in denen das Risiko einer galvanischen Einkopplung eines (Teil-)Blitzstromes besteht; zB Fernanzeigen und/oder Stromkreise für Betriebsmittel die im Freien installiert sind oder Leitungsverbindungen zu Unterstationen, die gebäudeüberschreitend installiert sind.

Anhang A

Schutzbereich aufgrund von Schwingungen

Wenn die Länge der Leitungen zwischen SPD und dem zu schützendem Betriebsmittel größer als 10 m ist, aber der Schutzpegel des SPD 50 % der Stehstoßspannung entsprechend der geforderten Überspannungskategorie überschreitet, so kann der wirksame Schutzbereich aufgrund von Schwingungen (L_{PO}) mit folgender Formel abgeschätzt werden:

$$L_{PO} = (U_W - U_{P/F}) / k$$

$$k = 25 \text{ V/m}$$

Dabei ist

- L_{PO} wirksamer Schutzbereich aufgrund von Schwingungen in m;
- U_W Bemessungs-Stehstoßspannung des zu schützenden Betriebsmittels;
- $U_{P/F}$ in der Anlage wirksamer (effektiver) Schutzpegel;
- k erwartete Induktionsspannung je Meter Leitung in V/m.

Anhang B

Schutzbereich aufgrund von Induktion

Der wirksame Schutzbereich aufgrund von Induktion kann mit folgender Formel abgeschätzt werden:

$$L_{pi} = (U_W - U_{P/F}) / h$$

$h = 300 \cdot K_{S1} \cdot K_{S2} \cdot K_{S3}$ bei Blitzeinschlägen nahe der baulichen Anlage in V/m oder

$h = 30\,000 \cdot K_{S0} \cdot K_{S2} \cdot K_{S3}$ bei Blitzeinschlägen in die bauliche Anlage in V/m

Dabei ist

L_{pi} wirksame Schutzbereich aufgrund von Induktion in m;

U_W Bemessungs-Stehstoßspannung des zu schützenden Betriebsmittels;

$U_{P/F}$ in der Anlage wirksamer (effektiver) Schutzpegel;

K_{S1} räumliche Schirmung durch ein äußeres LPS oder andere Schirme an der Grenze LPZ 0 auf 1;

K_{S2} räumliche Schirmung durch Schirme an der Grenze LPZ 1 auf 2 oder höher;

K_{S3} Kennwerte der inneren Verkabelung;

K_{S0} ist ein Faktor, der die Schirmwirkung eines äußeren LPS an der Grenze LPZ 0 auf 1 berücksichtigt;

$K_{S0} = 0,06 \cdot w^{0,5}$ für ein gitterförmiges äußeres LPS mit der Maschenweite w in m oder,

$K_{S0} = k_c$ für ein nicht gitterförmiges äußeres LPS (siehe ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2012, Anhang C).

ANMERKUNG 1 Die Faktoren K_{S1} , K_{S2} , K_{S3} sind in der ÖVE/ÖNORM EN 62305-2:2012, Abschnitt B.5 näher beschrieben. Der Faktor K_{S0} ist in der ÖVE/ÖNORM EN 62305-4:2008, Abschnitt D.2.4 näher beschrieben

Im ungünstigsten Fall sind die Faktoren K_{S1} , K_{S2} und K_{S3} mit 1 anzunehmen (keine räumliche Schirmung durch ein äußeres Blitzschutzsystem oder Schirmung an der Grenze LPZ 0A/B auf 1, keine räumliche Schirmung an der Grenze LPZ 1 auf 2 oder höher, sowie ungeschirmte Verkabelung).

Bei vorhandenem maschenförmigen Potentialausgleichs-Netzwerk (zB gemäß OVE-Richtlinie R 15, ÖVE/ÖNORM EN 62305-4, OVE E 8101:2019 Unterabschnitte 444.5.3.4 und 444.5.4) können die Werte von K_{S1} und K_{S2} auf die Hälfte reduziert werden.

ANMERKUNG 2 Die beispielhaften Berechnungen für Tabelle C.1 im Anhang C erfolgten:

- für Anlagen „ohne räumliche Schirmung durch maschenförmiges Potentialausgleichs-Netzwerk nach Listenpunkt c)“ unter Zugrundelegung eines zumindest sternförmigen Hauptpotentialausgleichs, daher wurde der anzusetzende Höchstwert von $K_{S1} = K_{S2} = 1$ mit einem Abschlagsfaktor von 0,5 gleich 0,5 gesetzt, sowie mit $K_{S0} = 0,3$ (unter der Annahme von vier oder mehr äußeren Ableitungen).
- für Anlagen „mit räumlicher Schirmung durch maschenförmiges Potentialausgleichs-Netzwerk nach Listenpunkt c)“ mit einer Maschenweite w gleich 5,0 m und damit resultierend für K_{S1} und K_{S2} wiederum mit einem Abschlagsfaktor von 0,5 der Wert 0,3 (berechnet nach $K_{S1} = K_{S2} = 0,12 \cdot w^{0,5}$) und für $K_{S0} = 0,06 \cdot w^{0,5}$.
- mit K_{S3} gleich 0,01, 0,2 oder 1, je nach Schleifenlänge.
- für Gebäudeschirmung mittels Metallblech mit K_{S1} und K_{S2} gleich 10^{-4} .
- für Leitungsschirmung mit K_{S3} gleich 10^{-4} .
- die Verlegung von Leiterschleifen nahe der räumlichen Schirmung ($0,1 \cdot w$ bis $0,2 \cdot w$) wurde nicht berücksichtigt.

Anhang C

Beispielhaft berechnete Schutzbereiche

Tabelle C.1 – Beispielhaft berechnete Schutzbereiche für ein 230/400 V Versorgungssystem in Abhängigkeit des wirksamen (effektiven) Schutzpegels (1 von 2)

SCHUTZZIEL / AUSFÜHRUNG Die angeführten Listenpunkte beziehen sich auf Abschnitt 1.3.2 dieser Fachinformation.	wirksamer Schutzbereich in [m] Leitungslänge										
	in Abhängigkeit des wirksamen (effektiven) Schutzpegels U_{PF} [V] ^a										
	1 500	1 600	1 700	1 800	1 900	2 000	2 100	2 200	2 300	2 400	2 500
Schutzpegel des SPD (Herstellerangabe) U_P [V] beim geforderten Mindestableitstoßstrom nach Abschnitt 534.4.4.2 von OVE E 8101	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500	1 600	1 700	1 800	1 900	2 000
Schutz gegen indirekte Blitzeinwirkungen (KEIN Blitzschutz)											
Wenn der wirksame (effektive) Schutzpegel des SPD größer ist als 50 % der geforderten Stehstoßspannung für Überspannungskategorie II (Schutz bei Schwingungen)	Keine Berechnung erforderlich da $U_P < 50\%$ der geforderten Stehstoßspannung von 2 500 V			28	24	20	16	12	10 ^b	10 ^b	10 ^b
Schutz gegen Einschläge nahe der baulichen Anlage (KEIN Schutz gegen direkte Blitzeinwirkungen in die bauliche Anlage)											
ohne räumliche Schirmung durch maschenförmiges Potentialausgleichs-Netzwerk nach Listenpunkt c)											
Betriebsmittel mit nur einer angeschlossenen Leitung (zB Energieleitung) nach Listenpunkt d) ^c - Schleifenfläche nicht größer als etwa 0,5 m ²	Leitungslänge ist aufgrund des errechneten Schutzbereichs von 1 333 m bis 267 m nicht relevant									133	10 ^b
Betriebsmittel mit mehreren angeschlossenen Leitungen (zB Energieleitungen + Datenleitungen) nach Listenpunkt e) - Schleifenfläche nicht größer als etwa 10 m ²	66,7	60,0	53,3	46,7	40,0	33,3	26,7	20,0	13,3	6,7	0,0
Betriebsmittel mit mehreren angeschlossenen Leitungen (zB Energieleitungen + Datenleitungen) nach Listenpunkt f) - Schleifenfläche nicht größer als etwa 50 m ²	13,3	12,0	10,7	9,3	8,0	6,7	5,3	4,0	2,7	1,3	0,0
mit räumlicher Schirmung durch maschenförmiges Potentialausgleichs-Netzwerk nach Listenpunkt c), durchschnittliche Maschenweite an der Zonengrenze LPZ 0/1 von 5 m											
Betriebsmittel mit nur einer angeschlossenen Leitung (zB Energieleitung) nach Listenpunkt d) ^c - Schleifenfläche nicht größer als etwa 0,5 m ²	Leitungslänge ist aufgrund des errechneten Schutzbereichs von 3 704 m bis 370 m nicht relevant									10 ^b	
Betriebsmittel mit mehreren angeschlossenen Leitungen (zB Energieleitungen + Datenleitungen) nach Listenpunkt e) - Schleifenfläche nicht größer als etwa 10 m ²	185,2	166,7	148,1	129,6	111,1	92,6	74,1	55,6	37,0	18,5	0,0
Betriebsmittel mit mehreren angeschlossenen Leitungen (zB Energieleitungen + Datenleitungen) nach Listenpunkt f) - Schleifenfläche nicht größer als etwa 50 m ²	37,0	33,3	29,6	25,9	22,2	18,5	14,8	11,1	7,4	3,7	0,0
mit räumlicher Schirmung an der Zonengrenze LPZ 0/1 mittels durchgängigem Metallblech (zB Industriebau mit Metallfassade und Blechdach), unabhängig von den Listenpunkten d) bis f)	Leitungslänge ist bei vollständiger ferromagnetischer Metallblechschirmung des Gebäudes aufgrund des errechneten extrem großen Schutzbereichs nicht relevant										
ohne räumliche Schirmung durch maschenförmiges Potentialausgleichs-Netzwerk, aber Leitungsschirmung (Verwendung durchgehend geschirmter Kabel und/oder Kabelkanäle), unabhängig von den Listenpunkten d) bis f)	Leitungslänge ist bei durchgängiger Kabelschirmung aufgrund des errechneten extrem großen Schutzbereichs nicht relevant (Kabelschirme und/oder metallische Schirmungen sind an beiden Enden in den Potentialausgleich einzubeziehen)										

Tabelle C.1 – Beispielhaft berechnete Schutzbereiche für ein 230/400 V Versorgungssystem in Abhängigkeit des wirksamen (effektiven) Schutzpegels (2 von 2)

SCHUTZZIEL / AUSFÜHRUNG Die angeführten Listenpunkte beziehen sich auf Abschnitt 1.3.2 dieser Fachinformation.	wirksamer Schutzbereich in [m] Leitungslänge										
	in Abhängigkeit des wirksamen (effektiven) Schutzpegels U_{PF} [V] ^a										
	1 500	1 600	1 700	1 800	1 900	2 000	2 100	2 200	2 300	2 400	2 500
Schutzpegel des SPD (Herstellerangabe) U_P [V] beim geforderten Mindestableitstrom nach Abschnitt 534.4.4.2 von OVE E 8101	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500	1 600	1 700	1 800	1 900	2 000
Schutz gegen direkte Einschläge in die bauliche Anlage (Schutz gegen direkte Blitzeinwirkungen)											
Betriebsmittel mit nur einer angeschlossenen Leitung (zB Energieleitung) nach Listenpunkt d ^c - Schleifenfläche nicht größer als etwa 0,5 m ²											
äußeres LPS mit mehreren Ableitungen ^d	22,2	20,0	17,8	15,6	13,3	11,1	10 ^b	10 ^b	10 ^b	10 ^b	10 ^b
gitterförmiges äußeres LPS (zB. Baustahlarmierung mit einbezogen), durchschnittliche Maschenweite an der Zonengrenze LPZ 0/1 mit 5 m	82,8	74,5	66,3	57,9	49,7	41,4	33,1	24,8	16,6	10 ^b	10 ^b
Betriebsmittel mit mehreren angeschlossenen Leitungen (zB Energieleitungen + Datenleitungen) nach Listenpunkt e - Schleifenfläche nicht größer als etwa 10 m ²											
äußeres LPS mit mehreren Ableitungen ^d	1,1	1,0	Überspannungsschutz so nahe wie möglich an den zu schützenden Einrichtungen ist immer erforderlich, da der berechnete Schutzbereich unter 1 m liegt								
gitterförmiges äußeres LPS (zB Baustahlarmierung mit einbezogen), durchschnittliche Maschenweite an der Zonengrenze LPZ 0/1 mit 5 m	4,1	3,7	3,3	2,9	2,5	2,1	1,7	1,2			
Betriebsmittel mit mehreren angeschlossenen Leitungen (zB Energieleitungen + Datenleitungen) nach Listenpunkt f - Schleifenfläche nicht größer als etwa 50 m ²											
äußeres LPS mit mehreren Ableitungen ^d	Überspannungsschutz so nahe wie möglich an den zu schützenden Einrichtungen ist immer erforderlich, da der berechnete Schutzbereich deutlich unter 1 m liegt										
gitterförmiges äußeres LPS (zB Baustahlarmierung mit einbezogen), durchschnittliche Maschenweite an der Zonengrenze LPZ 0/1 von 5 m											
mit räumlicher Schirmung an der Zonengrenze LPZ 0/1 mittels durchgängigem Metallblech (zB Industriebau mit Metallfassade und Blechdach), unabhängig von den Listenpunkten d) bis f)	Leitungslänge ist bei vollständiger ferromagnetischer Metallblechschirmung des Gebäudes aufgrund des errechneten extrem großen Schutzbereichs nicht relevant										
ohne räumliche Schirmung durch maschenförmiges Potentialausgleichs-Netzwerk, aber Leitungsschirmung (Verwendung durchgehend geschirmter Kabel und/oder Kabelkanäle), unabhängig von den Listenpunkten d) bis f)	Leitungslänge ist bei durchgängiger Kabelschirmung aufgrund des errechneten extrem großen Schutzbereichs nicht relevant (Kabelschirme und/oder metallische Schirmungen sind an beiden Enden in den Potentialausgleich einzubeziehen)										
^a wirksamer (effektiver) Schutzpegel siehe Abschnitt 1.4 dieser Fachinformation ($U_{PF} = U_P + \Delta U$), wobei für ΔU pauschal ein Zuschlag von 500 V angesetzt wurde.											
^b Leitungslänge basiert nicht auf Berechnung sondern auf dem Konsens, dass bis 10 m Leitungslänge keine zusätzlichen Massnahmen erforderlich sind.											
^c Werte für Auflistung d) berechnet mit $k_{SS} = 0,01$ nach ÖVE/ÖNORM EN 62305-2:2013, Tabelle B.5 (= Änderung gegenüber Ausgabe 2008 wo der entsprechende Wert für $k_{SS} = 0,02$ war).											
^d Blitzstromaufteilung $k_c \leq 0,3$											
Lineare Interpolation des Schutzbereichs [m] Leitungslänge in Abhängigkeit des wirksamen (effektiven) Schutzpegels ist zulässig.											

Literaturhinweise

OVE E 8101, *Elektrische Niederspannungsanlagen*

ÖVE/ÖNORM EN 62305 Reihe, *Blitzschutz*

OVE EN 50174-2, *Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden*

OVE-Richtlinie R 15, *EMV-, Potentialausgleichs-, Erdungs-, Blitzschutz und Überspannungsschutz-Konzept in Gebäuden – Allgemeines*

CLC/TS 61643-12:2009, *Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles*

ÖVE/ÖNORM EN 61643-11, *Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen*

Quellenangabe zu den Bildern

Bild 1: OVE-Richtlinie R 6-3:2013, *Blitz- und Überspannungsschutz – Teil 3: Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen*

Bild 2a und 3: CLC/TS 61643-12:2009, *Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles*

Die in der Richtlinie verwendeten Bilder 2b, 4 und 5 wurden mit freundlicher Unterstützung von folgenden erwähnten Unternehmen zur Verfügung gestellt.

Bild 2b: DEHN AUSTRIA GmbH.

Bild 4: VDE VERLAG, VDE-Schriftenreihe 83, Biegelmeier/Kiefer/Krefter: *Schutz in elektrischen Anlagen*, Bd. 4:2001, S.100

Bild 5: DEHN AUSTRIA GmbH.

Medieninhaber und Hersteller:

OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik

Copyright © OVE – 2022. Alle Rechte vorbehalten!

Im Falle eines Nachdruckes darf der Inhalt nur wortgetreu und ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden.

OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Eschenbachgasse 9 | A-1010 Wien

Tel.: +43 1 587 63 73

Internet: <http://www.ove.at>

Webshop: www.ove.at/webshop