

8. Auswahl, Installation und Montage von Überspannungsschutzgeräten (SPDs)

8.1 Energieversorgungsanlagen (im Rahmen des Blitz-Schutz-zonen-Konzeptes nach DIN EN 62305-4)

Die Errichtung eines Blitz- und Überspannungsschutz-Systems für elektrische Anlagen repräsentiert den aktuellen Stand der Technik und ist unabdingbare infrastrukturelle Voraussetzung für den störungs- und zerstörungsfreien Betrieb komplexer elektrischer und elektronischer Systeme. Die Anforderungen an SPDs, die für die Errichtung eines derartigen Blitz- und Überspannungsschutz-Systems im Rahmen des Blitz-Schutz-zonen-Konzeptes nach DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4) im Bereich der Energietechnik benötigt werden, sind in E DIN VDE 0100-534 festgelegt.

SPDs, die im Bereich der festen Gebäudeinstallation eingesetzt sind, werden entsprechend den Anforderungen und Belastungen an den gewählten Installationsorten, in Überspannungsschutzgeräte vom Typ 1, 2 und 3 unterteilt und nach EN 61643-11 geprüft.

Die höchsten Anforderungen hinsichtlich ihres Ableitvermögens werden an SPDs vom Typ 1

gestellt. Diese werden im Rahmen des Blitz- und Überspannungsschutz-Systems an der Schnittstelle der Blitz-Schutzzone 0_A auf 1 und höher, gemäß Bild 8.1.1, eingesetzt. Diese Schutzgeräte müssen in der Lage sein, Blitz-Teilströme der Wellenform 10/350 μ s mehrmals zerstörungsfrei zu führen. Diese SPDs vom Typ 1 werden Blitzstrom-Ableiter genannt. Aufgabe dieser Schutzgeräte ist es, ein Eindringen von zerstörenden Blitz-Teilströmen in die elektrische Anlage eines Gebäudes zu verhindern.

Am Übergang der Blitz-Schutzzone 0_B auf 1 und höher oder Blitz-Schutzzone 1 auf 2 und höher werden SPDs des Typs 2 zum Schutz vor Überspannungen eingesetzt. Ihr Ableitvermögen liegt im Bereich von einigen 10 kA (8/20 μ s).

Letztes Glied im Blitz- und Überspannungsschutz-System in Anlagen der Energietechnik stellt der Endgeräteschutz (Übergang Blitz-Schutzzone LPZ 2 auf LPZ 3 und höher) dar. Hauptaufgabe des an dieser Stelle eingesetzten Schutzgerätes vom Typ 3 ist der Schutz gegen Überspannungen, die zwischen L und N im elektrischen System auftreten. Hierbei handelt es sich insbesondere um Schalt-überspannungen.

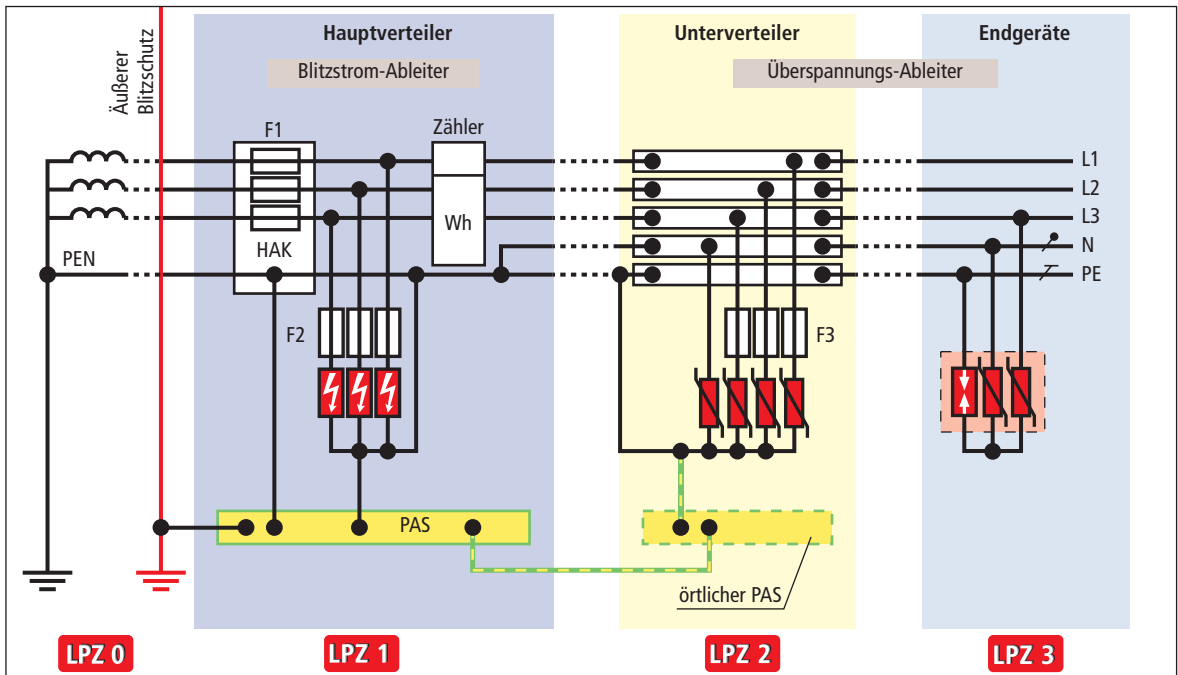


Bild 8.1.1 Einsatz von Ableitern im energietechnischen System (prinzipielle Darstellung)



Typ/Bezeichnung	Norm	E DIN VDE 0675-6 mit A1, A2 (bereits zurückgezogen)	IEC 61643-1:2005	EN 61643-11:2002
Blitzstrom-Ableiter Kombi-Ableiter		Ableiter der Anforderungsklasse B	SPD class I	SPD Typ 1
Überspannungs-Ableiter für Verteilung, Unterverteilung, feste Installation		Ableiter der Anforderungsklasse C	SPD class II	SPD Typ 2
Überspannungs-Ableiter für Steckdose/Endgerät		Ableiter der Anforderungsklasse D	SPD class III	SPD Typ 3

Tabelle 8.1.1 Klassifizierung der Schutzgeräte nach VDE, IEC und EN

Die verschiedenen Aufgaben, Anordnungen und Anforderungen an Ableiter zeigt die **Tabelle 8.1.1**.

8.1.1 Charakteristische Merkmale für SPDs

Höchste Dauerspannung U_c

Die höchste Dauerspannung (alt: Bemessungsspannung) ist der Effektivwert der max. Spannung, die betriebsmäßig an die dafür gekennzeichneten Anschlussklemmen des Überspannungsschutzgerätes angelegt werden darf. Sie ist diejenige maximale Spannung, die am Ableiter im definierten, nichtleitenden Zustand liegt und nach seinem Ansprechen und Ableiten das Wiederherstellen dieses Zustandes sicherstellt.

Der Wert von U_c richtet sich nach der Nennspannung des zu schützenden Systems sowie den Vorgaben der Errichter-Bestimmungen (E DIN VDE 0100-534). Für 230/400 V-Systeme ergibt sich unter Berücksichtigung einer 10 %igen Spannungstoleranz für TN- und TT-Systeme eine höchste Dauerspannung U_c von 253 V.

Blitz-Stoßstrom I_{imp}

Hierbei handelt es sich um einen standardisierten Stoßstromverlauf mit der Wellenform 10/350 μ s, welcher auch als Impulsstrom bezeichnet wird. Er bildet mit seinen Parametern (Scheitelwert, Ladung, spezifische Energie) die Beanspruchung natürlicher Blitzströme nach.

Blitz-Stoßströme (10/350 μ s) gelten für SPDs vom Typ 1. Sie müssen solche Blitz-Stoßströme mehrmals zerstörungsfrei ableiten können.

Nennableitstoßstrom I_n

Der Nennableitstoßstrom I_n ist der Scheitelwert des Stromes, der durch das Überspannungsschutzgerät (SPD) fließt. Er hat die Stoßstrom-Wellenform 8/20 μ s und ist bemessen für die Klassifizierung der Prüfung von SPDs des Typs 2 sowie für die

Konditionierung der SPDs für Prüfungen zu Typ 1 und Typ 2.

Schutzpegel U_p

Mit dem Schutzpegel eines SPDs wird der höchste Momentanwert der Spannung an den Klemmen eines SPDs bezeichnet und gleichzeitig deren Fähigkeit charakterisiert, Überspannungen auf einen Restpegel zu begrenzen.

Je nach SPD-Typ wird der Schutzpegel aus folgenden Einzelprüfungen bestimmt:

⇒ Ansprechblitzstoßspannung
1,2/50 μ s (100 %)

⇒ Restspannung bei Nennableitstoßstrom (nach EN 61643-11: U_{res})

Die Auswahl der Überspannungsschutzgeräte entsprechend ihres Einsatzortes erfolgt in Übereinstimmung der nach DIN VDE 0110 (IEC 60664-1) beschriebenen Überspannungskategorien. Es ist zu beachten, dass der geforderte Mindestwert von 2,5 kV für ein 230/400 V Drehstromsystem nur für Betriebsmittel der festen elektrischen Installation gilt. Von ihr gespeiste Geräte in den Endstromkreisen bedürfen eines weitaus geringeren Schutzpegels als 2,5 kV.

Auch nach E DIN VDE 0100-534 ist für eine 230/400 V Niederspannungs-Verbraucheranlage ein Mindestschutzpegel von 2,5 kV gefordert. Dieser Mindestschutzpegel kann durch einen koordinierten Aufbau von SPDs des Typs 1 und SPDs des Typs 2 oder durch den Einsatz eines Kombi-Überspannungsschutzgerätes vom Typ 1 realisiert werden.

Kurzschlussfestigkeit

Hierbei handelt es sich um den Wert des betriebsfrequenten, prospektiven Kurzschlussstromes, der von dem Überspannungsschutzgerät bei Vorschaltung seiner zugeordneten Vorsicherung (Back-up-Schutzes) beherrscht wird.

Folgestromlöschvermögen bei $U_c (I_{fi})$

Das auch als Ausschaltvermögen bezeichnete Folgestromlöschvermögen ist der unbeeinflusste (prospektive) Effektivwert des Netzfolgestromes, der vom Überspannungsschutzgerät beim Anliegen von U_c selbständig gelöscht werden kann.

Nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) und E DIN VDE 0100-534 sollte das Folgestromlöschvermögen der SPDs dem maximal zu erwartenden Kurzschlussstrom am Einbauort der SPDs entsprechen. Im Falle von Industrieverteilungen mit sehr hohen Kurzschlussströmen ist eine entsprechende Versicherung für das Schutzgerät zu wählen, die den Netzfolgestrom durch das Schutzgerät unterbricht.

Nach E DIN VDE 0100-534 und nach EN 61643-11 (VDE 0675-6-11) müssen SPDs, die zwischen Neutralleiter und PE-Leiter angeschlossen sind, und bei denen nach dem Ansprechen ein netzfrequenter Folgestrom auftreten kann (z. B. Funkenstrecken) ein Folgestromlöschvermögen von $I_{fi} \geq 100 A_{eff}$ aufweisen.

Folgestrombegrenzung (bei SPDs Typ 1 auf Funkenstreckenbasis)

Als Folgestrombegrenzung bezeichnet man die Fähigkeit eines SPDs auf Funkenstreckenbasis auftretende Netzfolgeströme derart stark zu begrenzen, dass der tatsächlich fließende Strom deutlich kleiner ist als der am Einbauort mögliche Kurzschlussstrom.

Durch eine hohe Folgestrombegrenzung wird verhindert, dass vorgelagerte Schutzelemente (z. B. Sicherungen) durch Fließen eines zu hohen Netzfolgestromes zum Auslösen gebracht werden.

Besonders bei SPDs mit niedrigem Schutzpegel auf Funkenstreckenbasis ist die Folgestrombegrenzung ein wichtiger Parameter für die Verfügbarkeit der elektrischen Anlage. Diesem Umstand wird auch in der VDN-Richtlinie 2004-08: „Überspannungs-Schutzeinrichtungen Typ 1. Richtlinie für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) Typ1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen.“ Abschnitt 5.4 Rechnung getragen.

Koordination

Zur Gewährleistung eines selektiven Wirkens der unterschiedlichen SPDs, ist eine energetische Koordination der einzelnen SPDs untereinander unabdingbar. Dabei ist das Grundprinzip der energetischen Koordination dadurch gekennzeichnet, dass

jede Schutzstufe nur soviel Störenergie ableitet, für die das SPD ausgelegt ist. Beim Auftreten höherer Störenergien muss die dem SPD vorgeschaltete Schutzstufe, z. B. SPD Typ 1, die Ableitung des Stoßstromes übernehmen und die nachgeschalteten Schutzgeräte entlasten. Eine derartige Koordination muss alle möglichen Störereignisse, wie Schaltüberspannungen, Blitzteilströme, usw., berücksichtigen. Ein Nachweis der energetischen Koordination ist gemäß DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4), E DIN VDE 0100-534 und VDN-Richtlinie 2004-08: „Überspannungs-Schutzeinrichtungen Typ 1. Richtlinie für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) Typ1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen.“ durch den Hersteller zu erbringen.

Die Geräte der Red/Line-Produktfamilie sind bezüglich der energetischen Koordination aufeinander abgestimmt und geprüft.

TOV-Spannung

Mit einer TOV-Spannung (TOV = Temporary Over Voltage) werden zeitweilige (temporäre) Überspannungen bezeichnet, die aufgrund von Fehlern innerhalb des Mittelspannungs- und Niederspannungsnetzes entstehen können.

Für TN-Systeme und für den L-N-Pfad in TT-Systemen gilt bei einer Bemessungsdauer von 5 Sekunden $U_{TOV} = 1,45 \times U_0$, wobei U_0 die Nennwechselspannung der Außenleiter gegen Erde darstellt. Für 230/400 V-Systeme ergibt sich für SPDs zwischen L und N eine zu berücksichtigende TOV-Spannung $U_{TOV} = 333,5 V$.

Im Falle von TOV's, die aufgrund von Erdfehlern innerhalb des Hochspannungssystems entstehen, gilt für den N-PE-Pfad in TT-Systemen bei einer Bemessungsdauer von 200 ms $U_{TOV} = 1200 V$.

Die Anwendungsnorm E DIN VDE 0100-534 fordert für SPDs in Niederspannungsverbraucheranlagen eine Festigkeit gegenüber TOV (TOV-Festigkeit). Die Geräte der Red/Line-Produktfamilie sind entsprechend EN 61643-11 nach TOV-Spannungen bemessen und erfüllen die Anforderungen aus E DIN VDE 0100-534.

8.1.2 Einsatz von SPDs in verschiedenen Systemen

Maßnahmen zur Sicherstellung des Personenschutzes haben immer Vorrang vor Maßnahmen des Überspannungsschutzes. Da beide Maßnahmen in

direktem Zusammenhang mit der Art der verwendeten Systeme und daraus folgend auch mit dem Einsatz von Überspannungsschutzgeräten (SPDs) stehen, seien im Folgenden TN-, TT- und IT-Systeme und der unterschiedliche Einsatz von SPDs darin beschrieben. Elektrische Ströme, die über den menschlichen Körper fließen, können gefährliche Auswirkungen haben. Deshalb sind Schutzmaßnahmen zur Verhinderung gefährlicher Körperdurchströmungen in jeder elektrischen Anlage notwendig. Durch Isolieren, Abdecken, Umhüllen oder Anordnen der im ungestörten Betrieb unter Spannung stehenden Teile muss deren Berühren ausgeschlossen werden, wenn dadurch eine gefährliche Körperdurchströmung möglich ist. Diese Schutzmaßnahme wird als „Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen“ bezeichnet. Darüber hinaus darf natürlich auch dann keine Gefährdung durch eine Körperdurchströmung entstehen, wenn infolge eines Fehlers, z. B. eine schadhafte Isolierung, die Spannung auf das Metallgehäuse (Körper eines elektrischen Betriebsmittels) verschleppt wird. Dieser Schutz vor Gefahren, der sich im Fehlerfall aus einer Berührung mit Körpern oder fremden, leitfähigen Teilen ergeben kann, wird als „Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen“ bezeichnet.

In der Regel ist die Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung U_L bei Wechselspannungen 50 V und bei Gleichspannung 120 V.

Höhere Berührungsspannungen, die im Fehlerfall auftreten können, müssen in Stromkreisen mit Steckdosen und in Stromkreisen, die ortsveränderliche Betriebsmittel der Schutzklasse I enthalten, die während des Betriebes üblicherweise dauernd in der Hand gehalten werden, innerhalb von 0,4 s selbsttätig abgeschaltet werden. In allen anderen Stromkreisen müssen höhere Berührungsspannungen innerhalb von 5 s selbsttätig abgeschaltet werden.

In DIN VDE 0100-410 sind Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren mit Schutzleitern beschrieben. Diese Schutzmaßnahmen wirken im Fehlerfall durch automatische Abschaltung oder Meldung. Bei der Einrichtung der Maßnahmen zum „Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen“ ist eine Zuordnung hinsichtlich der Systemform und Schutzeinrichtung notwendig.

Nach DIN VDE 0100-410 wird ein Niederspannungs-Verteilungssystem in seiner Gesamtheit von

Stromquelle bis zum letzten Betriebsmittel im wesentlichen charakterisiert durch:

⇒ Erdungsverhältnisse der Stromquelle (z. B. Niederspannungsseite des Ortsnetztransformators)

und

⇒ Erdungsverhältnisse der Körper der Betriebsmittel in elektrischen Verbraucheranlagen.

Damit werden als Verteilungssysteme im wesentlichen drei Grundarten definiert:

TN-System, TT-System und IT-System.

Die angewandten Buchstaben haben folgende Bedeutung:

Der **ERSTE BUCHSTABE** beschreibt die Erdungsbedingungen der speisenden Stromquelle:

T direkte Erdung eines Punktes der Stromquelle (in der Regel der Sternpunkt der Transformatorwicklung),

I Isolierung aller aktiven Teile von der Erde oder Verbindung eines Punktes der Stromquelle mit Erde über eine Impedanz.

Der **ZWEITE BUCHSTABE** beschreibt die Erdungsbedingungen der Körper der Betriebsmittel der elektrischen Anlage:

T Körper des Betriebsmittels ist direkt geerdet, unabhängig von einer eventuell bestehenden Erdung eines Punktes der Stromversorgung,

N Körper des elektrischen Betriebsmittels ist direkt mit dem Betriebsleiter (Erdung der Stromquelle) verbunden.

WEITERE BUCHSTABEN beschreiben die Anordnung des Neutralleiters und des Schutzleiters:

S Neutralleiter und Schutzleiter sind voneinander getrennt (separat),

C Neutralleiter und Schutzleiter sind (in einem Leiter) kombiniert.

Damit ergeben sich für das TN-System drei mögliche Varianten:

TN-S-System, TN-C-System und TN-C-S-System.

Die Schutzeinrichtungen, die in den verschiedenen Systemen installiert werden können, sind:

⇒ Überstromschutzeinrichtung,

⇒ Fehlerstromschutzeinrichtung,

⇒ Isolationsüberwachungseinrichtung,

⇒ Fehlerspannungs-Schutzeinrichtung (in Sonderfällen).

Wie bereits erwähnt, ist eine Zuordnung zwischen Systemform und Schutzeinrichtung notwendig. Es ergeben sich folgende Zuordnungen:

TN-System

- ⇒ Überstromschutzeinrichtung,
- ⇒ Fehlerstromschutzeinrichtung.

TT-System

- ⇒ Überstromschutzeinrichtung,
- ⇒ Fehlerstromschutzeinrichtung,
- ⇒ Fehlerspannungs-Schutzeinrichtung (in Sonderfällen).

IT-System

- ⇒ Überstromschutzeinrichtung,
- ⇒ Fehlerstromschutzeinrichtung,
- ⇒ Isolationsüberwachungseinrichtung,

Diese Maßnahmen des Personenschutzes haben bei der Errichtung von Starkstromanlagen erste Priorität. Den ergriffenen Schutzmaßnahmen gegen indirektes Berühren mit Schutzleiter unter Berücksichtigung der Systemform und der Schutzeinrichtung haben sich alle anderen Schutzmaßnahmen wie Blitz- und Überspannungsschutz elektrischer Systeme und Anlagen unterzuordnen und dürfen durch den Einsatz von Schutzgeräten zum Blitz- und Überspannungsschutz nicht außer Kraft gesetzt werden. Dabei ist auch der Fehlerfall eines SPDs, und sei er noch so unwahrscheinlich, in Betracht zu ziehen. Dies ist von besonderer Bedeutung, weil der Einsatz von Überspannungsschutzgeräten stets gegen den Schutzleiter erfolgt. In den nachfolgenden Abschnitten wird deshalb der Einsatz von SPDs in verschiedenen Systemformen beschrieben. Diese Schaltungsvorschläge sind der E DIN VDE 0100-534 entnommen.

Die aufgezeigten Lösungsbeispiele zeigen den Einsatz von Blitzstrom-Ableitern prinzipiell im Bereich des Hausanschlusskastens, d. h. im Vorzählerbereich. Die E DIN VDE 0100-534 definiert den Installationsort der Blitzstrom-Ableiter „in der Nähe des Speisepunktes der Anlage“.

Der Einsatz von Blitzstrom-Ableitern im Vorzählerbereich wird durch die VDN-Richtlinie 2004-08: „Überspannungs-Schutzeinrichtungen Typ 1. Richtlinie für den Einsatz von Überspannungs-Schutzein-

richtungen (ÜSE) Typ1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen.“ geregelt. Diese vom VDN erarbeitete Richtlinie legt Basisanforderungen fest, die je nach VNB (Verteilnetzbetreiber) zu unterschiedlichen technischen Ausführungen führen kann.

Die VDN-Richtlinie als Nachfolge-Richtlinie (VDEW) wurde ebenfalls als ein ergänzender Hinweis in der TAB 2000 im Kapitel 12 „Auswahl von Schutzmaßnahmen“ aufgenommen.

Die im jeweiligen Versorgungsgebiet bevorzugte technische Ausführung (Systemform) ist beim zuständigen VNB zu erfragen.

8.1.3 Einsatz von SPDs im TN-System

Für das TN-System sind als Schutzeinrichtung für den „Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen“ Überstromschutz- und Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen zugelassen. Das würde für den Einsatz von SPDs bedeuten, dass diese Schutzgeräte nur nach den Schutzeinrichtungen zum „Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen“ angeordnet werden dürfen, um die Personenschutzmaßnahme auch im Fehlerfall eines SPDs sicherzustellen.

Wird ein SPD vom Typ 1 oder 2 nach einem Fehlerstromschutzschalter angeordnet, so ist damit zu rechnen, dass aufgrund des abgeleiteten Stoßstromes gegen PE dieser Vorgang von einem Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD) als Fehlerstrom interpretiert wird und dieser dann den Stromkreis unterbricht. Zusätzlich dazu ist bei der Beanspruchung mit Blitz-Teil-

strömen beim Einsatz eines SPDs vom Typ 1 davon auszugehen, dass aufgrund der hohen Dynamik des Blitzstromes der Fehlerstrom-Schutzschalter mechanisch beschädigt werden würde (Bild 8.1.3.1). Damit wäre die Schutzmaßnahme „Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen“ außer Kraft gesetzt. Dies ist natürlich zu vermeiden, so dass der Einsatz des Blitz-



Bild 8.1.3.1 Durch Blitzstoßstrom zerstörter RCD

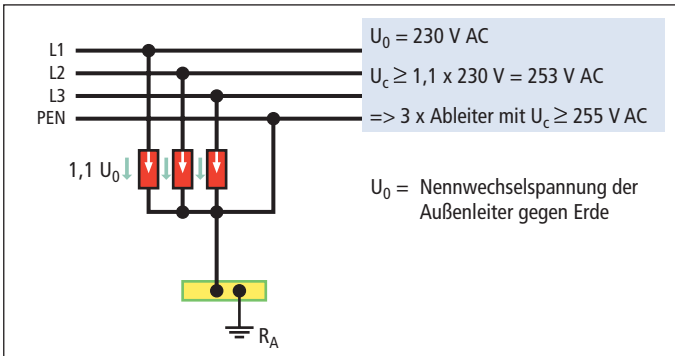


Bild 8.1.3.2 Schaltungsvariante "3-0" im TN-C-System

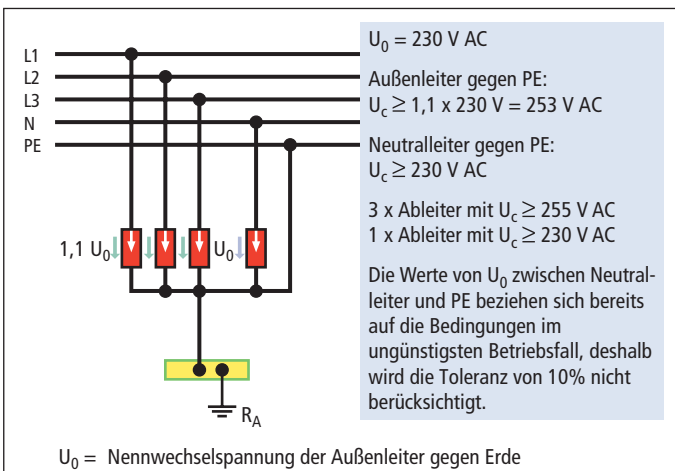


Bild 8.1.3.3a Schaltungsvariante "4-0" im TN-S-System

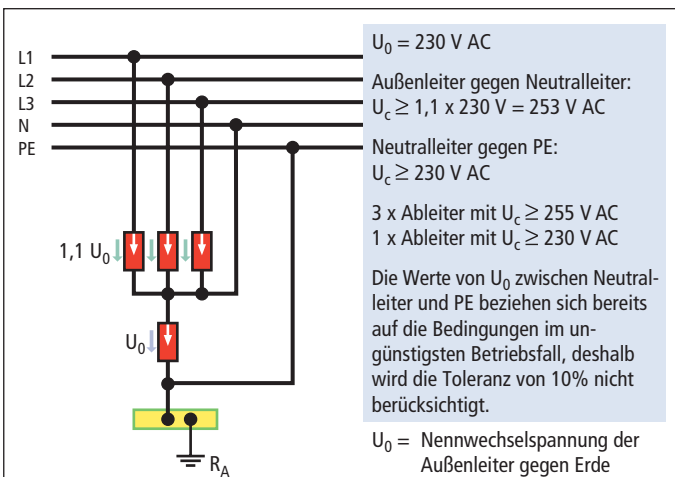


Bild 8.1.3.3b Schaltungsvariante "3+1" im TN-S-System

strom-Ableiters vom Typ 1 als auch der Einsatz des SPDs vom Typ 2 vor dem Fehlerstrom-Schutzschalter erfolgen sollte. Damit kommt für SPDs vom Typ 1 und 2 als Maßnahme zum "Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen" nur der Einsatz von Überstromschutzeinrichtungen in Frage. Der Einsatz der SPDs ist deshalb immer im Zusammenwirken mit einer Sicherung als Überstromschutzeinrichtung zu sehen. Ob eine zusätzliche separate Vorsicherung im Ableiterzweig vorzusehen ist, hängt von der Größe der nächst vorgelagerten Einspeisesicherung und der für das SPD zulässigen Vorsicherung ab. Für den Einsatz von SPDs Typ 1, 2 und 3 gelten im TN-System folgende höchste Dauerspannungen (Bilder 8.1.3.2 und 8.1.3.3 a bis b):

Ein Anschlussbeispiel für den Einsatz von Blitzstrom-Ableitern und Überspannungsschutzgeräten im TN-C-S-System ist in Bild 8.1.3.4 gezeigt. Es ist zu erkennen, dass der Einsatz von SPDs Typ 3 nach der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) erfolgt.

Hierzu ist folgendes anzumerken: Aufgrund der Häufigkeit von Schaltüberspannungen in Endstromkreisen werden SPD Typ 3 primär zum Schutz von Querüberspannungen eingesetzt. Diese Überspannungen treten in der Regel zwischen L und N auf. Mit einer Überspannungsbegrenzung zwischen L und N wird kein Stoßstrom gegen PE abgeleitet, so dass dieser Vorgang durch die RCD auch nicht als Fehlerstrom interpretiert werden kann. Im Übrigen sind SPDs Typ 3 für ein Nennableitvermögen von 1,5 kA ausgelegt. Diese Werte sind insofern ausreichend, als dass vorgelagerte Schutzstufen der SPDs Typ 1 und 2 die Ableitung energiereicher Impulse übernehmen. Beim Einsatz einer stoßstromfesten RCD sind diese Stoßströme nicht in der Lage, die RCD auszulösen oder eine mechanische Beschädigung herbeizuführen. Die Bilder 8.1.3.5 bis 8.1.3.9 zeigen den Einsatz von SPDs im Rahmen des Blitz-Schutzzonen-Konzeptes und der dafür erforderlichen Blitz- und Überspannungsschutzmaßnahmen für ein TN-C-S-System.

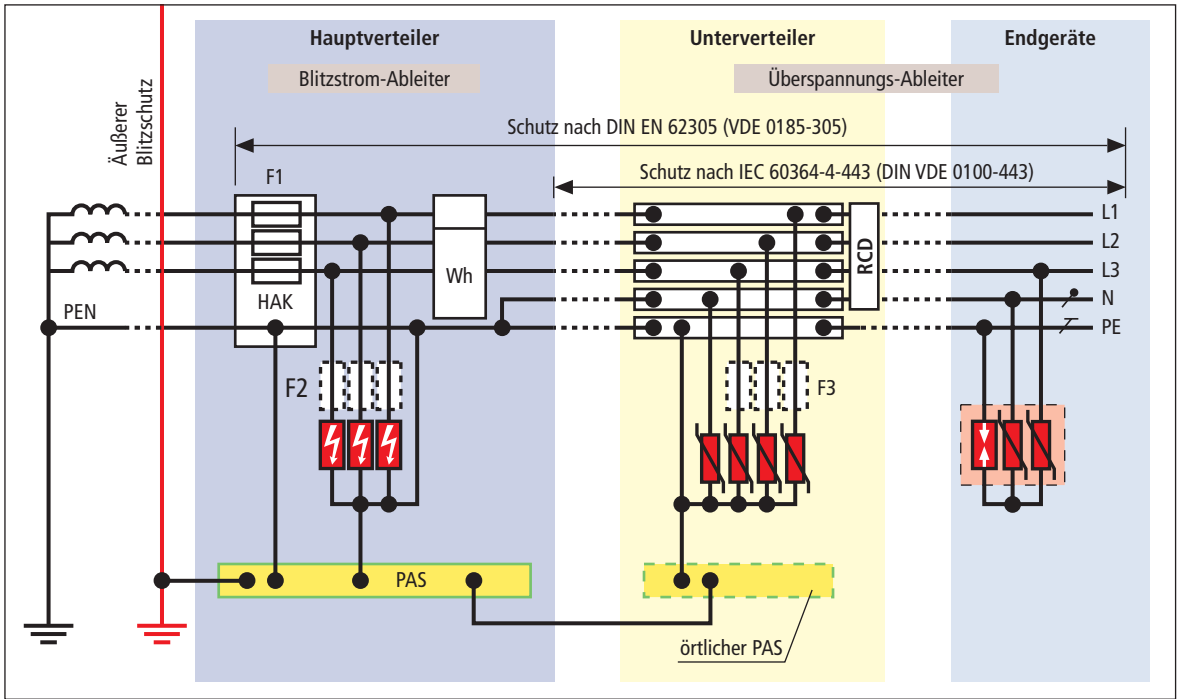


Bild 8.1.3.4 Einsatz von SPDs im TN-C-S-System

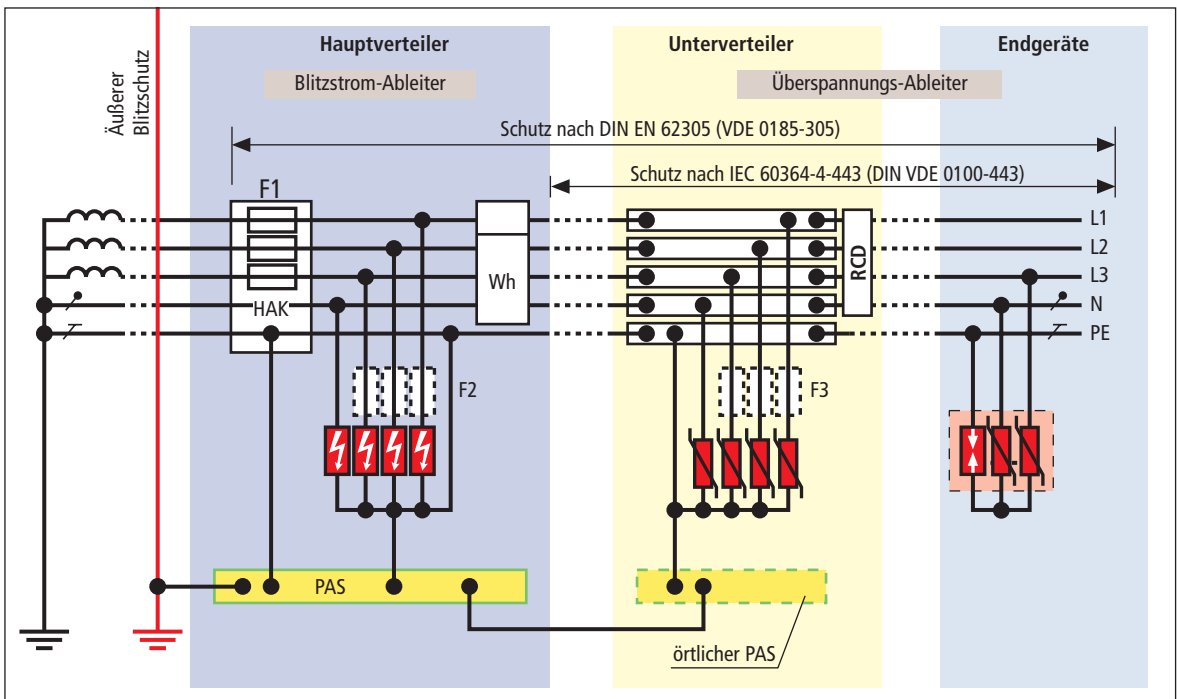


Bild 8.1.3.5 Einsatz von SPDs im TN-S-System

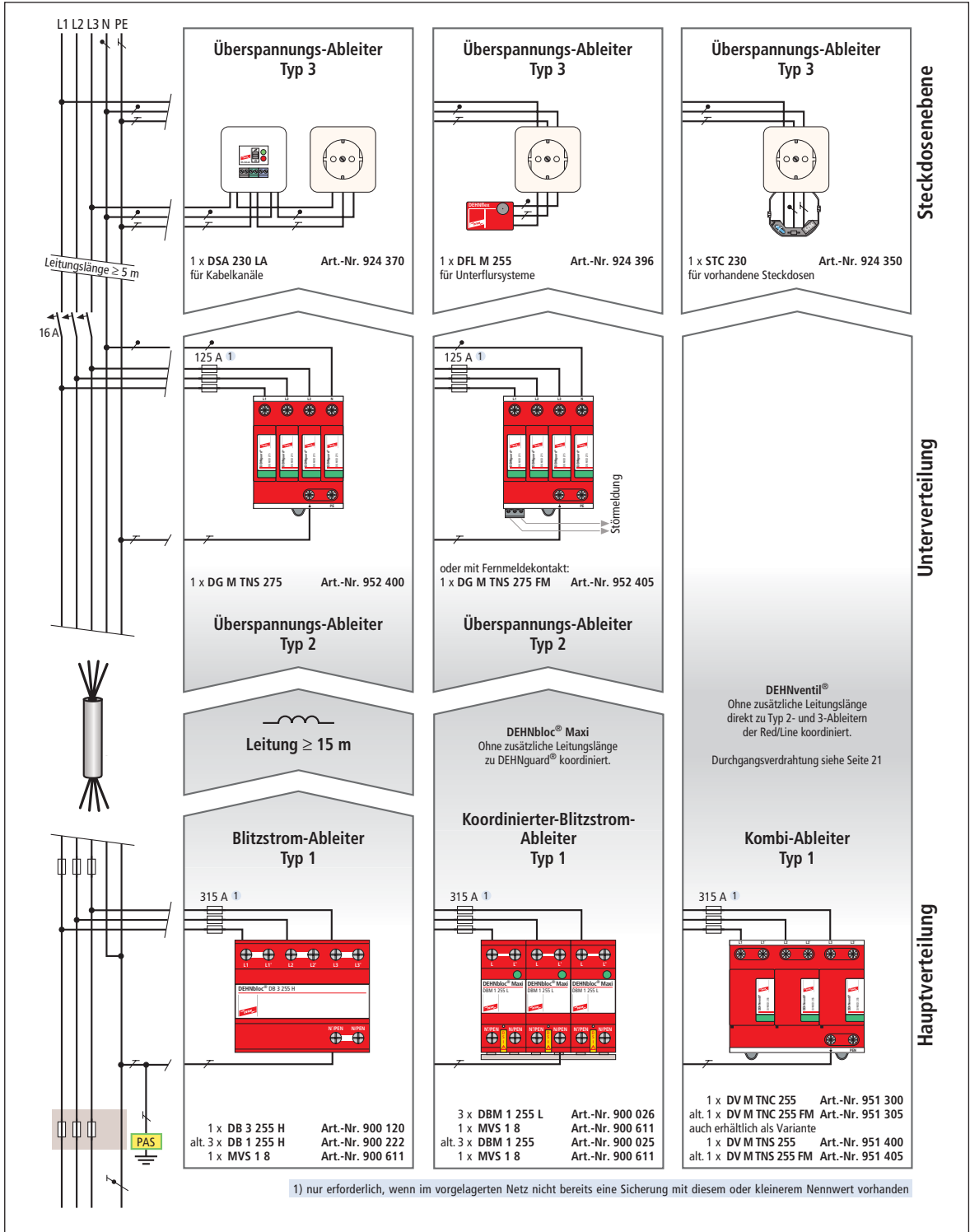


Bild 8.1.3.6 Einsatz von SPDs im TN-System – Beispiel Bürogebäude mit Auftrennung des PEN im Hauptverteiler

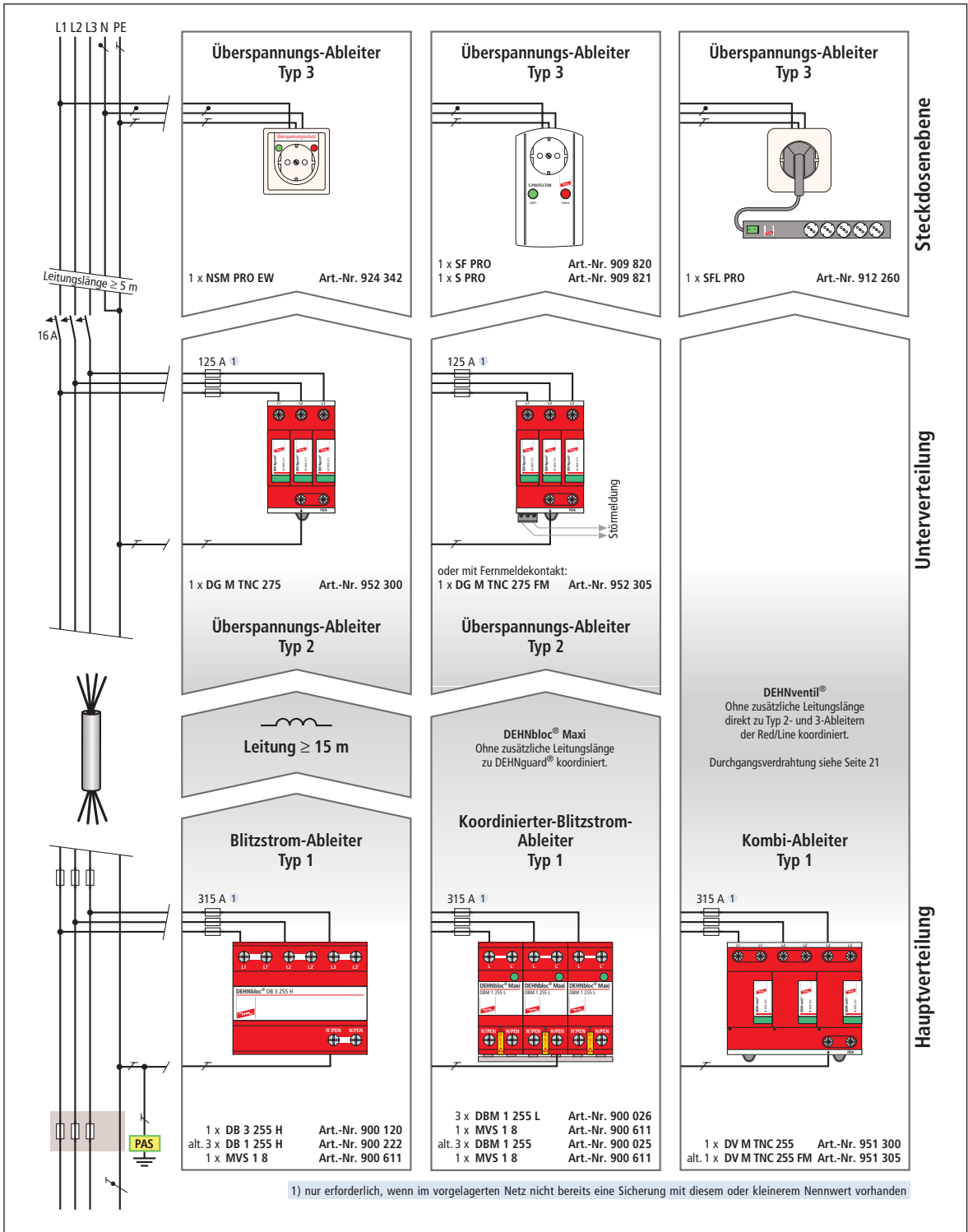


Bild 8.1.3.7 Einsatz von SPDs im TN-System – Beispiel Bürogebäude mit Auftrennung des PEN im Unterverteiler

die Anordnung der Ableiter im TT-System so erfolgen, wie in **Bilder 8.1.3.4** und **8.1.3.5** für das TN-System gezeigt, so würden sich im Fehlerfall keine Kurzschluss-Ströme ausbilden, sondern nur Erdschluss-Ströme. Diese Erdschluss-Ströme bringen jedoch unter Umständen eine vorgelagerte Überstrom-Schutzeinrichtung nicht in der geforderten Zeit zum Auslösen.

Die Anordnung der SPDs Typ 1 und 2 im TT-System erfolgt deshalb L gegen N. Mit dieser Anordnung soll sichergestellt werden, dass sich im Falle eines defekten Schutzgerätes im TT-System ein Kurzschluss-Strom ausbilden kann und die nächst vorgelagerte Überstrom-Schutzeinrichtung zum Ansprechen bringt. Da jedoch Blitzströme grundsätzlich gegen Erde, d. h. PE, auftreten, ist hier zusätzlich ein Ableitpfad zwischen N und PE herzustellen.

Diese sogenannten „N-PE-Ableiter“ müssen besondere Anforderungen erfüllen, da hier zum einen die Summe der Ableit-Teilströme aus L1, L2, L3 und N geführt werden muss und zum anderen bedingt durch eine mögliche Sternpunktverlagerung ein Folgestromlöschvermögen von $100 A_{eff}$ bestehen muss.

Für den Einsatz von SPDs im TT-System zwischen L und N gelten folgende höchste Dauerspannungen (**Bild 8.1.4.1**):

Die Blitzstromtragfähigkeit der SPDs Typ 1 wird entsprechend den Gefährdungspegeln I, II, III/IV, gemäß DIN V VDE V 0185-1 bemessen.

Für die Blitzstromtragfähigkeit der SPDs zwischen N und PE sind nachfolgende Werte einzuhalten:

Gefährdungspegel:

- I $I_{imp} \geq 100 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$
- II $I_{imp} \geq 75 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$
- III/IV $I_{imp} \geq 50 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$.

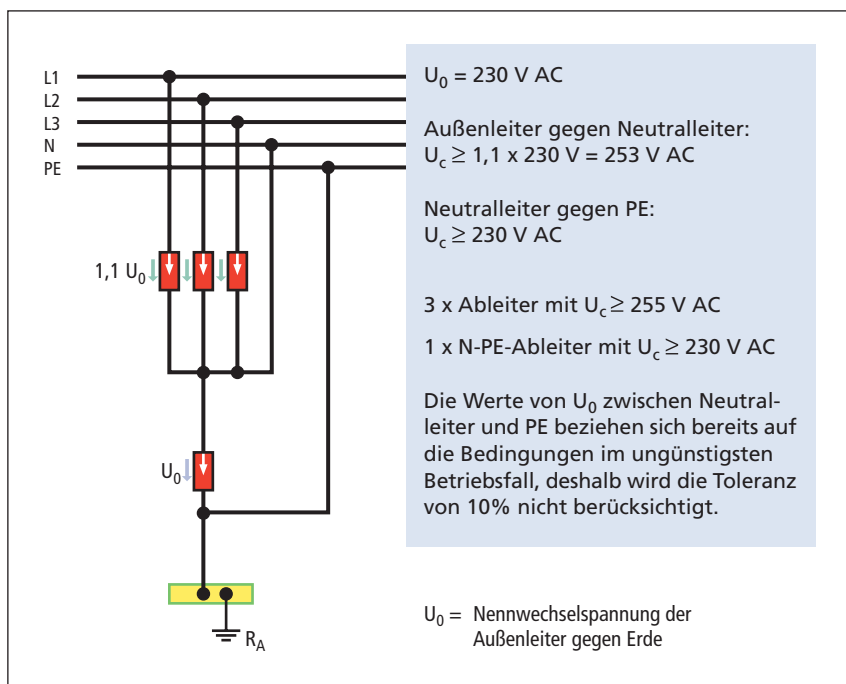


Bild 8.1.4.1 TT-System (230/400 V); Schaltungsvariante "3+1"

Die SPDs Typ 2 werden ebenfalls zwischen L und N sowie N und PE geschaltet. Für den SPD zwischen N und PE, in Zusammenhang mit SPDs vom Typ 2, besteht die Forderung nach einem Ableitvermögen von mindestens $I_n \geq 20 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$ für Drehstromsysteme und $I_n \geq 10 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$ für Wechselstromsysteme.

Da eine Koordination immer auf Basis der ungünstigsten zu erwartenden Bedrohungsgrößen (Wellenform 10/350 μs) erfolgt, ist für N-PE-Ableiter Typ 2 aus der Red/Line-Produktfamilie ein Wert von 12 kA (10/350 μs) zugrundegelegt.

Anschlussbeispiele für den Einsatz von SPDs im TT-System sind in den **Bildern 8.1.4.2 bis 8.1.4.6** gezeigt. Der Einsatz von Überspannungsschutzgeräten vom Typ 3 erfolgt hier wie auch im TN-System nach dem RCD. Der von diesem SPD abgeleitete Stoßstrom ist in der Regel so gering, dass dieser Vorgang durch den RCD nicht als Fehlerstrom erkannt wird.

Jedoch sollte auch hier auf den Einsatz eines stoßstromfesten RCD Wert gelegt werden.

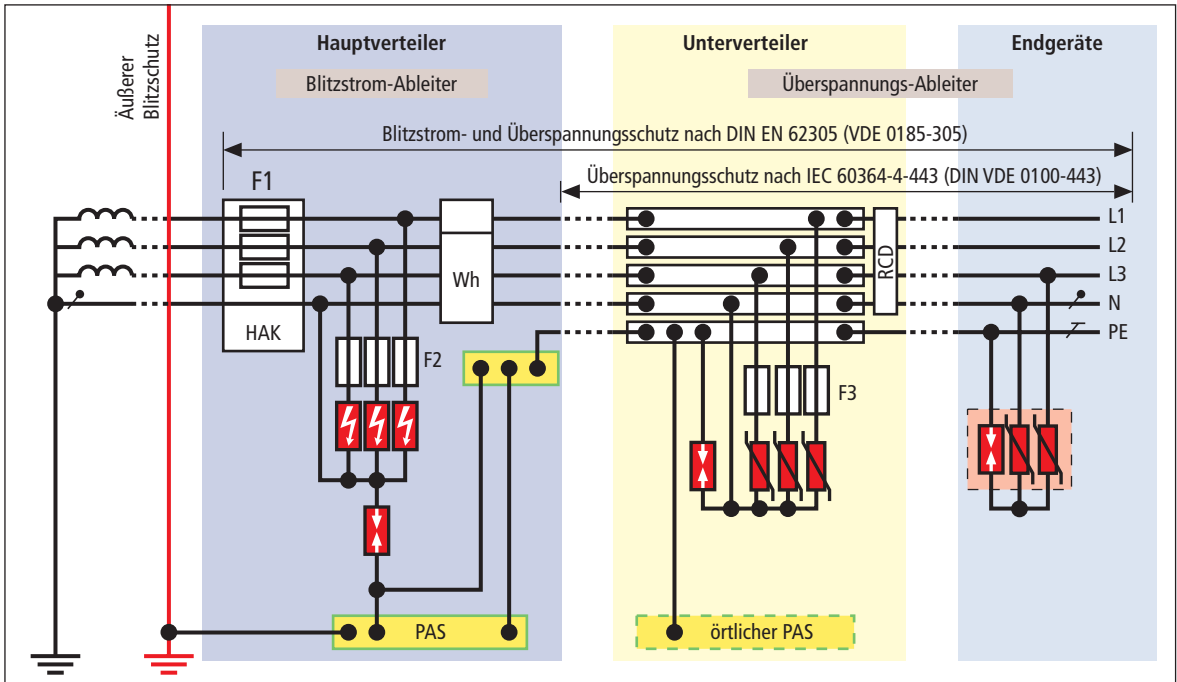


Bild 8.1.4.2 Einsatz von SPDs im TT-System

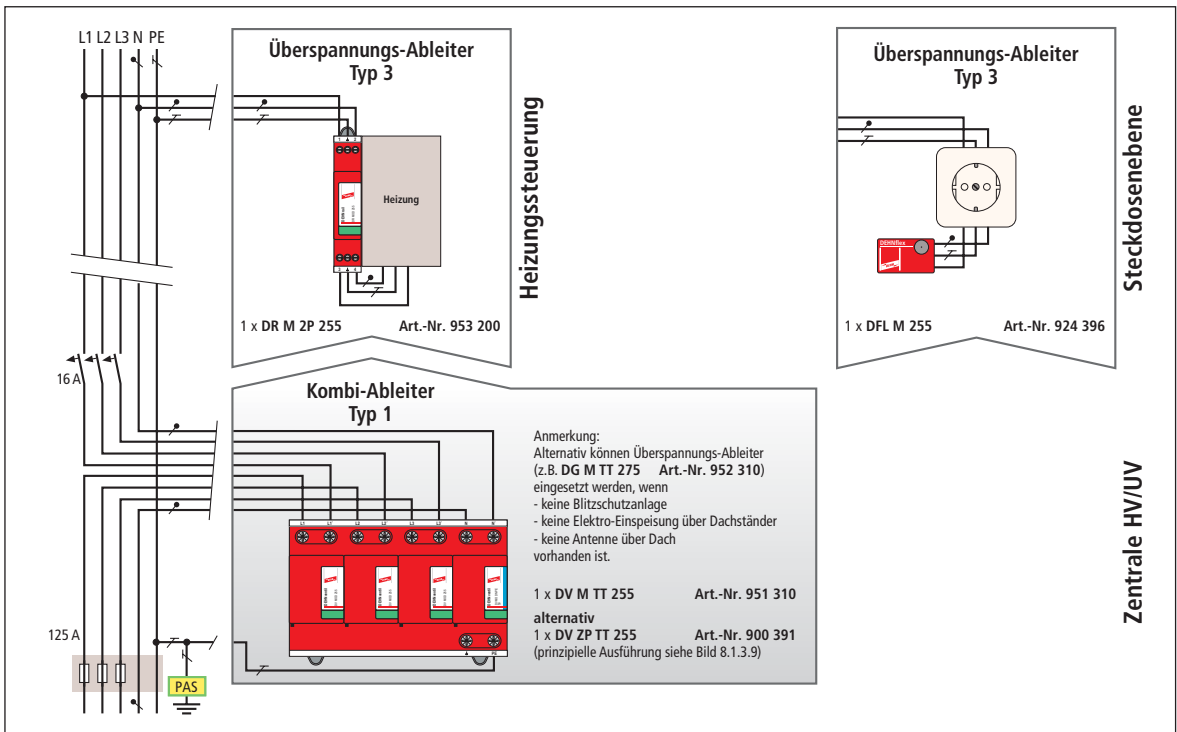


Bild 8.1.4.3 Einsatz von SPDs im TT-System – Beispiel Einfamilienwohnhaus



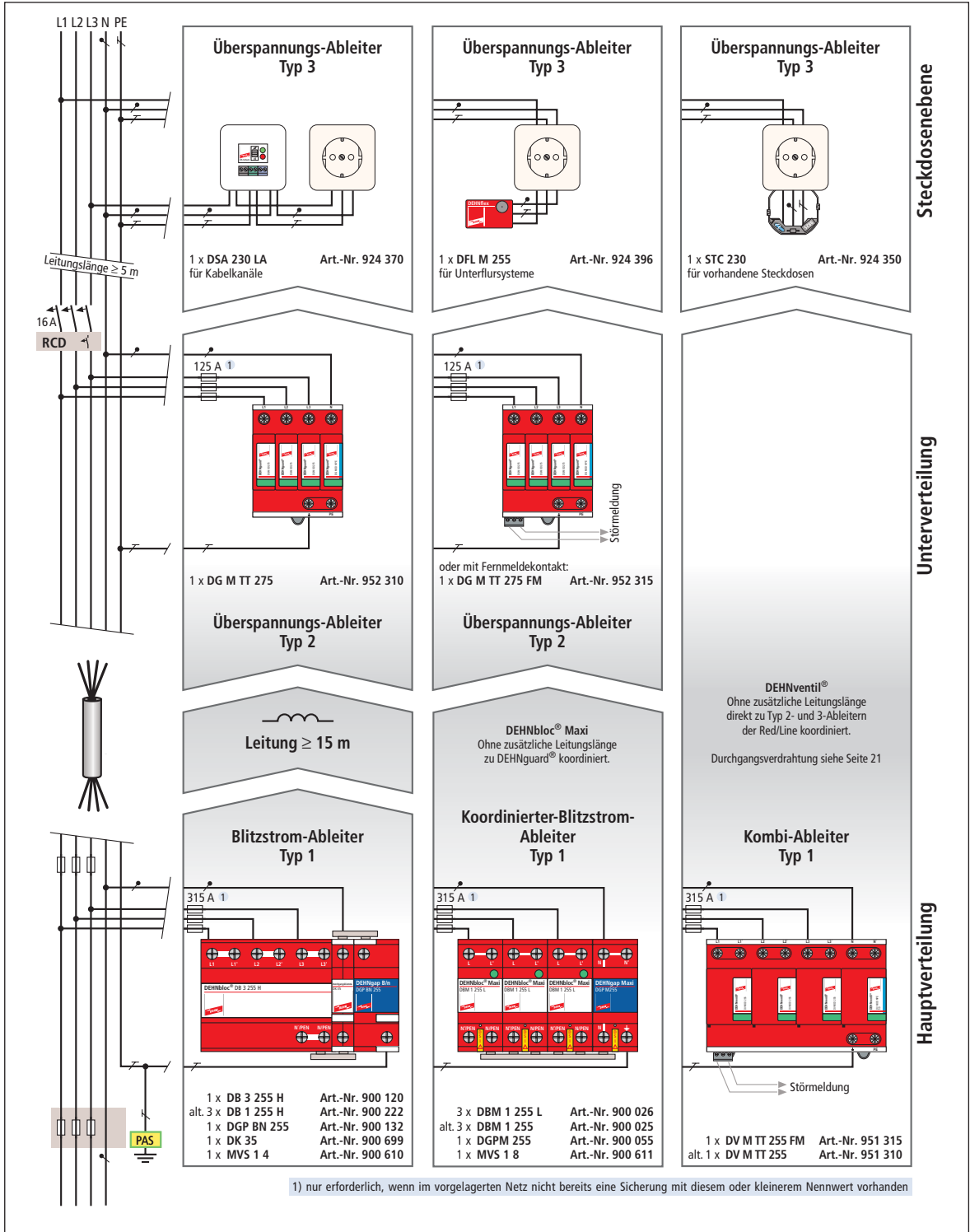


Bild 8.1.4.4 Einsatz von SPDs im TT-System – Beispiel Bürogebäude



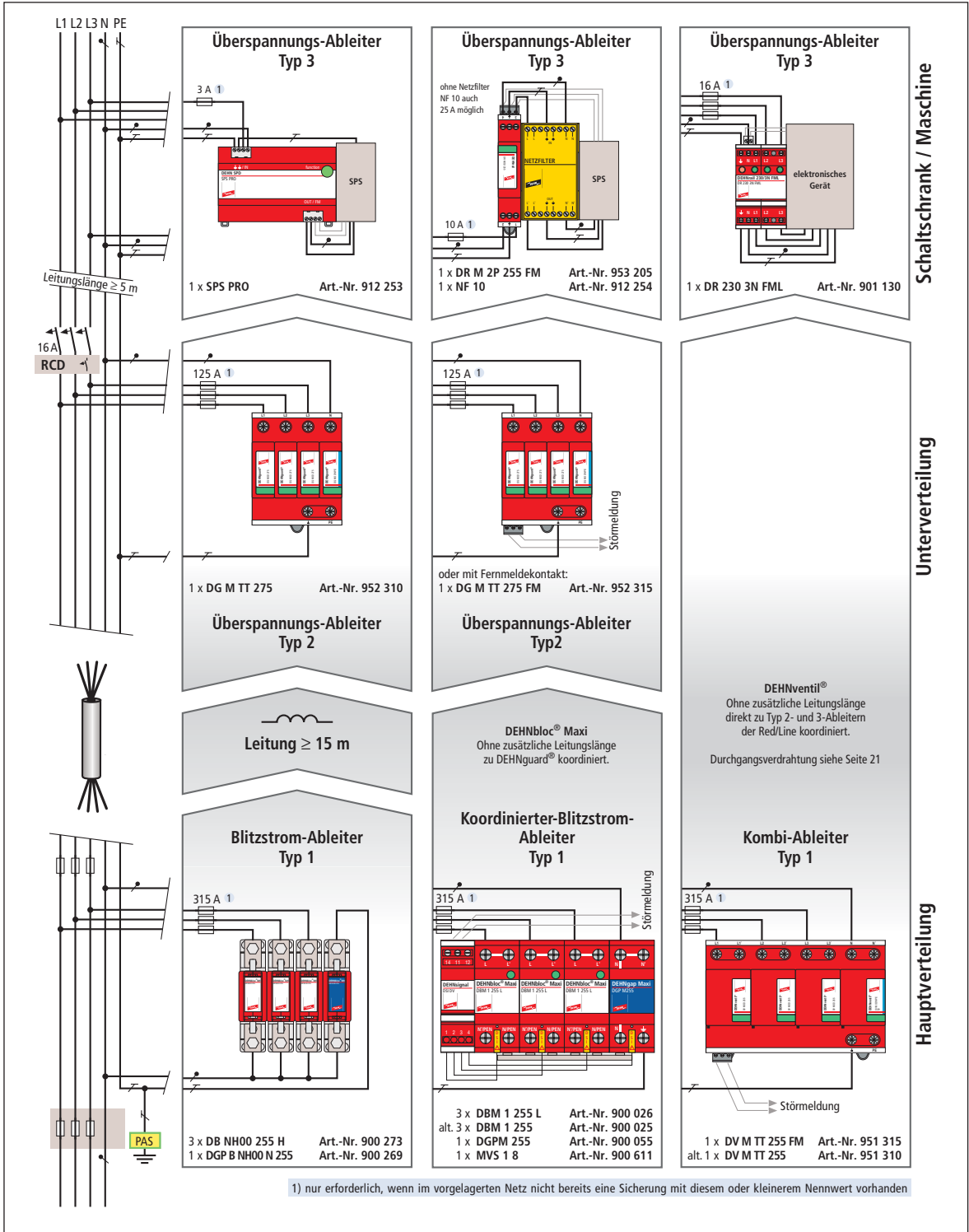


Bild 8.1.4.5 Einsatz von SPDs im TT-System – Beispiel Industrie

8.1.5 Einsatz von SPDs im IT-System

Für das IT-System sind als Schutzeinrichtung für den "Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen" Überstrom-Schutzeinrichtungen, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) und Isolations-Überwachungseinrichtungen zugelassen.

Während im TN- oder TT-System der "Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen" im Falle des ersten Fehlers durch die entsprechenden Abschaltbedingungen der Überstrom-Schutzeinrichtungen oder RCDs sichergestellt ist, erfolgt im IT-System beim ersten Fehler lediglich eine Meldung. Eine zu hohe Berührungsspannung kann nicht entstehen, da beim ersten Fehler im IT-System lediglich ein Erdbezug des Systems hergestellt wird. Das IT-System geht dann hinsichtlich seines Betriebszustandes in ein TN- oder TT-System über. Deshalb kann ein IT-System nach dem ersten Fehler gefahrlos weiter betrieben werden, so dass eingeleitete Arbeiten oder Produktionsprozesse (z. B. chemische Industrie) noch abgeschlossen werden können. Beim ersten Fehler nimmt der Schutzleiter das Potential des fehlerhaften Außenleiters an, was jedoch keine Gefahr darstellt, da über den Schutzleiter alle Körper und berührbaren Metallteile dieses Potential annehmen und somit auch keine gefährlichen Potentialdifferenzen überbrückt werden können. Es ist jedoch zu beachten, dass beim ersten Fehlerfall die Spannung des IT-Systems der nicht fehlerbehafteten Leiter gegen Erde der Spannung zwischen den Außenleitern entspricht. Damit liegt in einem 230/400 V IT-System im Falle von einem defekten SPD an den nicht fehlerhaften SPDs eine Spannung von 400 V. Diesem möglichen Betriebszustand ist bei der Auswahl der SPDs hinsichtlich ihrer höchsten Dauerspannung Rechnung zu tragen.

Bei der Betrachtung von IT-Systemen wird unterschieden zwischen IT-Systemen mit mitgeführtem Neutralleiter und IT-Systemen ohne mitgeführten Neutralleiter. Für IT-Systeme ohne mitgeführten Neutralleiter werden die SPDs in der sogenannten "3-0"-Schaltung zwischen jedem Außenleiter und den PE-Leiter geschaltet. Für IT-Systeme mit mitgeführten Neutralleiter kann sowohl die "4-0"- als auch die "3+1"-Schaltung angewendet werden. Bei der Anwendung der "3+1"-Schaltung ist darauf zu achten, dass im N-PE-Pfad ebenfalls ein SPD mit einem, den Systembedingungen entsprechendem Folgestromlöschvermögen einzusetzen ist.

Für den Einsatz von SPDs vom Typ 1, 2 und 3 gelten in IT-Systemen ohne und mit mitgeführtem Neutralleiter folgende höchste Dauerspannungen (Bilder 8.1.5.1a – c).

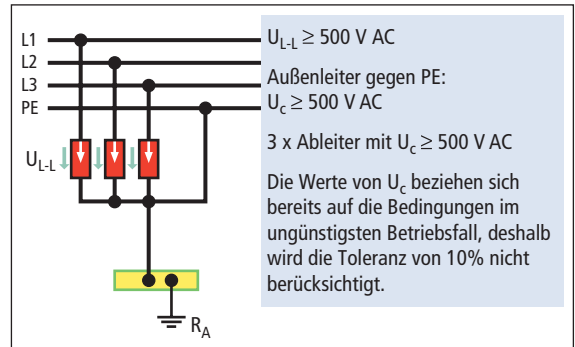


Bild 8.1.5.1a IT-System ohne mitgeführten Neutralleiter; "3-0"-Schaltungsvariante

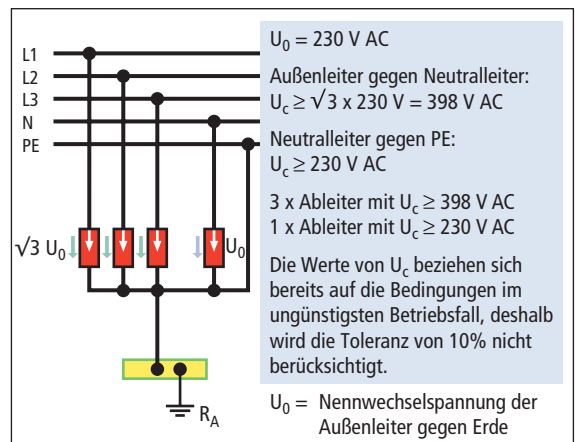


Bild 8.1.5.1b IT-System mit mitgeführtem Neutralleiter; "4-0"-Schaltungsvariante

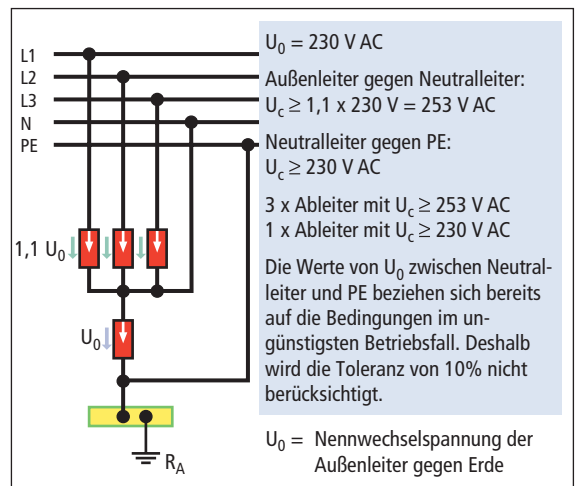


Bild 8.1.5.1c IT-System mit mitgeführtem Neutralleiter; "3+1"-Schaltungsvariante

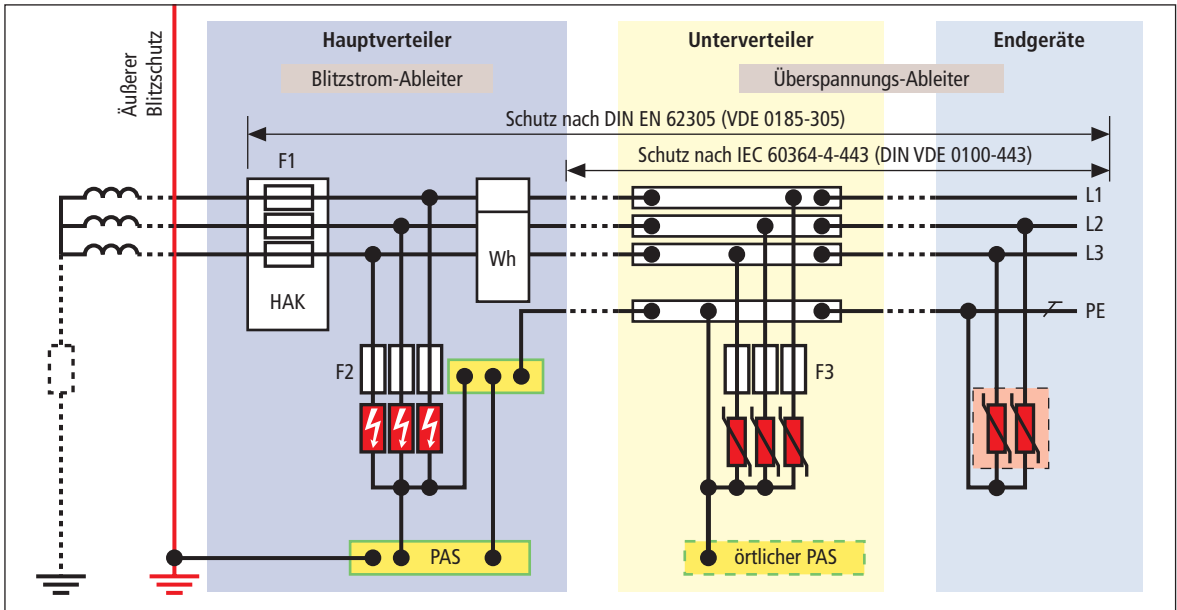


Bild 8.1.5.2 Einsatz von Ableitern im IT-System ohne mitgeführten Neutralleiter

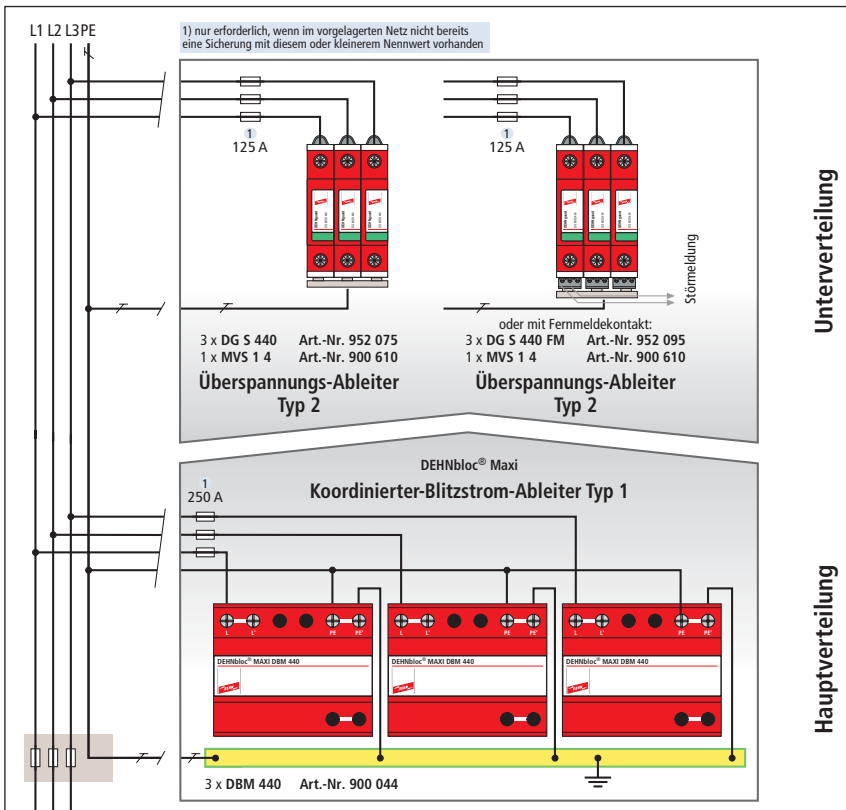


Bild 8.1.5.3 Einsatz von SPDs im 400 V IT-System – Beispiel ohne mitgeführten Neutralleiter

Bei einem zweiten Fehler in einem IT-System muss es dann zur Auslösung einer Schutzeinrichtung kommen. Für den Einsatz von SPDs im IT-System im Zusammenhang mit einer Schutzeinrichtung für den "Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen" gelten die unter Abschnitt 8.1 und 8.2 für das TN- und TT-System gemachten Aussagen. Damit ist auch im IT-System der Einsatz der SPD-Typen 1 und 2 vor dem RCD angeraten. Ein Anschlussbeispiel für den Einsatz von SPDs im IT-System ohne mitgeführten Neutralleiter zeigt **Bild 8.1.5.2** und **8.1.5.3**.

Bild 8.1.5.4 zeigt den Einsatz von SPDs im IT-System mit mitgeführtem Neutralleiter.

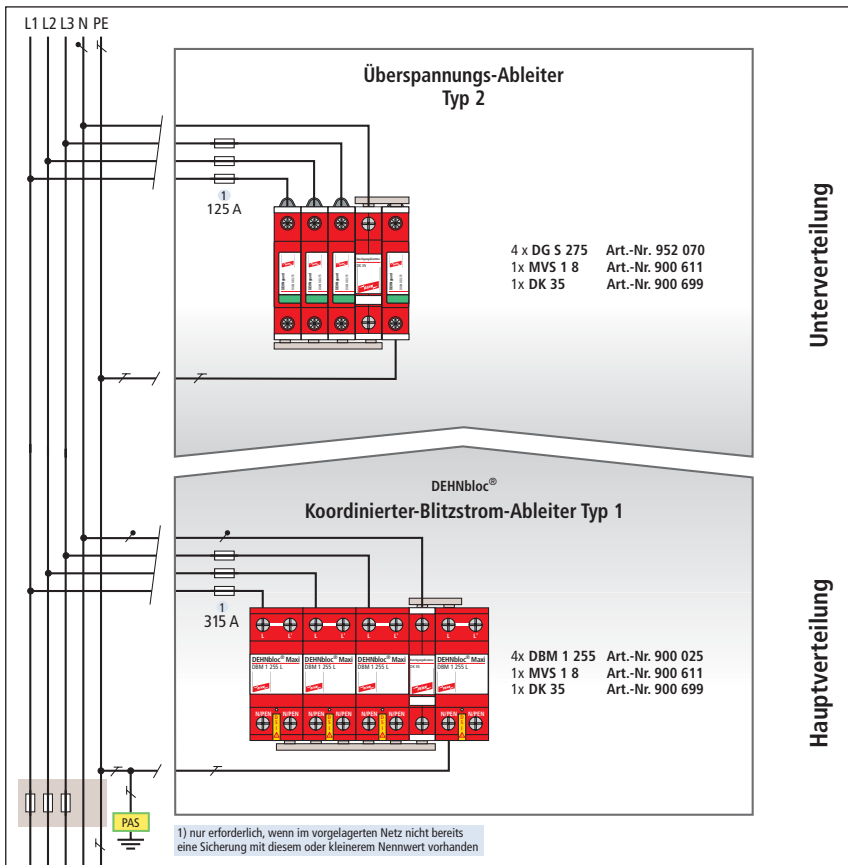


Bild 8.1.5.4 Einsatz von SPDs im 230/400 V IT-System – Beispiel mit mitgeführtem Neutralleiter

8.1.6 Bemessung der Anschlussleitungslängen für SPDs

Die Bemessung der Anschlusslängen von Überspannungsschutzgeräten ist ein wesentlicher Bestandteil der Installationsvorschrift E DIN VDE 0100-534.

Die nachfolgend genannten Aspekte sind häufig auch Grund von Beanstandungen bei Anlagenbegehungen durch Sachverständige, TÜV-Mitarbeiter, etc...

V-förmige Anschluss Technik nach E DIN VDE 0100-534

Entscheidend für den Schutz von Anlagen, Betriebsmitteln und Verbrauchern ist derjenige Stoßspannungspegel, der tatsächlich an den zu schützenden Einrichtungen anliegt. Optimale Schutzwirkung ist dann erreicht, wenn der Stoßspan-

nungspegel an der zu schützenden Einrichtung mit dem Schutzpegel des Überspannungsschutzgerätes übereinstimmt.

Aus diesem Grund wird zum Anschluss von Überspannungsschutzgeräten in E DIN VDE 0100-534 eine V-förmige Anschluss Technik nach Bild 8.1.6.1 vorgeschlagen. Dabei werden keine separaten Leitungsabzweige zum Anschluss der Überspannungsschutzgeräte verwendet.

Parallele Anschluss Technik nach E DIN VDE 0100-534

Diese optimale V-Anschluss Technik lässt sich nicht unter allen Anlagenbedingungen anwenden. Nennströme, welche im Rahmen der V-Verdrahtung über die Doppelklemmen am Überspannungsschutzgerät geführt werden, werden durch die thermische Belastbarkeit der Doppelklemmen

begrenzt. Aus diesem Grunde wird vom Hersteller des Überspannungsschutzgerätes ein bestimmter maximal zulässiger Vorsicherungswert vorgeschrieben, was wiederum bei Systemen mit größeren Nennbetriebsströmen dazu führt, dass mitunter die V-Verdrahtung nicht mehr angewendet werden kann.

Die Industrie stellt mittlerweile sogenannte „Zweileiter-Anschluss-Klemmen“ oder Stiftanschlussklemmen zur Verfügung, mit welchen diese „Problematik“ besser gelöst werden kann. Somit können bei Erhöhung des Nennbetriebstromes dennoch die Anschlusslängen klein gehalten werden. Bei Verwendung solcher „Zweileiter-Anschluss-Klemmen“ muss aber in jedem Falle der vom Hersteller für diesen Anwendungsfall ausgewiesene Vorsicherungswert beachtet werden (Bilder 8.1.6.2 und 8.1.6.3).

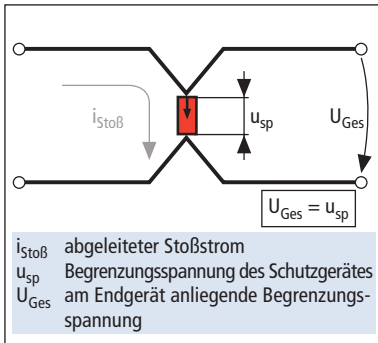


Bild 8.1.6.1 Anschluss von Überspannungsschutzgeräten in V-förmiger Anschluss-technik

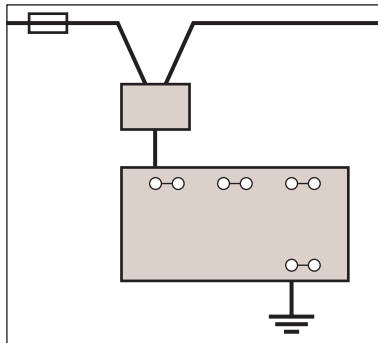


Bild 8.1.6.2 Prinzip der „Zweileiter-Anschluss-Klemme (ZAK)“ – einpolige Darstellung



Bild 8.1.6.3 Stiftanschlussklemme STAK 2X16

Scheidet die V-Verdrahtung definitiv aus, ist der Einbau von Überspannungsschutzgeräten in einem separaten Leitungsabzweig des Stromkreises notwendig. Übersteigt der Nennwert der nächst vorgelagerten Anlagensicherung die Nennstromstärke der max. zulässigen Vorsicherung des Überspannungsschutzgerätes, so muss der Leitungsabzweig mit einer Vorsicherung für das Überspannungsschutzgerät versehen werden (Bild 8.1.6.4) oder es kommen SPDs mit integrierter Ableitervorsicherung zum Einsatz (Bilder 8.1.6.5 und 8.1.6.6).

Beim Ansprechen des Überspannungsschutzgerätes im Leitungsabzweig werden zusätzliche Elemente (Leitungen, Sicherung) vom Ableitstoßstrom durchflossen, der an diesen Impedanzen

zusätzliche dynamische Spannungsfälle hervorruft.

Hier kann festgestellt werden, dass die ohmsche Komponente gegenüber der induktiven Komponente vernachlässigbar ist.

Unter Berücksichtigung der Beziehung

$$U_{dyn} = i \cdot R + \left(\frac{di}{dt} \right) L$$

und von Stromänderungsgeschwindigkeiten (di/dt) bei transienten Vorgängen von einigen 10 kA/μs wird der dynamische Spannungsfall U_{dyn} maßgeblich durch die induktive Komponente bestimmt.

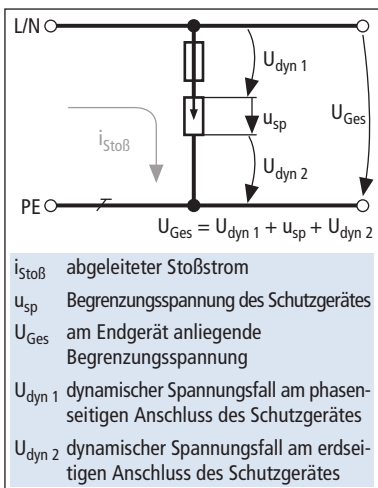


Bild 8.1.6.4 Anschluss von Überspannungsschutzgeräten im Leitungsabzweig



Bild 8.1.6.5 DEHNbloc Maxi S: koordinierter Blitzstrom-Ableiter für die Sammelschiene mit integrierter Vorsicherung



Bild 8.1.6.6 V NH Überspannungs-Ableiter Typ 2 zum Einsatz in NH-Sicherungsunterteilen

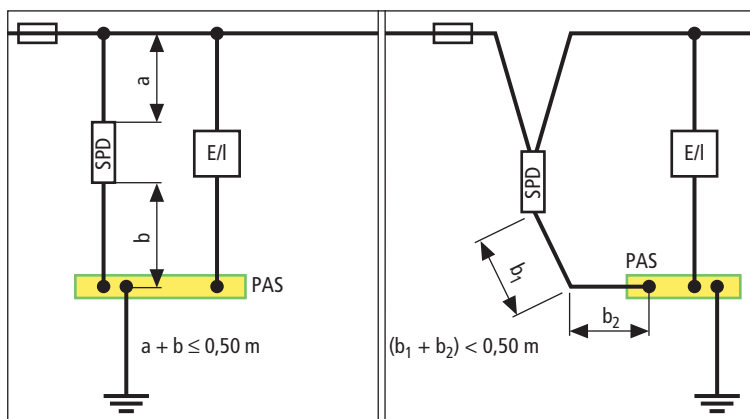


Bild 8.1.6.7 Empfohlene maximale Anschlusslängen von Überspannungsschutzgeräten im Leitungszweig

Um diesen dynamischen Spannungsfall gering zu halten, muss durch die ausführende Elektrofachkraft die Induktivität der Anschlussleitung und damit deren Länge so gering wie möglich gehalten werden. In E DIN VDE 0100-534 wird deshalb empfohlen, die Gesamtanschlusslänge von Überspannungsschutzgeräten in Leitungszweigen nicht größer als 0,5 m zu gestalten (Bild 8.1.6.7).

Gestaltung der erdseitigen Anschlussleitung

Diese scheinbar schwer umzusetzende Forderung soll am Beispiel von Bildern 8.1.6.8a und b erläutert werden. Es wird dort der Hauptpotentialausgleich (zukünftig: Schutzpotentialausgleich) einer Niederspannungs-Verbraucheranlage nach DIN VDE 0100-410 und DIN VDE 0100-540 gezeigt, wobei hier durch die Verwendung von Überspannungsschutzgeräten Typ 1 der Potentialausgleich zum Blitzschutz-Potentialausgleich ergänzt wird.

In Bild 8.1.6.8a sind beide Maßnahmen getrennt voneinander errichtet worden. Dabei wurde der PEN mit der Potentialausgleichsschiene verbunden sowie über einen separaten Potentialausgleichsleiter der Erdungsanschluss der Überspannungsschutzgeräte vorgenommen.

Die wirksame Anschlusslänge (l_a) für die Überspannungsschutzgeräte ist damit die Distanz zwischen dem Einsatzort der Überspannungsschutzgeräte (z. B. Hausanschlusskasten, Hauptverteiler) bis hin zur Potentialausgleichsschiene. Mit einer solchen Anschlussgestaltung lässt sich in den wenigsten Fällen ein wirksamer Schutz der Anlage erzielen. Ohne großen Aufwand kann jedoch mit einer Leitungsführung gemäß Bild 8.1.6.8b die wirksame

Anschlusslänge der Überspannungsschutzgeräte vermindert werden ($l_b < 0,5 \text{ m}$).

Erreicht wird dies durch eine "Bypass"-Leitung (y) vom erdseitigen Ausgang der Ableiter zum PEN. Die Verbindung vom erdseitigen Ausgang der Ableiter zur Potentialausgleichsschiene (x) bleibt weiterhin bestehen.

Gemäß der VDN-Richtlinie 2004-08: „Überspannungs-Schutzeinrichtungen Typ 1. Richtlinie für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) Typ1 (bisher Anforderungskategorie B) in Hauptstromversorgungssystemen“ kann die Bypass-

Leitung (y) nur dann entfallen, wenn die Überspannungs-Schutzeinrichtung in unmittelbarer Nähe ($\leq 0,5 \text{ m}$) des Hausanschlusskastens und damit auch in unmittelbarer Nähe des Potentialausgleichs eingebaut wird.

Bei einer Installation der Verbindung y ist die Distanz zwischen Hausanschlusskasten oder Hauptverteiler und Potentialausgleichsschiene damit unerheblich. Die Lösung dieses Problemfalles bezog sich ausschließlich auf die Gestaltung der erdseitigen Anschlussleitung der Überspannungsschutzgeräte.

Gestaltung der phasenseitigen Anschlussleitung

Die phasenseitige Anschlusslänge ist ebenfalls zu betrachten. Dazu soll folgendes Fallbeispiel gezeigt werden:

In einer räumlich ausgedehnten Schaltanlage ist ein Überspannungsschutz für das Sammelschienensystem und die daran angeschlossenen Stromkreise (A bis D) mit ihren Verbrauchern vorzusehen (Bild 8.1.6.9).

Für den Einsatz der Überspannungsschutzgeräte in diesem Fall seien alternativ die Einbauorte 1 und 2 angenommen. Der Einbauort 1 befindet sich unmittelbar an der Einspeisung des Sammelschienensystems. Damit ist für alle Verbraucher der Schutz vor Überspannungen gleichermaßen sichergestellt. Die wirksame Anschlusslänge des Überspannungsschutzgerätes am Einbauort 1 ist für alle Verbraucher das Maß l_1 . Manchmal wird aus Platzgründen der Einbauort der Überspannungsschutzgeräte im Verlauf des Sammelschienensystems gewählt. Im Extremfall kann bei der betrachteten Anordnung im Bild 8.1.6.9 der Einbauort 2 gewählt werden. Hinsichtlich des Stromkreises A

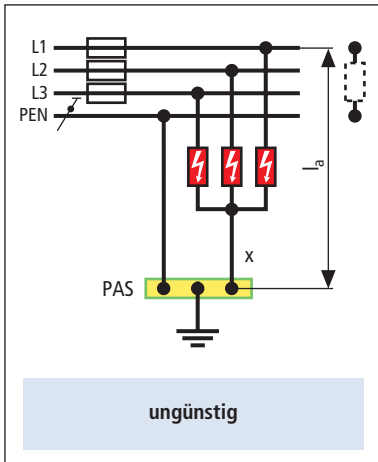


Bild 8.1.6.8a Aus "Verbrauchersicht" ungünstige Leitungsführung

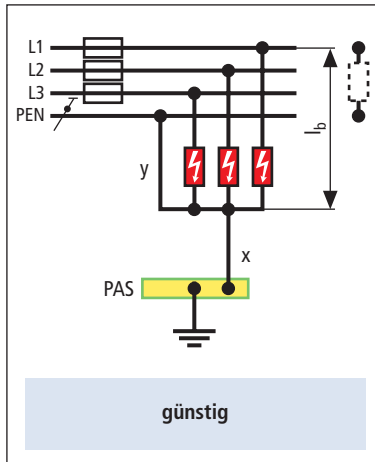


Bild 8.1.6.8b Aus "Verbrauchersicht" günstige Leitungsführung

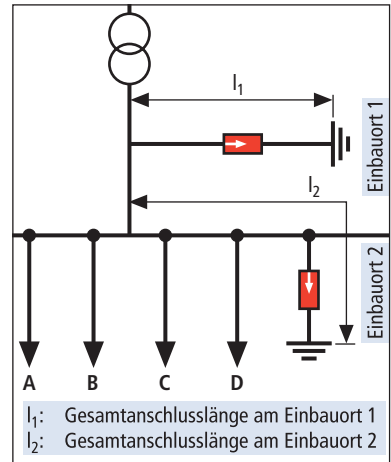


Bild 8.1.6.9 Anordnung von Überspannungsschutzgeräten in einer Anlage und die daraus resultierende wirksame Anschlusslänge

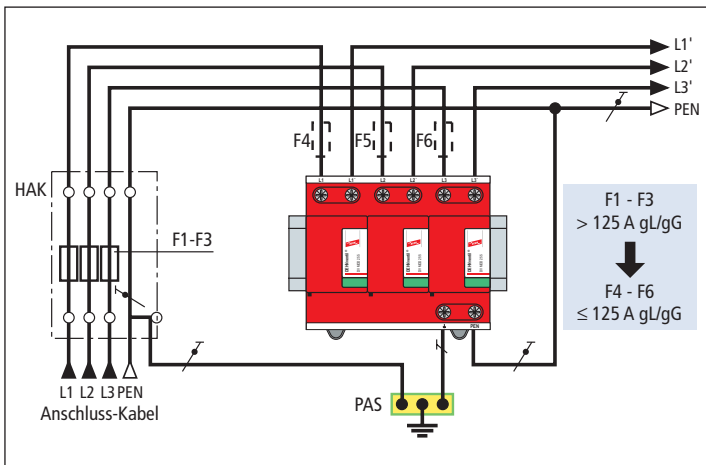


Bild 8.1.6.10 V-förmige Verdrahtung



Bild 8.1.6.11 V-Verdrahtung des Kombi-Ableiters DEHNventil M TNC mittels Kammleiste

ergibt sich damit die wirksame Anschlusslänge l_2 . Sammelschienensysteme besitzen zwar im Vergleich zu Kabeln und Leitungen eine geringe Induktivität (ca. 1/4) und damit einen geringen induktiven Spannungsfall, jedoch darf die Länge der Sammelschienen nicht vernachlässigt werden.

Die Gestaltung der Anschlussleitungen übt einen maßgeblichen Einfluss auf die Wirksamkeit von Überspannungsschutzgeräten aus und muss deshalb bereits in der Planung der Anlage beachtet werden!

Die vorab beschriebenen Inhalte der E DIN VDE 0100-534 waren wichtige Vorgaben bei der Entwicklung des neuen Kombi-Ableiters DEHNventil, welcher die Anforderungen von Blitzstrom- und Überspannungs-Ableitern entsprechend der Normenreihe DIN EN 62305 Teil 1-4 in nur einem Gerät vereint.

Dabei wurde die Möglichkeit geschaffen, eine V-Verdrahtung direkt über das Gerät zu realisieren. Im Bild 8.1.6.10 ist eine solche V-Verdrahtung als Wirkschaltplan dargestellt.

Aus Bild 8.1.6.11 ist zu ersehen wie vorteilhaft eine V-Verdrahtung unter Zuhilfenahme einer Kammleiste umzusetzen ist.

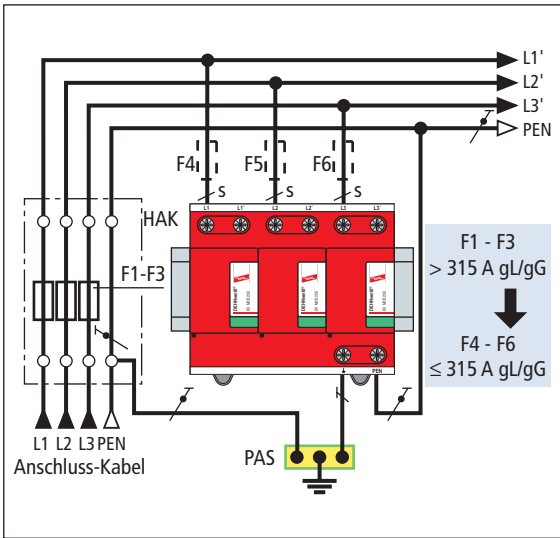


Bild 8.1.6.12 Parallelverdrahtung

beachten. Eine Umsetzung der Parallelverdrahtung kann **Bild 8.1.6.12** entnommen werden.

In diesem Zusammenhang sollte allerdings beachtet werden, dass die erdseitige Anschlussleitung weiterhin von der Doppelklemme für den Erdanschluss profitiert. Hier kann, wie in **Bild 8.1.6.12** gezeigt, oft ohne großen Aufwand durch die Leitungsführung von Klemmenteil „PE(N)“ der erdseitigen Doppelklemme nach PEN eine wirksame Anschlusslänge auf das Maß $l < 0,5 \text{ m}$ erreicht werden.

Bei der Installation von Überspannungsschutzgeräten in Verteilungen ist generell zu beachten, dass stoßstrombehaftete und stoßstromfreie Leitungen möglichst weit voneinander getrennt verlegt werden. Eine direkte Parallelverlegung beider Leitungen ist auf jeden Fall zu vermeiden (**Bild 8.1.6.13**).

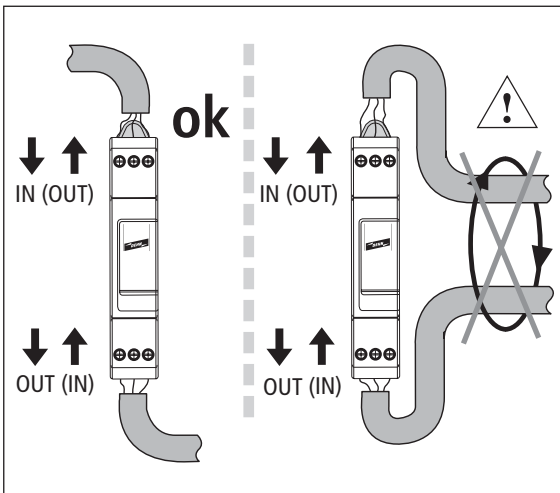


Bild 8.1.6.13 Kabelführung

Die V-förmige Verdrahtung (auch Durchgangsverdrahtung genannt) ist aufgrund der thermischen Belastbarkeit der verwendeten Doppelklemmen bis 125 A anwendbar

Für den Fall von Anlagenströmen $> 125 \text{ A}$ erfolgt der Anschluss der Überspannungsschutzgeräte im Leitungsabzweig (sogenannte Parallelverdrahtung). Dabei sind die maximalen „Soll-“Anschlusslängen entsprechend E DIN VDE 0100-534 zu

8.1.7 Bemessung der Anschlussquerschnitte und des Back-up-Schutzes von Überspannungsschutzgeräten

Anschlussleitungen von Ableitern können durch Stoß-, Betriebs- und Kurzschlussströme beansprucht werden. Die einzelnen Belastungen sind von verschiedenen Punkten abhängig:

- ⇒ Art der Schutzbeschaltung one-port (**Bild 8.1.7.1**) / two-port (**Bild 8.1.7.2**)
- ⇒ Ableitertyp: Blitzstrom-Ableiter, Kombi-Ableiter, Überspannungsschutzgeräte
- ⇒ Folgestromverhalten des Ableiters: Folgestromlöschung/Folgestrombegrenzung

Werden Überspannungsschutzgeräte nach **Bild 8.1.7.1** installiert, sind die Anschlussleitungen S2 und S3 nur nach den Kriterien des Kurzschlusschutzes nach DIN VDE 0100-430 und der Stoßstromtragfähigkeit zu bemessen. Im Datenblatt des Schutzgerätes ist das maximal zulässige Überstrom-Schutzorgan ausgewiesen, welches in der Anwendung im Sinne des Back-up-Schutzes für den Ableiter eingesetzt werden kann.

Bei der Installation der Geräte ist darauf zu achten, dass der tatsächlich fließende Kurzschlussstrom das Auslösen des Back-up-Schutzes ermöglicht. Die Bemessung des Leiterquerschnitts ergibt sich dabei aus folgender Gleichung:

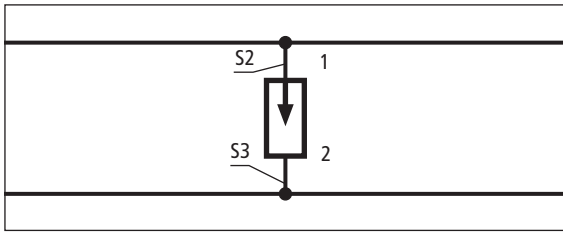


Bild 8.1.7.1 One-port Schutzbeschaltung

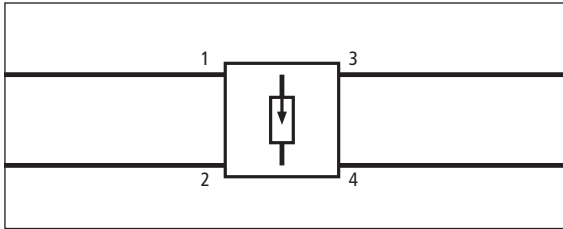


Bild 8.1.7.2 Two-port Schutzbeschaltung

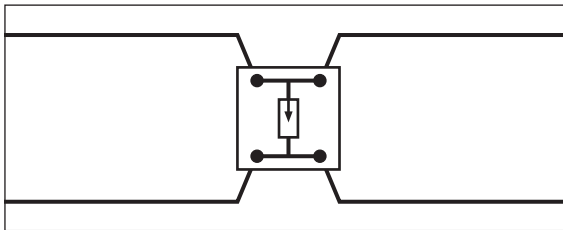


Bild 8.1.7.3 SPD mit Durchgangsverdrahtung

$$k^2 \cdot S^2 = I^2 \cdot t$$

- t zulässige Ausschaltzeit im Kurzschlussfall in s
- S Leiterquerschnitt in mm²
- I Strom bei vollkommenen Kurzschluss in A
- k Materialbeiwert in A · s/mm² nach **Tabelle 8.1.7.1**

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Angaben der maximal zulässigen Überstrom-Schutzorgane im Datenblatt des Überspannungsschutzgerätes nur bis zum Wert der angegebenen Kurzschlussfestigkeit des Schutzgerätes gelten. Sofern der Kurzschlussstrom am Einbauort größer als der Wert der angegebenen Kurzschlussfestigkeit des Schutzgerätes ist, ist eine Vorsicherung auszuwählen, die im Verhältnis 1:1,6 kleiner ist als die im Datenblatt des Ableiters angegebene maximale Vorsicherung.

Leitermaterial	Werkstoff der Isolierung		
	PVC	EPR / XLPE	Gummi
Cu	115	143	141
Al	76	94	93

Tabelle 8.1.7.1 Materialbeiwert k für Kupfer- und Aluminiumleiter mit verschiedenen Isolierwerkstoffen (nach IEC 60364-4-43)

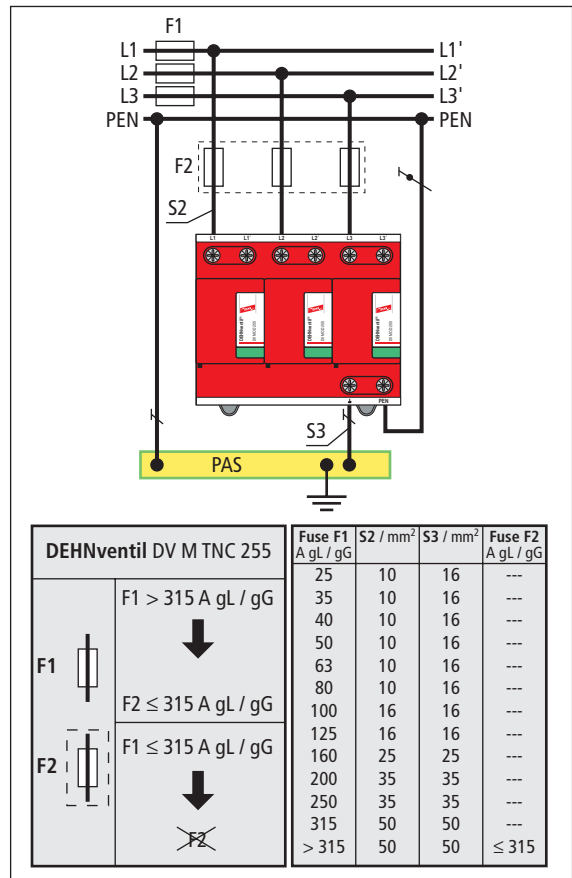


Bild 8.1.7.4 Beispiel DEHNventil, DV TNC 255

Für Überspannungsschutzgeräte, die entsprechend **Bild 8.1.7.2** installiert sind, darf der maximale Betriebsstrom nicht den für das Schutzgerät angegebenen Nennlaststrom überschreiten. Bei Schutzgeräten mit V-Verdrahtungsmöglichkeit gilt dabei der maximale Strom bei Durchgangsverdrahtung (**Bild 8.1.7.3**).

Die Anschlussquerschnitte und der Back-up-Schutz für Blitzstrom- und Kombi-Ableiter, Typ 1 sind beispielhaft dem **Bild 8.1.7.4** zu entnehmen.

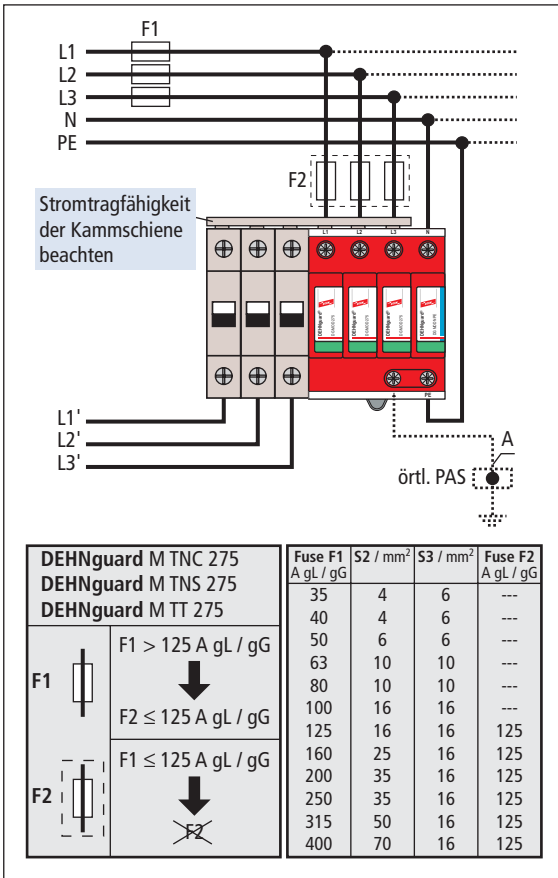


Bild 8.1.7.5 Beispiel DEHNguard (M) TNC/TNS/TT

Für Überspannungsschutzgeräte, Typ 2 werden die Anschlussquerschnitte und der Back-up-Schutz in **Bild 8.1.7.5** beispielhaft dargestellt und für Überspannungsschutzgeräte, Typ 3 in **Bild 8.1.7.6**.

Die Auslegung von Vorsicherungen für Überspannungsschutzgeräte erfolgt unter Beachtung des Stoßstromverhaltens. Sicherungen zeigen deutliche Unterschiede bei der Ausschaltung von Kurzschlussströmen im Vergleich zu Beanspruchungen mit Stoßströmen, insbesondere mit Blitzstoßströmen der Wellenform 10/350 µs.

In Abhängigkeit vom Bemessungsstrom vom Blitzstoßstrom wurde das Verhalten von Sicherungen ermittelt (**Bild 8.1.7.7**).

Bereich 1: Kein Schmelzen

Die durch den Blitzstoßstrom in die Sicherung eingetragene Energie ist so gering, dass die Sicherung nicht zum Schmelzen gebracht werden kann.

Bereich 2: Schmelzen

Die Energie des Blitzstoßstroms reicht aus, um die Sicherung zum Schmelzen zu bringen und damit den Strompfad durch die Sicherung zu unterbrechen (**Bild 8.1.7.8**).

Charakteristisch für das Verhalten der Sicherung ist, dass der Blitzstoßstrom, da eingepreßt, unbeeinflusst durch das Verhalten der Sicherung weiter fließt. Die Sicherung schaltet erst nach Abklingen des Blitzstoßstromes ab. Eine Selektivität von Sicherungen bezüglich des Ausschaltverhaltens bei Blitzstoßströmen gibt es somit nicht. Es sollte deshalb darauf geachtet werden, dass aufgrund des Stoßstromverhaltens stets die maximal zulässige Vorsicherung entsprechend Datenblatt und/oder Einbauanleitung des Schutzgerätes verwendet wird.

Aus **Bild 8.1.7.8** ist ebenfalls zu erkennen, dass sich während des Schmelzens über der Sicherung ein Spannungsfall aufbaut, der zum Teil deutlich über 1 kV liegen kann. Im Falle von Anwendungen, wie sie im **Bild 8.1.7.9** dargestellt sind, kann ein Aufschmelzen der Sicherung auch dazu führen, dass

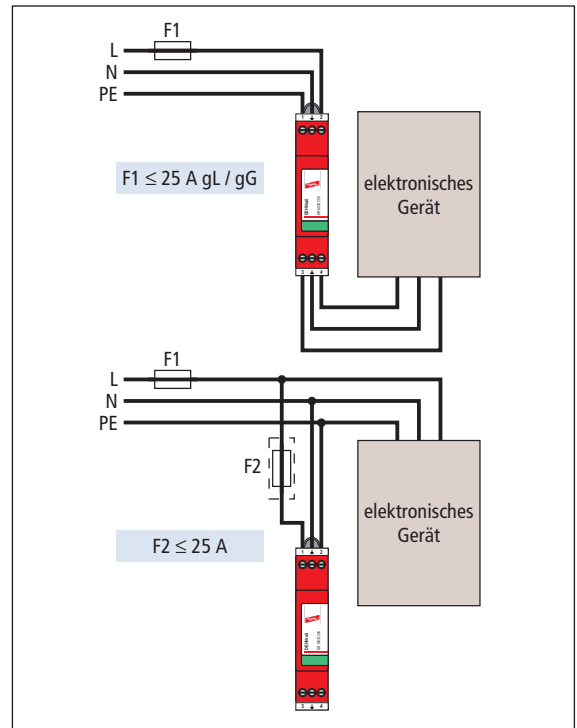


Bild 8.1.7.6 Beispiel DEHNrail

der Anlagen-Schutzpegel deutlich über dem Schutzpegel des eingesetzten Überspannungsschutzgerätes liegt.

Bereich 3: Explosion

Sofern die Energie des Blitzstoßstromes so groß ist, dass sie weit über dem Schmelzintegral der Sicherung liegt, kann es vorkommen, dass der Sicherungsstreifen explosionsartig verdampft. Ein

Bersten des Sicherungsgehäuses ist dabei oft die Folge. Neben den mechanischen Auswirkungen muss jedoch auch beachtet werden, dass der Blitzstoßstrom in Form eines Lichtbogens über die berstende Sicherung weiter fließt; eine Unterbrechung des Blitzstoßstroms und damit verbunden eine Reduzierung der notwendigen Stoßstromtragfähigkeit des eingesetzten Ableiters kann somit nicht erfolgen.

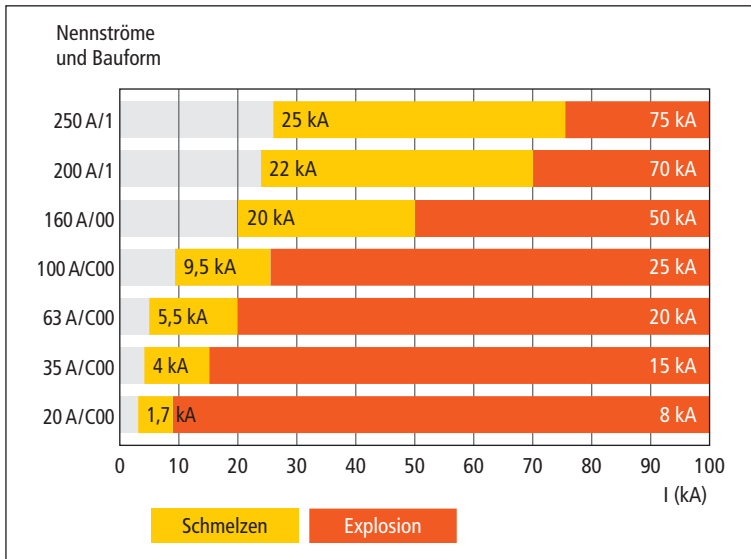


Bild 8.1.7.7 Verhalten von NH-Sicherungen während der Stoßstrombelastung 10/350 µs

Selektivität zum Anlagenschutz

Bei den Anwendungen von Überspannungsschutzgeräten auf Funkenstreckenbasis ist darauf zu achten, dass ein einsetzender Netzfolgestrom soweit begrenzt wird, dass Überstrom-Schutzorgane wie beispielsweise die Leitungs-Schutzsicherung und/oder die Ableitervorsicherung nicht zum Auslösen kommen. Diese Eigenschaft der Schutzgeräte nennt man Folgestrombegrenzung bzw. Folgestromunterdrückung. Nur mit Techniken, wie beispielsweise der RADAX-Flow-Technologie gelingt es, Ableiter und Ableiterkombinationen zu entwickeln, die auch bei hohen Anlagen-Kurzschlussströmen in der Lage sind, den prospektiven KS-Strom soweit zu reduzieren und zu löschen, dass vorgelagerte

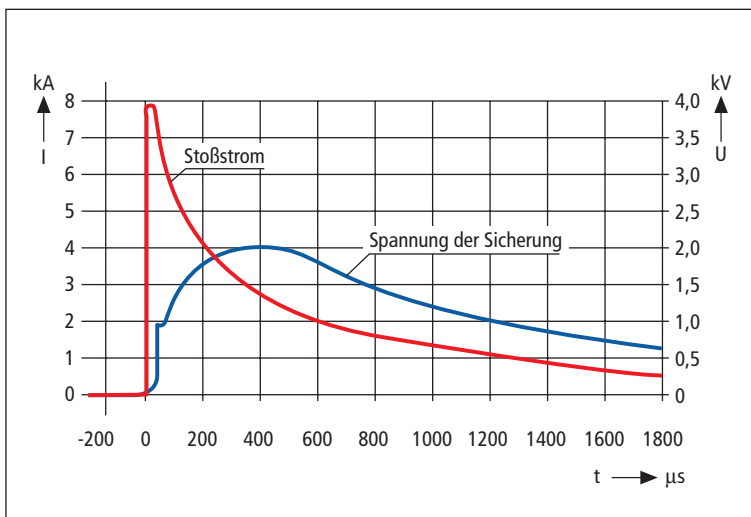


Bild 8.1.7.8 Strom und Spannung an einer aufschmelzenden 25 A-NH-Sicherung während einer Blitz-Stoßstrombelastung (10/350 µs)

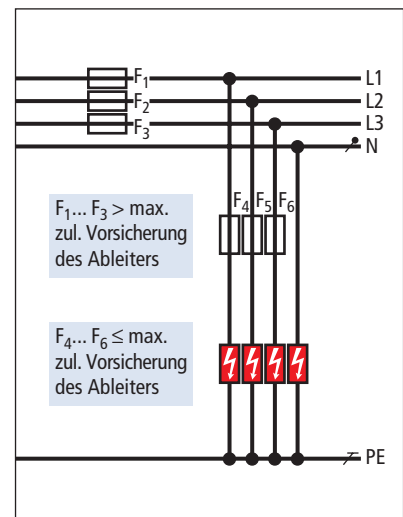


Bild 8.1.7.9 Einsatz separater Vorsicherung für Überspannungsschutzgeräte

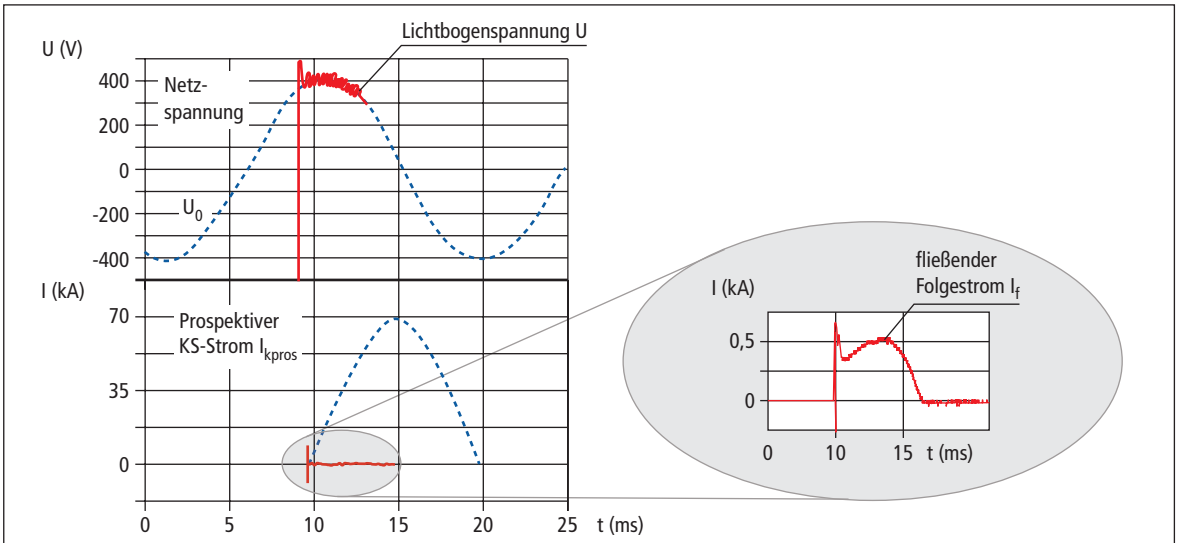


Bild 8.1.7.10 Reduzierung des Folgestromes durch das patentierte RADAX-Flow-Prinzip

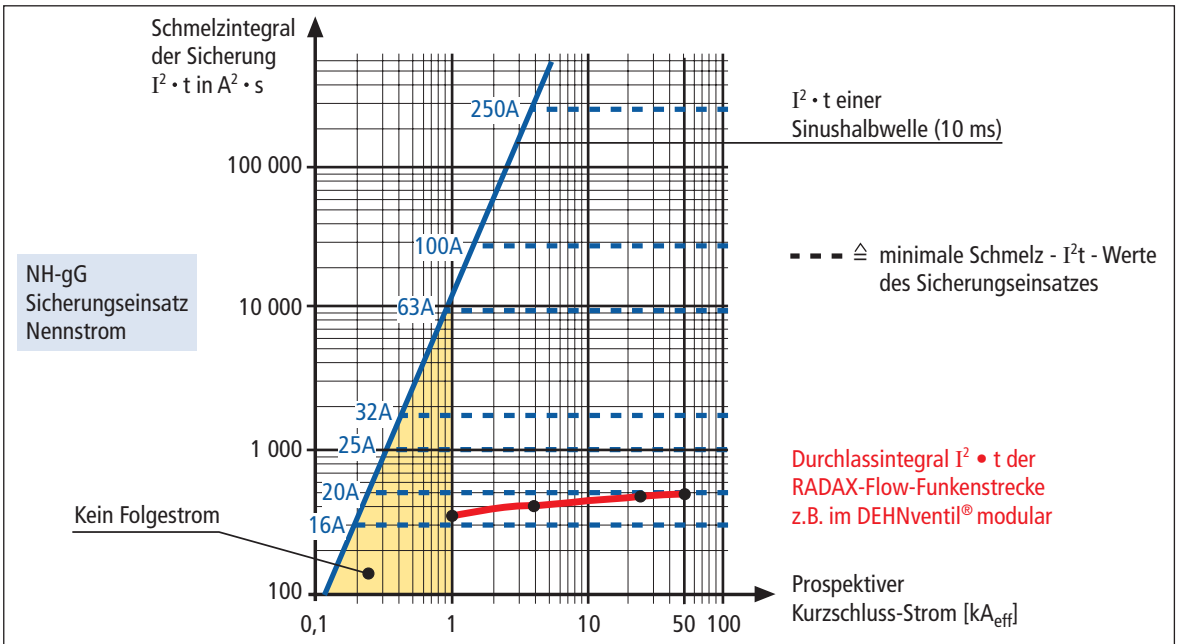


Bild 8.1.7.11 Folgestrom-Ausschaltselektivität DEHNventil M zu NH-Sicherungseinsätzen unterschiedlicher Bemessungsströme

gerte Sicherungen kleiner Bemessungsströme nicht zur Auslösung kommen (**Bild 8.1.7.10**). Die in EN 60439-1 geforderte Anlagenverfügbarkeit, auch im Falle des Ansprechens von Überspannungsschutzgeräten, lässt sich mit der vorab beschriebenen Geräteeigenschaft „Folgestromunterdrückung“ erfüllen. Besonders bei Überspan-

nungsschutzgeräten mit tiefer Ansprechspannung, die nicht allein den Blitzschutz-Potentialausgleich, sondern auch die Aufgabe des Überspannungsschutzes in der Anlage wahrnehmen sollen, ist das Verhalten der Folgestrombegrenzung wichtiger denn je für die Verfügbarkeit der elektrischen Anlage (**Bild 8.1.7.11**).



8.2 Anlagen der Informationstechnik

Ableiter dienen in erster Linie dem Schutz nachfolgender Endgeräte, zusätzlich wird die Gefahr der Leitungsbeschädigung vermindert.

Die Auswahl von Ableitern hängt unter anderem von folgenden Überlegungen ab:

- ⇒ Blitzschutzzonen des Installationsortes, sofern vorhanden
- ⇒ abzuleitende Energien
- ⇒ Anordnung der Schutzgeräte
- ⇒ Störfestigkeit der Endgeräte
- ⇒ Schutz gegen symmetrische und/oder unsymmetrische Störungen
- ⇒ Systemanforderungen, z. B. Übertragungsparameter
- ⇒ Übereinstimmung mit produkt- oder anwendungsspezifischen Normen, falls gefordert
- ⇒ Anpassung an die Umgebungsbedingungen / Installationsbedingungen

Schutzgeräte für Antennenleitungen unterscheiden sich nach ihrer Eignung für koaxiale, symme-

trische oder Hohlleiter-Systeme, je nach der physikalischen Ausführung der Antennenleitung.

Bei koaxialen und Hohlleitersystemen kann der Außenleiter in der Regel direkt mit dem Potentialausgleich verbunden werden, hierzu eignen sich speziell auf die jeweiligen Leitung abgestimmte Erdungsmuffen.

Vorgehen zu Auswahl und Einsatz von Ableitern: Beispiel BLITZDUCTOR CT

Im Gegensatz zur Auswahl von Schutzgeräten in energietechnischen Systemen (siehe Kapitel 8.1), wo im 230/400 V-System mit einheitlichen Bedingungen hinsichtlich Spannung und Frequenz zu rechnen ist, gibt es in Automatisierungssystemen verschiedene Arten von zu übertragenden Signalen hinsichtlich

- ⇒ Spannung (z. B. 0 – 10 V)
- ⇒ Strom (z. B. 0 – 20 mA, 4 – 20 mA)
- ⇒ Signalbezug (symmetrisch, unsymmetrisch)
- ⇒ Frequenz (DC, NF, HF)
- ⇒ Signalart (analog, digital).

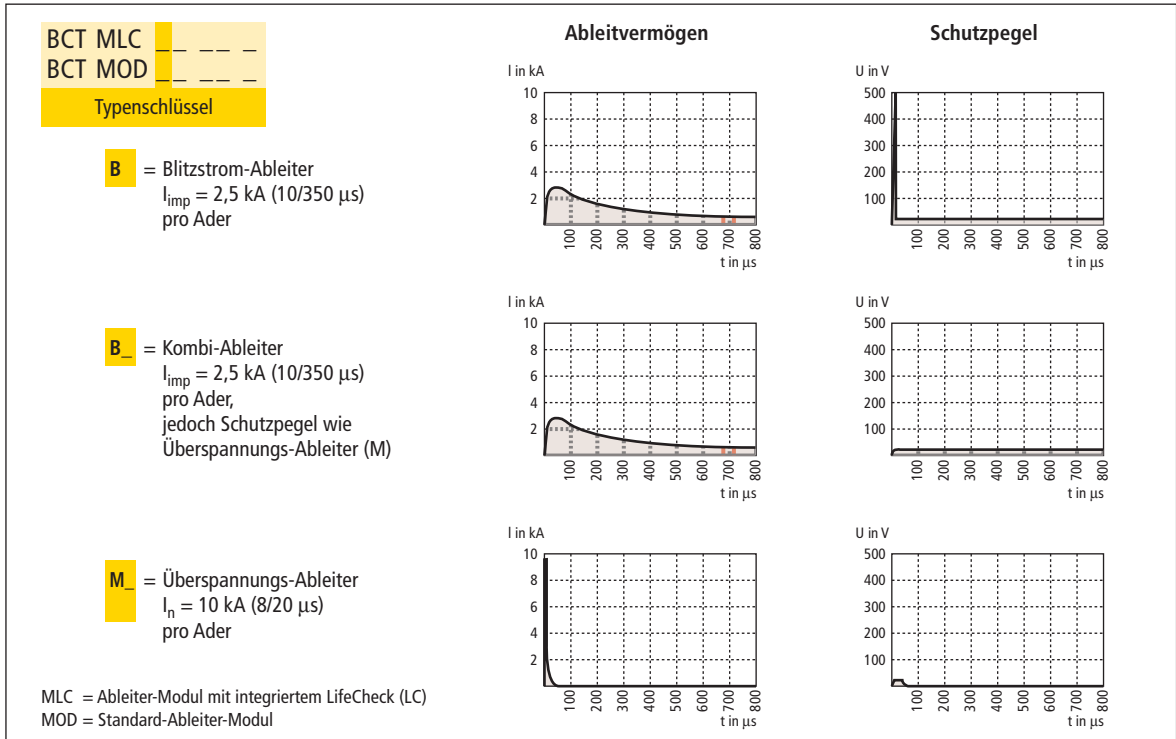


Bild 8.2.1 Ableiterklassifizierung

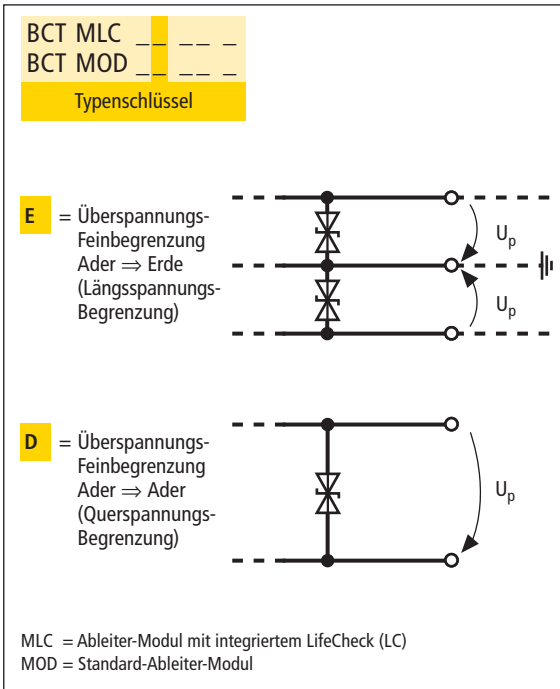


Bild 8.2.2 Begrenzungsverhalten

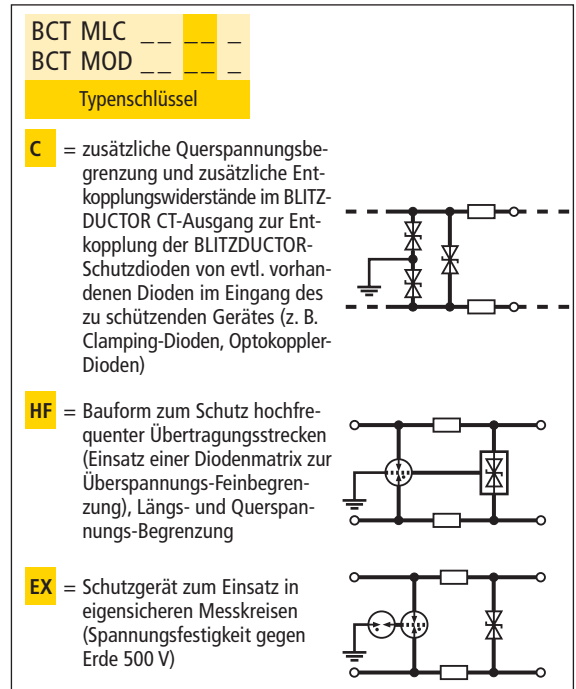


Bild 8.2.3 Hinweis auf besondere Anwendungsfälle

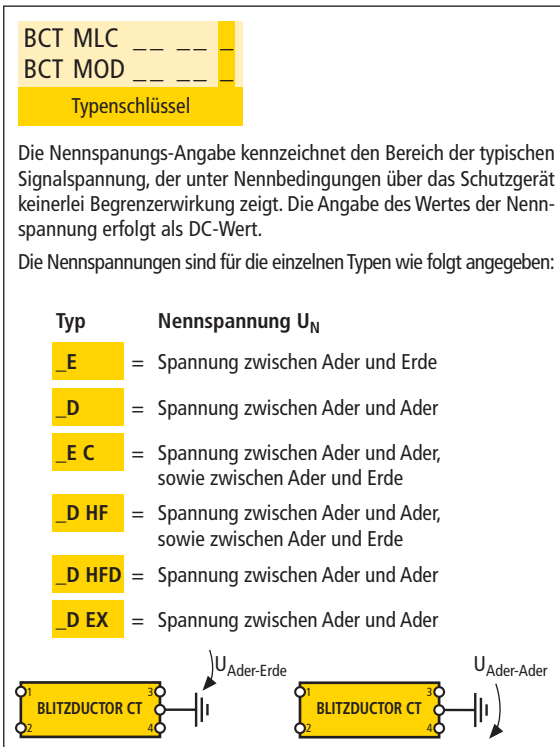


Bild 8.2.4 Nennspannung

MLC B	110	MOD B	110
MLC BE	5	MOD ME	5
MLC BE	12	MOD ME	12
MLC BE	15	MOD ME	15
MLC BE	24	MOD ME	24
MLC BE	30	MOD ME	30
MLC BE	48	MOD ME	48
MLC BE	60	MOD ME	60
MLC BE	110	MOD ME	110
MLC BD	5	MOD MD	5
MLC BD	12	MOD MD	12
MLC BD	15	MOD MD	15
MLC BD	24	MOD MD	24
MLC BD	30	MOD MD	30
MLC BD	48	MOD MD	48
MLC BD	60	MOD MD	60
MLC BD	110	MOD MD	110
MLC BD	250	MOD MD	250
MLC BE C	5	MOD ME C	5
MLC BE C	12	MOD ME C	12
MLC BE C	24	MOD ME C	24
MLC BE C	30	MOD ME C	30
MLC BD HF	5	MOD MD HF	5
MLC BD HFD	5	MOD MD HFD	5
MLC BD HFD	24	MOD MD HFD	24
		MOD MD EX	24
		MOD MD EX	30
		MOD MD EX HFD	6

Tabelle 8.2.1 Typenbezeichnung der BCT Ableiter-Module

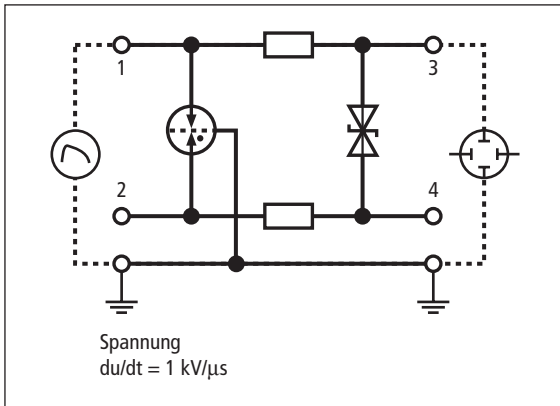


Bild 8.2.5 Prüfaufbau zur Ermittlung der Begrenzungsspannung bei einer Spannungsanstiegsgeschwindigkeit $du/dt = 1 \text{ kV}/\mu\text{s}$

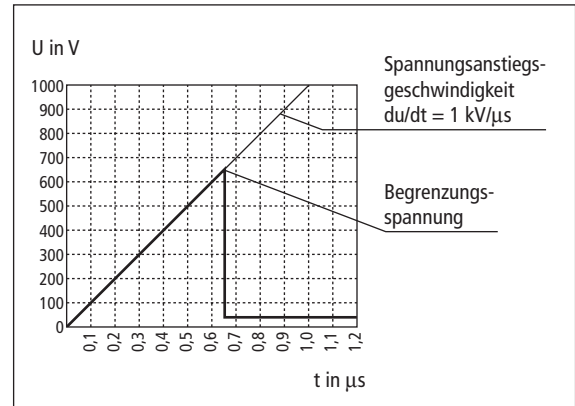


Bild 8.2.6 Ansprechverhalten eines ÜsAg bei $du/dt = 1 \text{ kV}/\mu\text{s}$

Jede dieser elektrischen Größen des zu übertragenden Nutzsignals kann die eigentliche zu übermittelnde Information enthalten.

Deshalb darf das Nutzsignal durch den Einsatz von Blitzstrom- und Überspannungs-Ableitern in MSR-Anlagen nicht unzulässig beeinflusst werden. Dabei sind für die Auswahl von Schutzgeräten für MSR-Anlagen einige Punkte zu beachten, die nachfolgend für unsere universellen Schutzgeräte BLITZDUCTOR CT beschrieben und durch Einsatzbeispiele illustriert werden (Bilder 8.2.1 – 8.2.4 und Tabelle 8.2.1).

Typenbezeichnung der Ableiter-Module

- C** zusätzliche Querspannungsbegrenzung und zusätzliche Entkopplungswiderstände im BLITZDUCTOR CT-Ausgang zur Entkopplung der BLITZDUCTOR-Schutzdioden von evtl. vorhandenen Dioden im Eingang des zu schützenden Gerätes (z.B. Clamping-Dioden, Optokoppler-Dioden)
- HF** Bauform zum Schutz hochfrequenter Übertragungsstrecken (Einsatz einer Diodenmatrix zur Überspannungsfinebegrenzung), Längs- und Querspannungsbegrenzung
- EX** Schutzgerät zum Einsatz in eigensicheren Messkreisen, ATEX und FISCO-Zulassung (Spannungsfestigkeit gegen Erde 500 V AC)

Technische Daten:

Schutzpegel U_p

Der Schutzpegel ist ein Parameter eines Überspannungsschutzgerätes, der die Leistungsfähigkeit

charakterisiert, die Spannung über seinen Anschlussklemmen zu begrenzen. Der Wert des Schutzpegels muss größer sein als der höchste Wert der gemessenen Begrenzungsspannungen.

Die gemessene Begrenzungsspannung ist die maximale Spannungshöhe, die über den Klemmen des Überspannungsschutzgerätes während der Beaufschlagung mit Stoßströmen und/oder Stoßspannungen von vorgegebener Stoßform und Amplitude gemessen wird.

Begrenzungsspannung bei einer Steilheit der verwendeten Prüfspannungswelle von $1 \text{ kV}/\mu\text{s}$

Diese Prüfung dient zur Ermittlung des Ansprechverhaltens von Gasentladungsableitern (ÜsAg). Diese Schutzelemente besitzen eine "Schaltcharakteristik". Die Wirkungsweise eines ÜsAg lässt sich als Schalter beschreiben, dessen Widerstand beim Überschreiten eines bestimmten Spannungswertes "automatisch" von $> 10 \text{ G}\Omega$ (im nichtgezündeten Zustand) auf Werte $< 0,1 \text{ }\Omega$ (im gezündeten Zustand) "springen" kann, so dass die anliegende Überspannung nahezu kurzgeschlossen wird. Der Spannungswert, bei dem das Ansprechen des ÜsAg erfolgt, ist abhängig von der Anstiegsgeschwindigkeit der einlaufenden Spannungswelle (du/dt).

Tendenziell gilt:

Je größer das du/dt , desto größer die Ansprechspannung des ÜsAg. Um eine Vergleichbarkeit der Ansprechwerte verschiedener ÜsAg's zu ermöglichen, wird zur Ermittlung der dynamischen Ansprechspannung eine Spannung mit der Anstiegsgeschwindigkeit $1 \text{ kV}/\mu\text{s}$ an die Elektroden des ÜsAg angelegt und der Ansprechwert ermittelt (Bilder 8.2.5 und 8.2.6).

Begrenzungsspannung bei Nennableitstoßstrom

Diese Prüfung dient zur Ermittlung des Begrenzungsverhaltens von Schutzelementen mit stetiger Begrenzungscharakteristik (Bild 8.2.7 und 8.2.8).

Nennstrom I_L

Der Nennstrom des BLITZDUCTORS CT kennzeichnet den zulässigen Betriebsstrom des zu schützenden Messkreises. Der Nennstrom des BLITZDUCTORS CT wird bestimmt durch die Stromtragfähigkeit und die Verlustleistung der zur Entkopplung zwischen Gasentladungsableitern und Feinschutzelementen verwendeten Impedanzen sowie durch die Folgestromlöschfähigkeit der Gasentladungsableiter. Er wird als Gleichstromwert angegeben (Bild 8.2.9).

Die Nennströme der einzelnen Ableiter-Module des BLITZDUCTORS CT sind aus Tabelle 8.2.2 zu entnehmen.

B	1 A		
BE	1 A	ME	1 A
BD	1 A	MD	1 A
BE C	0,1 A	ME C	0,1 A
BD HF	0,1 A	MD HF	0,1 A
BD HFD	0,1 A	MD HFD	0,1 A
		MD EX	0,5 A
		MD EX HFD	4,8 A

Tabelle 8.2.2 Nennströme der Ableiter-module BCT

das Endgerät (Bild 8.2.11) mit einem Messwertgeber verbindet, ist als gebäudeüberschreitende Leitung verlegt: Sie führt zum Messwertgeber, der sich im Feld befindet. Da sich auf dem Gebäude ein Äußerer Blitzschutz befindet, wird an dieser Stelle der Einsatz eines Blitzstrom-Ableiters TYPE 1 notwendig. Aus der Produktfamilie BLITZDUCTOR CT kommen dafür die Module BCT MLC B... oder B... in Frage.

Grenzfrequenz f_G

Die Grenzfrequenz beschreibt das frequenzabhängige Verhalten eines Ableiters. Als Grenzfrequenz gilt diejenige Frequenz, die unter bestimmten Prüfbedingungen eine Einfügungsdämpfung (a_E) von 3 dB hervorruft (siehe EN 61643-21). Wird nichts anderes ausgewiesen, bezieht sich die Frequenzangabe auf ein 50 Ohm-System (Bild 8.2.10).

Auswahlkriterien (AK)

1. Welches Ableitvermögen wird benötigt ?

Die Bemessung des Ableitvermögens des BLITZDUCTOR CT hängt davon ab, welche Schutzaufgabe durch diesen Ableiter erfüllt werden soll. Zur Vereinfachung der Auswahl sind die nachfolgenden Fälle a bis d angegeben.

Fall a:

In diesem Anwendungsfall befindet sich das zu schützende Endgerät in einem Gebäude mit Äußerem Blitzschutz oder das Gebäude besitzt metallene, blitzeinschlaggefährdete Dachaufbauten (z. B. Antennenmaste, Klimageräte). Das MSR- oder Telekommunikationskabel, das

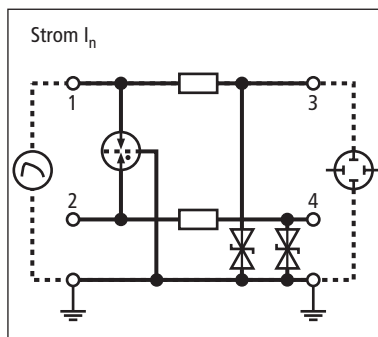


Bild 8.2.7 Prüfaufbau zur Ermittlung der Begrenzungsspannung bei Nennableitstoßstrom

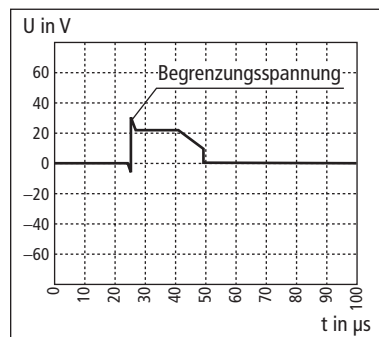


Bild 8.2.8 Begrenzungsspannung bei Nennableitstoßstrom

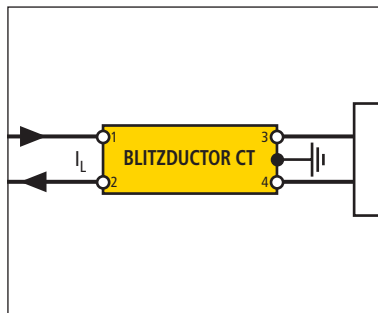


Bild 8.2.9 Nennstrom des BLITZDUCTORS CT

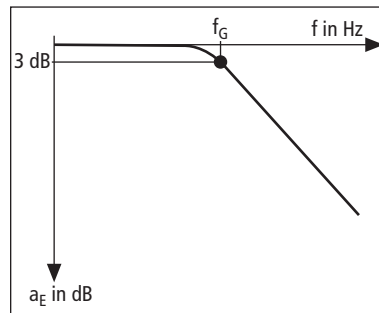


Bild 8.2.10 Typischer Frequenzgang eines BLITZDUCTORS CT

schutz: Es wird hier nicht unmittelbar mit dem Auftreten von direkten Blitzströmen gerechnet. Der Einsatz eines blitzstromtragfähigen TYPE 1 Ableiters ist nur dann erforderlich, wenn das MSR-Kabel durch benachbarte Gebäude blitzbeeinflusst werden kann.

Wird dies ausgeschlossen, dann kommt das BLITZDUCTOR CT Modul **BCT MOD M...** als Überspannungsschutz TYPE 2 zum Einsatz (**Bild 8.2.12**).

Fall c:

Im Fall c wird im Bereich der MSR-/ Telekommunikationsverkabelung keine gebäudeüberschreitende Leitung verlegt. Trotzdem das Gebäude über einen Äußeren Blitzschutz verfügt, kann in dem betrachteten Bereich des Telekommunikationssys-

temes kein direkter Blitzstrom einkoppelt werden. Damit erfolgt in diesem Fall die Anwendung von Überspannungs-Ableitern. Die eingesetzten Ableiter der BLITZDUCTOR CT-Produktfamilie sind mit **BCT MOD M...** gekennzeichnet (**Bild 8.2.13**).

Fall d:

Der Fall d unterscheidet sich zum Fall c dahingehend, dass das betreffende Gebäude keinen Äußeren Blitzschutz besitzt und auch keine gebäudeüberschreitenden MSR-/Telekommunikationskabel verlegt sind. Damit sind zum Schutz der Geräte nur Überspannungs-Ableiter erforderlich. Wie auch im Beispiel b und c erfolgt auch hier der Einsatz von Ableiter-Modulen **BCT MOD M...** der BLITZDUCTOR CT-Produktfamilie (**Bild 8.2.14**).

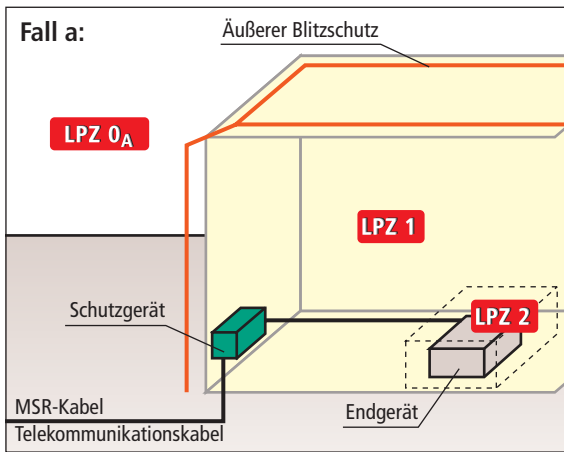


Bild 8.2.11 Gebäude mit Äußerem Blitzschutz und gebäudeüberschreitender Leitungsverlegung entsprechend Blitz-Schutzonen-Konzept

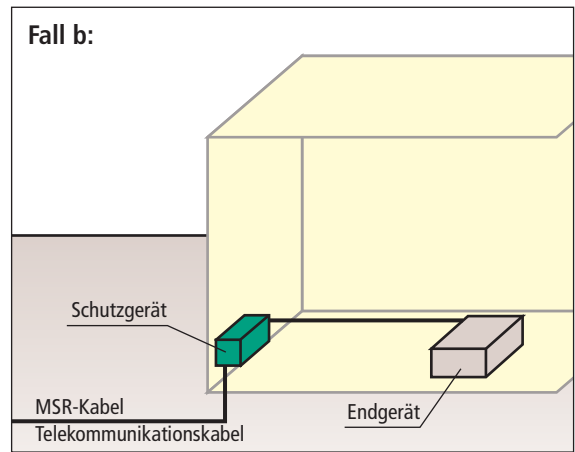


Bild 8.2.12 Gebäude ohne Äußeren Blitzschutz und gebäudeüberschreitender Leitungsverlegung

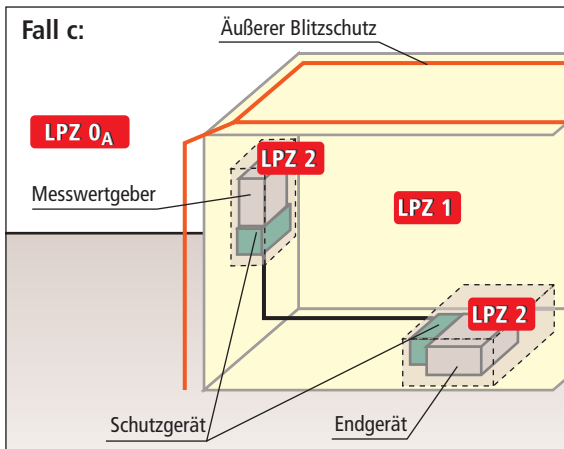


Bild 8.2.13 Gebäude mit Äußerem Blitzschutz und gebäudeinterner Leitungsverlegung entsprechend Blitz-Schutzonen-Konzept

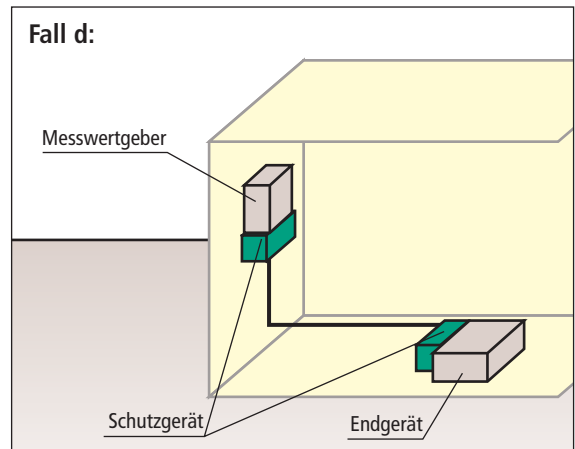


Bild 8.2.14 Gebäude ohne Äußeren Blitzschutz und gebäudeinterner Leitungsverlegung



2. Gegen welche Störphänomene soll geschützt werden ?

Bei der Einteilung von Störphänomenen wird grundsätzlich unterschieden in **Längs- und Querüberspannungen**. **Längsüberspannungen** treten immer **zwischen dem Signalleiter und Erde** auf, während dem **Querüberspannungen** ausschließlich **zwischen zwei Signalleitungen** auftreten. Die meisten der in Signalstromkreisen auftretenden Störungen sind Längsüberspannungen. Für die Auswahl von Schutzgeräten bedeutet dies, dass in der Regel Schutzgeräte ausgewählt werden sollen, die eine Feinbegrenzung der Überspannung zwischen Signalader und Erde vornehmen (**Typ ...E**). Bei bestimmten Eingangsstufen von Geräten, wie z. B. Trennübertragern, ist eine Feinbegrenzung der Überspannung zwischen Ader und Erde entbehrlich. Hier erfolgt der Schutz gegen Längsüberspannungen ausschließlich durch die Gasentladungs-Ableiter. Da diese jedoch ein unterschiedliches zeitliches Ansprechverhalten zeigen, tragen Gasentladungs-Ableiter durch ihr Ansprechen dazu bei, dass aus der Längsüberspannung u. U. eine Querüberspannung erzeugt werden kann. Deshalb ist in einem solchen Fall ein Feinschutzelement zwischen den Signaladern eingesetzt (**Typ ...D**).

3. Bestehen spezielle Anforderungen der Anpassung der Schutzschaltung an die Eingangsschaltung des zu schützenden Gerätes ?

Mitunter kann es erforderlich sein, Geräteeingänge gegen das Auftreten von Längs- und Querüberspannungen zu schützen. Die Eingangsstufen von derartigen zu schützenden elektronischen Geräten sind in der Regel bereits mit eigenen Schutzschaltungen versehen oder besitzen Optokopplereingänge zur Potentialtrennung des Signalkreises und der internen Schaltung des Automatisierungsgerätes. Damit sind zusätzliche Maßnahmen zur Entkopplung des BLITZDUCTORS CT zur Eingangsschaltung des zu schützenden Gerätes notwendig. Diese Entkopplung wird realisiert durch zusätzliche Entkopplungselemente zwischen den Feinschutzelementen und den Ausgangsklemmen des BLITZDUCTORS CT.

4. Wie hoch ist die zu übertragende Signalfrequenz / Datenübertragungsgeschwindigkeit ?

Die Schutzschaltung des BLITZDUCTORS CT zeigt ein tiefpassähnliches Verhalten. Die Angabe der Grenzfrequenz gibt an, ab welchem Frequenzwert die zu übertragende Frequenz in der Amplitude

(mehr als 3 dB) bedämpft wird. Um die Rückwirkung des BLITZDUCTORS CT auf das Übertragungssystem in zulässigen Grenzen zu halten, muss die Signalfrequenz des Signalstromkreises unterhalb der Grenzfrequenz für den BLITZDUCTOR CT liegen. Die Angabe der Grenzfrequenz gilt für sinusförmige Größen. Im Bereich der Datenübertragung treten jedoch meistens keine sinusförmigen Signalformen auf. In diesem Zusammenhang ist darauf zu achten, dass die max. Datenübertragungsgeschwindigkeit des BLITZDUCTORS größer als die Übertragungsgeschwindigkeit des Signalkreises ist. Bei der Übertragung impulsförmiger Signalgrößen, bei denen die aufsteigende oder abfallende Impulsflanke bewertet wird, ist darauf zu achten, dass diese Flanke innerhalb einer bestimmten Zeit von L nach H oder von H nach L wechselt. Dieses Zeitintervall ist wichtig für das Erkennen einer Flanke und für das Durchfahren eines „verbotenen Bereiches“. Dieses Signal benötigt damit eine Frequenzbandbreite, die wesentlich höher ist als die Grundwelle dieser Schwingung. Die Grenzfrequenz für das Schutzgerät muss damit entsprechend hoch angesetzt werden. Als Faustregel gilt, dass die Grenzfrequenz nicht kleiner sein darf als das 5-fache der Grundwelle.

5. Wie groß ist der Betriebsstrom des zu schützenden Systems ?

Aufgrund der elektrischen Eigenschaften der in der Schutzschaltung des BLITZDUCTORS CT verwendeten Bauteile ist der Betriebsstrom, der über das Schutzgerät übertragen werden kann, begrenzt. Für die Anwendung bedeutet dies, dass der Betriebsstrom eines Signalsystems kleiner oder gleich dem Nennstrom des Schutzgerätes sein darf.

6. Welche maximal mögliche Betriebsspannung kann in dem zu schützendem System auftreten ?

Die max. auftretende Betriebsspannung im Signalkreis muss kleiner oder gleich der höchsten Dauer-spannung des BLITZDUCTORS CT sein, damit das Schutzgerät unter normalen Betriebsbedingungen keinerlei Begrenzungswirkung zeigt.

Die max. auftretende Betriebsspannung in einem Signalstromkreis ist in der Regel die Nennspannung des Übertragungssystems unter Berücksichtigung von Toleranzen. Im Bereich der Anwendung von Stromschleifen (z.B. 0 – 20 mA) ist für die max. mögliche Betriebsspannung immer die Leerlaufspannung des Systems anzusetzen.

7. Welchen Bezug hat die max. auftretende Betriebsspannung ?

Unterschiedliche Signalstromkreise besitzen unterschiedlichen Signalbezug (symmetrisch/ unsymmetrisch). Zum einen kann die Betriebsspannung des Systems als Ader/Ader Spannung angegeben werden und zum anderen als Ader/Erde Spannung. Das ist bei der Auswahl des Schutzgerätes zu berücksichtigen. Durch die unterschiedliche Schaltung der Feinschutzelemente im BLITZDUCTOR CT-Ableiter-Modul werden auch unterschiedliche Nennspannungen angegeben. Diese sind in **Bild 8.2.4** und **Tabelle 8.2.1** dargestellt.

8. Wirkt sich das Einschalten der Entkopplungsimpedanzen des BLITZDUCTORs CT in den Signalstromkreis nachhaltig beeinflussend auf die Signalübertragung aus ?

Zur Koordination der Schutzelemente im BLITZDUCTOR CT sind Entkopplungsimpedanzen eingebaut. Diese liegen unmittelbar im Signalstromkreis und können damit unter Umständen diesen beeinflussen. Insbesondere bei Stromschleifen (0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA) kann das Einschalten des BLITZDUCTORs CT eine Überschreitung der max. zulässigen Bürde des Signalstromkreises verursachen, wenn dieser bereits mit seiner max. zulässigen Bürde betrieben wird. Dies ist vor dem Einsatz zu betrachten!

9. Welche Schutzwirkung ist notwendig ?

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, den Schutzpegel für ein Überspannungsschutzgerät so zu bemessen, dass dieser unterhalb der Zerstörungsgrenze für ein Automatisierungs-/Telekommunikationsendgerät liegt. Das Problem bei einer derartigen Bemessung besteht darin, dass die Zerstörungsgrenze für ein Endgerät meist nicht bekannt ist. Deshalb ist es notwendig, hier ein anderes Vergleichskriterium heranzuziehen. Im Rahmen der Prüfung auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) müssen elektrische und elektronische Betriebsmittel eine Störfestigkeit gegenüber leitungsgeführten impulsförmigen Störgrößen aufweisen. Die Anforderungen für diese Prüfungen und die Prüfaufbauten sind in DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5) beschrieben. Für unterschiedliche Geräte, die in unterschiedlichen elektromagnetischen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden, werden unterschiedliche Prüfschärfegrade hinsichtlich der Störfestigkeit gegenüber impulsförmigen Störgrößen festgelegt. Diese Prüfschärfegrade tragen die Bezeichnung 1 bis 4,

wobei der Prüfschärfegrad 1 die geringsten Störfestigkeitsanforderungen (an die zu schützenden Geräte) beinhaltet und der Prüfschärfegrad 4 die höchsten Störfestigkeitsanforderungen eines Gerätes sicherstellt.

Für die Schutzwirkung eines Überspannungsschutzgerätes bedeutet dies, dass die mit dem Schutzpegel verbundene "Durchlassenergie" so gering sein muss, dass diese unterhalb der Störfestigkeit des betreffenden zu schützenden Gerätes liegt. Deshalb wurden die Yellow/Line Produkte in Ableiterklassen eingeteilt, mit deren Hilfe ein koordinierter Einsatz der Ableiter zum Schutz von Automatisierungsgeräten möglich ist. Die Störfestigkeitsprüfung für diese Geräte wurde zum Ausgangspunkt für die Ableiterklassensymbole genommen. Ist beispielsweise ein Automatisierungsgerät mit einem Prüfschärfegrad 1 geprüft, so darf das Schutzgerät nur eine max. "Durchlassenergie" haben, die diesem Störpegel entspricht. Für die Praxis bedeutet dies, dass Automatisierungsgeräte, die mit dem Prüfschärfegrad 4 geprüft wurden, dann störungsfrei arbeiten können, wenn der Ausgang des Schutzgerätes einen Schutzpegel entsprechend des Prüfschärfegrades 1, 2, 3 oder 4 aufweist. Damit ist es für den Anwender sehr einfach, geeignete Schutzgeräte auszuwählen.

10. Soll der Schutz in der Anlage ein- oder zweistufig ausgeführt werden ?

In Abhängigkeit von der Gebäudeinfrastruktur und von den Schutzanforderungen, die durch das Schutzzonen-Konzept gestellt werden, kann es notwendig sein, entweder Blitz- und Überspannungs-Ableiter räumlich getrennt voneinander zu installieren oder aber an einem Punkt der Anlage. Im ersten Fall ergibt sich der Einsatz des BLITZDUCTORs CT mit dem Ableiter-Modul BCT MLC B als Blitzstrom-Ableiter sowie dem BLITZDUCTOR CT-Ableiter-modul BCT MOD M... als Überspannungs-Ableiter. Sind Blitz- und Überspannungsschutzmaßnahmen an einem Punkt der Anlage erforderlich, so kann hier der Einsatz des Kombi-Ableiters, BLITZDUCTOR CT, Typ B..., erfolgen.

Anmerkung:

Die nachfolgenden Lösungsbeispiele zeigen die Auswahl von Überspannungsschutzgeräten der Produktfamilie BLITZDUCTOR CT anhand der bisher beschriebenen 10 Auswahlkriterien (AK). Das Resultat eines jeden einzelnen Auswahl schrittes

wird in der Spalte „Zwischen-Resultat“ angegeben.

Die Spalte „Gesamt-Resultat“ zeigt den Einfluss des jeweiligen Zwischen-Resultats auf das Gesamtauswahlergebnis.

Überspannungsschutz für eine elektrische Temperaturmesseinrichtung

Die elektrische Temperaturmessung von Medien in technologischen Prozessen wird in allen Industriezweigen betrieben. Dabei können die Einsatzbereiche sehr unterschiedlich sein: Sie reichen von der Lebensmittelverarbeitung über chemische Reaktionen bis hin zu Gebäude-Klimatisierung und Gebäude-Leittechnik. All diesen Prozessen ist eigen, dass der Ort der Messwerterfassung weit vom Ort der Messwertanzeige oder Verarbeitung entfernt ist. Durch diese langen Verbindungsleitungen bietet sich die Möglichkeit der Einkopplung von Überspannungen, die nicht nur durch atmosphärisch Entladungen verursacht sind. Nachfolgend wird deshalb ein Vorschlag zum Schutz gegen Überspannungen bei der Temperaturmessung mit einem Standard-Widerstandsthermometer Pt 100 erarbeitet werden. Das Gebäude, in dem sich diese Messeinrichtung befindet, besitzt keinen Äußeren Blitzschutz.

Die Messung der Temperatur erfolgt indirekt über die Messung des elektrischen Widerstandes. Der Pt 100-Fühler besitzt bei 0 °C einen Widerstandswert von 100 Ω. In Abhängigkeit von der Temperatur verändert sich dieser Wert, und zwar um ca. 0,4 Ω/K. Um die Temperatur zu messen, wird ein konstanter Mess-Strom eingepreßt, der einen Spannungsfall am Widerstandsthermometer verursacht, welcher proportional zur Temperatur ist. Um eine Eigenerwärmung des Widerstandsthermometers in Folge des Mess-Stromes zu verhin-

dern, ist dieser auf 1 mA begrenzt. Damit stellt sich am Pt 100 bei 0 °C ein Spannungsfall von 100 mV ein. Diese Messspannung muss nun an den Ort der Anzeige oder Auswertung übertragen werden (**Bild 8.2.15**). Von den verschiedenen, für einen Pt 100-Messfühler möglichen Anschlusstechniken an den Messumformer sei exemplarisch die Vier-Leiterschaltung herausgegriffen. Sie stellt die optimale Anschlusstechnik für Widerstandsthermometer dar. Sie dient der völligen Ausschaltung des Einflusses des Leitungswiderstandes und seiner temperaturbedingten Schwankungen auf das Messergebnis. Der Pt 100-Fühler wird mit einem eingepreßten Strom gespeist. Die Änderung des Leitungswiderstandes wird durch die automatische Verstellung der Speisespannung kompensiert. Ändert sich also der Leitungswiderstand nicht, so ist die gemessene Spannung U_m gleich konstant. Diese Messspannung wird also nur durch die Änderung des Messwiderstandes in Abhängigkeit der Temperatur verändert und wird hochohmig durch den Messwandler am Messumformer abgegriffen. Ein Leitungsungleich ist deshalb in dieser Anschlusstechnik nicht erforderlich.

Anmerkung:

Zur Vereinheitlichung der Bestückung des Temperaturmess-Systems mit Überspannungsschutzgeräten werden sowohl Speise- als auch Messleitungen mit den gleichen Schutzgerätetypen ausgerüstet. In der Praxis hat es sich bewährt, die Adernpaare für die Speisung und die Messung jeweils einem Schutzgerät zuzuordnen (**Tabelle 8.2.3**).

Ein Überspannungsschutz der 230 V-Versorgung des Pt 100-Messumformers sowie der vom Pt 100-Messumformer abgehenden 4 ... 20 mA Stromschleife ist ebenfalls erforderlich, jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit in dem Lösungsbeispiel nicht gezeigt.

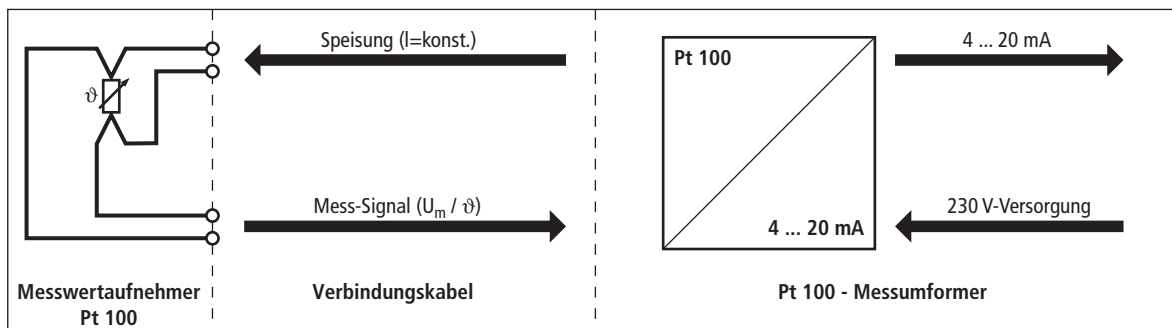


Bild 8.2.15 Blockschaltbild Temperaturmessung

AK	Fall-Beschreibung	Zwischen-Resultat	Gesamt-Resultat
1	Der Messwertaufnehmer befindet sich an einem Prozessgerüst in einer Fabrikationshalle und der Messumformer in einer Messwarte innerhalb des Fabrikationsgebäudes. Das Gebäude besitzt keinen Äußeren Blitzschutz. Die Messleitungen verlaufen innerhalb des Gebäudes. Dieses Beispiel entspricht dem Fall d (Bild 8.2.14) .	BLITZDUCTOR CT BCT MOD M...	BLITZDUCTOR CT BCT MOD M...
2	Die Überspannungsgefährdung der Messwertaufnehmer Pt 100 als auch des Pt 100-Messumformer tritt zwischen Signalader und Erde auf. Damit ist eine Längsspannungs-Feinbegrenzung notwendig.	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ...E	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME
3	Es bestehen keine speziellen Anforderungen der Anpassung der Schutzschaltung an die Eingangsschaltung der zu schützenden Geräte (Pt 100, Pt 100-Messumformer).	Kein Einfluss	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME
4	Bei der zu schützenden Temperaturmesseinrichtung handelt es sich um ein System, das mit Gleichstrom betrieben wird. Die temperaturabhängige Messspannung ist ebenfalls eine Gleichspannungsgröße. Damit sind keinerlei Signalfrequenzen zu beachten.	Kein Einfluss	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME
5	Der Betriebsstrom des Speisestromkreises ist aufgrund des physikalischen Messprinzips eines Pt 100 auf 1 mA begrenzt. Der Betriebsstrom des Mess-Signals liegt aufgrund des sehr hochohmigen Messabgriffes im μA -Bereich.	I_L des Typs ME = 1 A $1 \text{ mA} < 1 \text{ A} \Rightarrow \text{ok}$ $\mu\text{A} < 1 \text{ A} \Rightarrow \text{ok}$	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME
6	Die maximal auftretende Betriebsspannung in diesem System ergibt sich aus folgender Überlegung: Gemäß DIN IEC 751 werden Pt 100 Messwiderstände bis zu einer maximalen Temperatur von 850°C ausgelegt. Der dazu gehörige Widerstand beträgt dabei 340Ω . Unter Beachtung des eingepprägten Messstromes von 1 mA ergibt sich dabei eine Messspannung von ca. 340 mV .	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ... 5 V	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
7	Die Betriebsspannung des Systems tritt Ader gegen Ader auf.	BCT MOD ME 5 V hat Nennspannung 5 V DC Ader \Rightarrow Erder, damit Ader \Rightarrow Ader, 10 V DC möglich \Rightarrow keine Beeinflussung des Messsignals	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
8	Durch die Verwendung der Vierleiterschaltung für die Temperaturmessung mit dem Pt100 wird eine vollständige Ausschaltung des Einflusses des Leitungswiderstandes und seiner temperaturbedingten Schwankungen auf das Messergebnis erreicht. Dies gilt auch für die Erhöhung des Leitungswiderstandes durch die Entkopplungsimpedanzen des BLITZDUCTORs CT.	Kein Einfluss	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
9	Der Pt 100-Messumformer besitzt eine Störfestigkeit gegenüber leitungsgeführten Störgrößen gemäß Prüfschärfegrad 2 nach DIN EN 61000-4-5. Die mit dem Schutzpegel des Überspannungs-Schutzgerätes in Zusammenhang stehende "Durchlassenergie" darf maximal dem Prüfschärfegrad 2 der DIN EN 61000-4-5 entsprechen.	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5 TYPE 2 P1 "Durchlassenergie" entsprechend Prüfschärfegrad 1 "Durchlassenergie" des Schutz- gerätes ist geringer als Störfestig- keit des Endgerätes \Rightarrow TYPE 2 P1 ist ok.	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
10	Der Überspannungsschutz soll einstufig ausgeführt werden.	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5 \Rightarrow Überspannungs-Ableiter	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
		Auswahlergebnis:	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5

Tabelle 8.2.3 Auswahlkriterien für elektrische Temperaturmesseinrichtung

8.2.1 Mess-Steuer-Regelanlagen

Mess-Steuer- und Regelanlagen bieten aufgrund der großen räumlichen Entfernung zwischen dem Messwertaufnehmer und der Auswerteeinheit die Möglichkeit der Einkopplung von Überspannungen. Die damit verbundene Zerstörung von Komponenten und ein Ausfall kompletter Regeleinheiten kann einen prozesstechnischen Ablauf empfindlich stören. Oftmals wird das Ausmaß eines Überspannungsschadens durch Blitzeinwirkung erst nach Wochen bekannt, indem immer mehrere elektronischer Komponenten getauscht werden müssen, da sie nicht mehr sicher arbeiten. Schlimme Folgen für den Betreiber kann ein solcher Schaden beim Einsatz eines sog. Feldbussystems haben, indem hier alle im Segment zusammen intelligenten Feldbuskomponenten gleichzeitig ausfallen können.

Abhilfe schafft hier der Einsatz von Blitz- und Überspannungsschutzgeräten (SPD), die schnittstellenspezifisch ausgewählt werden müssen.

Typische Schnittstellen und die systemspezifischen Schutzgeräte dazu finden Sie in unserem Produktkatalog "Überspannungsschutz" oder unter www.dehn.de.

Galvanische Trennung durch Optokoppler:

Oftmals werden zur Signalübertragung in prozesstechnischen Anlagen, um die Feldseite von der Prozessseite galvanisch zu trennen, optoelektronische Bauelemente (Bild 8.2.1.1) eingesetzt, die

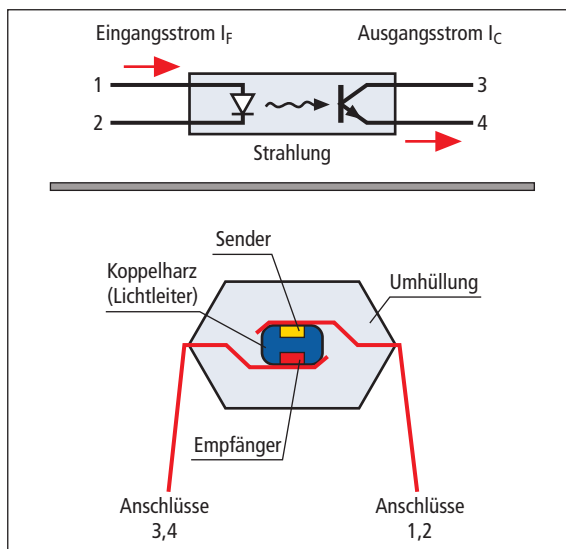


Bild 8.2.1.1 Optokoppler – Prinzipdarstellung

typischerweise eine Spannungsfestigkeit zwischen Ein- und Ausgang von einigen 100 V bis 10 kV herstellen. Sie sind in ihrer Funktion also mit Übertragern vergleichbar und können in erste Linie zum Abblocken von geringen Längsspannungen eingesetzt werden. Einen ausreichenden Schutz gegen das Auftreten von Längs- und Querspannungen im Falle einer Blitzbeeinflussung (> 10 kV) oberhalb ihrer Sender/Empfänger-Stoßspannungsfestigkeit können sie jedoch nicht geben.

Fälschlicherweise gehen viele Planer und Betreiber solcher Anlagen davon aus, dass hiermit auch der Blitz- und Überspannungsschutz realisiert worden ist. An dieser Stelle sei aber ausdrücklich betont, dass mit dieser Spannung lediglich die Isolationsfestigkeit zwischen Ein- und Ausgang (Längsspannung) gegeben ist. Das heißt, dass bei ihrem Einsatz in Übertragungssystemen neben der Längsspannungsbegrenzung zusätzlich auch auf eine ausreichende Querspannungsbegrenzung geachtet werden muss. Darüber hinaus wird durch die Integration zusätzlicher Entkopplungswiderstände am Ausgang des SPDs eine energetische Koordination zur Optokopplerdiode erreicht.

Somit müssen in diesem Fall längs- und querspannungsbegrenzende SPDs z. B. BLITZDUCTOR XT Typ BXT ML BE C 24 eingesetzt werden.

Detaillierte Ausführungen zur anwendungsspezifischen Auswahl von Schutzgeräten für die MSR-Technik werden im Kapitel 9 gezeigt.

8.2.2 Gebäudemanagementtechnik

Steigender Kostendruck zwingt die Besitzer und Betreiber von Gebäuden im öffentlichen und privatwirtschaftlichen Bereich immer mehr, nach Kosteneinsparpotenzialen beim Gebäudebetrieb zu suchen. Die Methode, mit deren Hilfe die Kosten nachhaltig gesenkt werden können, ist das Technische Gebäudemanagement (TGM). Bei dem technischen Gebäudemanagement handelt es sich um ein umfassendes Instrumentarium, um technische Ausstattung von Gebäuden kontinuierlich bereitzustellen, funktionsfähig zu halten und an wechselnde organisatorische Bedürfnisse anzupassen. Dadurch ist eine optimale Bewirtschaftung möglich, die die Wirtschaftlichkeit einer Immobilie steigert.

Die Gebäudeautomation (GA) ist gewachsen aus der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR) einerseits und der zentralen Leittechnik (ZLT) auf der anderen Seite. Dabei hat die Gebäudeautoma-

tion die Aufgabe, die gebäudetechnischen Funktionen in ihrer Gesamtheit zu automatisieren. Dabei wird auf der Managementebene (Bild 8.2.2.1) die Gesamtanlage aus Raumautomation, der M-Busmessanlage sowie der Heizung-Lüftung-Klima- und Störmeldeanlage über leistungsfähige Rechner miteinander vernetzt. In der Managementebene findet die Datenarchivierung statt. Durch Langzeitspeicherung von Daten können Auswertungen über den Energieverbrauch und die Einstellung der Anlagen im Gebäude gewonnen werden.

Auf der Automationsebene befindet sich die eigentlichen Regelgeräte. Vermehrt werden DDC-Stationen (Direct Digital Control) eingesetzt, welche die ganzen Regel- und Schaltfunktionen softwaremäßig implementieren. In der Automations-ebene sind sämtliche Betriebsarten, Regelparameter, Sollwerte, Schaltzeiten, Alarmgrenzwerte und die zugehörige Software abgelegt.

Auf der untersten Ebene, der Feldebene, befinden sich die Feldgeräte, wie Aktoren und Sensoren. Sie stellen die Schnittstelle zwischen der elektrischen

Steuerung/Regelung und dem Prozess dar. Aktoren wandeln ein elektrisches Signal in eine andere physikalische Größe (Motoren, Ventile, etc.) um. Sensoren wandeln eine physikalische Größe in ein elektrisches Signal (Temperaturfühler, Endschalter, etc.) um.

Gerade die weitverzweigte Vernetzung von DDC-Stationen und die damit verbundene Integration in Gebäudeleittechnik-Systeme bietet eine große Angriffsfläche für Störungen verursacht durch Blitzströme und Überspannungen. Kommt es dadurch zum Ausfall der gesamten Lichtsteuerung, Klima- oder Heizungsregelung, verursacht dies nicht nur primäre Kosten an der Technik, sondern gerade auch die Folgen des Ausfalls der Anlage schlagen zu Buche. So können empfindliche Mehrkosten beim Energiebezug entstehen, da Spitzenlastwerte durch den Defekt der Steuerelektronik nicht mehr analysiert und optimiert werden können. Sind Produktionsprozesse in der GA mit integriert, führen Schäden an der GA zu Produktionsausfällen und damit durchaus zu hohem wirt-

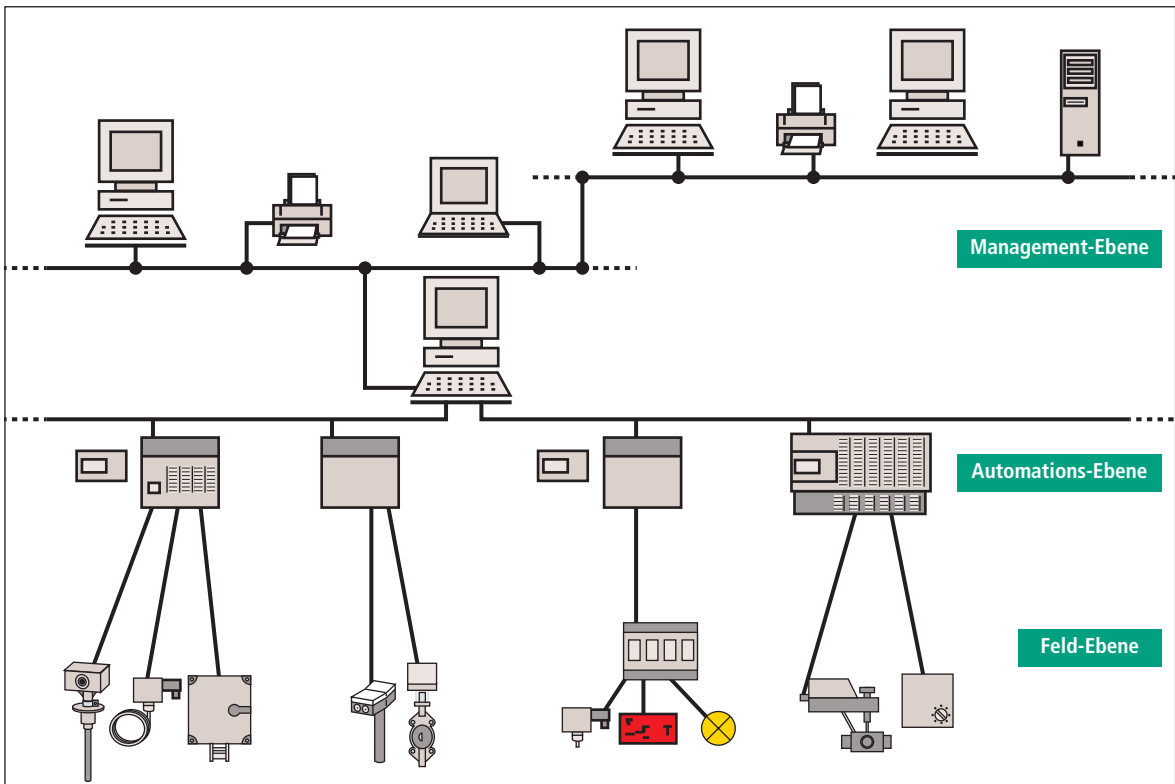


Bild 8.2.2.1 Ebenenmodell einer Gebäudeautomation

schaftlichen Schaden. Um die Verfügbarkeit dauerhaft sicherzustellen, sind Schutzmaßnahmen notwendig, die sich nach dem zu beherrschenden Risiko richten.

8.2.3 Anwendungsneutrale Systemverkabelung (EDV-Netzwerke, TK-Anlagen)

Die europäische Norm EN 50173 „Informationstechnik – Anwendungsneutrale Verkabelungssysteme“ definiert ein universelles Verkabelungssystem, das innerhalb von Standorten mit einem oder mehreren Gebäuden verwendet werden kann. Sie behandelt Verkabelungen mit symmetrischen Kupferkabeln und Lichtwellenleiter-Kabeln (LWL-Kabel). Diese universelle Verkabelung unterstützt eine breite Palette von Diensten einschließlich Sprache, Daten, Text und Bild.

Sie bietet:

- ⇒ ein anwendungsunabhängiges, universell einsetzbares Verkabelungssystem und einen offenen Markt für Verkabelungskomponenten (aktive wie passive),
- ⇒ den Anwendern eine flexible Verkabelungstopologie, in dem sich Änderungen leicht und wirtschaftlich durchführen lassen,
- ⇒ den Errichtern von Gebäuden eine Anleitung für die Installation einer Verkabelung, bevor spezifische Anforderungen bekannt sind (d.h. schon bei der Planung, unabhängig welche Plattform später installiert wird),
- ⇒ der Industrie und den Normungsgremien für Netzanwendungen ein Verkabelungssystem, das aktuelle Produkte unterstützt und eine Basis für zukünftige Produktentwicklungen bilden.

Die universelle Verkabelung besteht aus folgenden funktionellen Elementen:

- ⇒ Standortverteiler (SV),
- ⇒ Primärkabel,
- ⇒ Gebäudeverteiler (GV),
- ⇒ Sekundärkabel,
- ⇒ Etagenverteiler (EV),
- ⇒ Tertiärkabel,
- ⇒ Kabelverzweiger (wahlweise) (KV),
- ⇒ Informationstechnischer Anschluss (TA).

Gruppen dieser funktionellen Einheiten sind zu Teilsystemen der Verkabelung verbunden.

Ein universelles Verkabelungssystem besteht aus drei Teilsystemen: Primär-, Sekundär- und Tertiär-Verkabelung. Die Teilsysteme der Verkabelung bilden, wie im **Bild 8.2.3.1** gezeigt, zusammen eine universelle Verkabelungsstruktur. Mit Hilfe der jeweiligen Verteiler können beliebige Netztopologien wie Bus, Stern, Baum und Ring realisiert werden.

Das Teilsystem der Primärverkabelung reicht vom Standortverteiler bis zu dem (den) Gebäudeverteiler(n), die üblicherweise in verschiedenen Gebäuden sind. Wenn vorhanden, enthält es die Primärkabel, ihre Auflagepunkte (am Standort- und an den Gebäudeverteilern) und die Rangiereinrichtungen im Standortverteiler.

Ein Teilsystem der Sekundärverkabelung erstreckt sich vom (von den) Gebäudeverteiler(n) bis zu dem (den) Etagenverteiler(n). Das Teilsystem enthält die Sekundärkabel, ihre mechanischen Auflagepunkte (am Gebäude- und an den Etagenverteilern) und die Rangiereinrichtungen im Gebäudeverteiler.

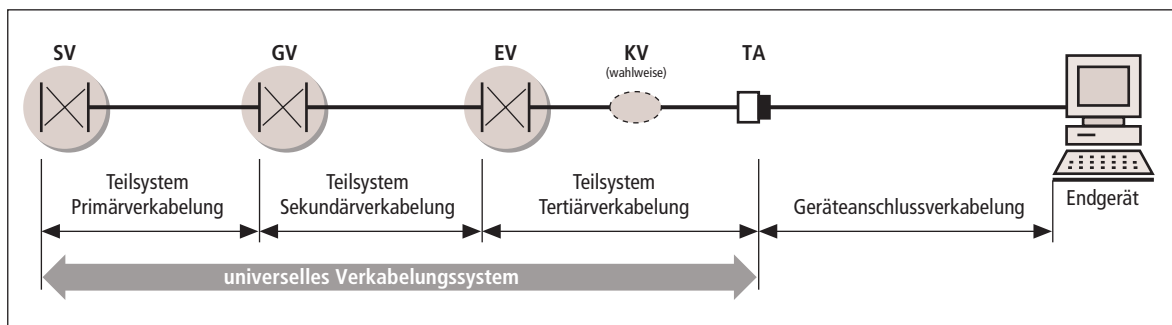


Bild 8.2.3.1 Anwendungsneutrale Verkabelungsstruktur

Das Teilsystem der Tertiärverkabelung reicht vom Etagenverteiler zu dem (den) angeschlossenen informationstechnischen Anschluss (Anschlüssen). Das Teilsystem enthält die Tertiärkabel, ihre mechanischen Auflagepunkte am Etagenverteiler, den Rangierverteiler im Etagenverteiler und die informationstechnischen Anschlüsse.

Zwischen dem Standort- und dem Gebäudeverteiler werden üblicherweise Lichtwellenleiter als Datenverbindung verwendet. Somit sind also von der Feldseite her gesehen keine Überspannungs-Ableiter (SPD) erforderlich. Falls jedoch die LWL-Kabel einen metallischen Nagetierschutz mit sich führen, so muss dieser in das Blitzschutzsystem mit integriert werden. Die aktiven LWL-Komponenten zur Verteilung der Lichtwellenleiter werden jedoch energieseitig mit 230 V versorgt. Hier können SPDs für die Energietechnik eingesetzt werden.

Die Sekundärverkabelung (Gebäudeverteiler zu Etagenverteiler) wird heutzutage für die Übertragung von Daten fast ausschließlich mit LWL verkabelt. Für die Übertragung von Sprache (Telefon)

werden jedoch noch immer symmetrische Kupferkabel (sog. Stammkabel) eingesetzt. Bei der Tertiärverkabelung (Etagenverteiler und Endgerät) setzt man heute bis auf wenige Ausnahmen symmetrischen Kupferkabel ein.

Bei Leitungslängen von ca. 500 m (Sekundärverkabelung) oder ca. 100 m (Tertiärverkabelung) können bei direkten Blitzeinschlägen in das Gebäude (Bild 8.2.3.2) hohe Längsspannungen induziert werden, die das Isolationsvermögen eines Routers und/oder einer ISDN-Karte im PC überlasten würden. Hier sind sowohl im Gebäude-/Etagenverteiler (Hub, Switch, Router) als auch am Endgerät (TA) Schutzmaßnahmen vorzusehen.

Die hier erforderlichen Schutzgeräte sind entsprechend der Netzanwendung auszuwählen. Übliche Netzanwendungen sind:

- ⇒ Token Ring,
- ⇒ Ethernet 10 Base T,
- ⇒ Fast Ethernet 100 Base TX,
- ⇒ Gigabit Ethernet 1000 Base TX.

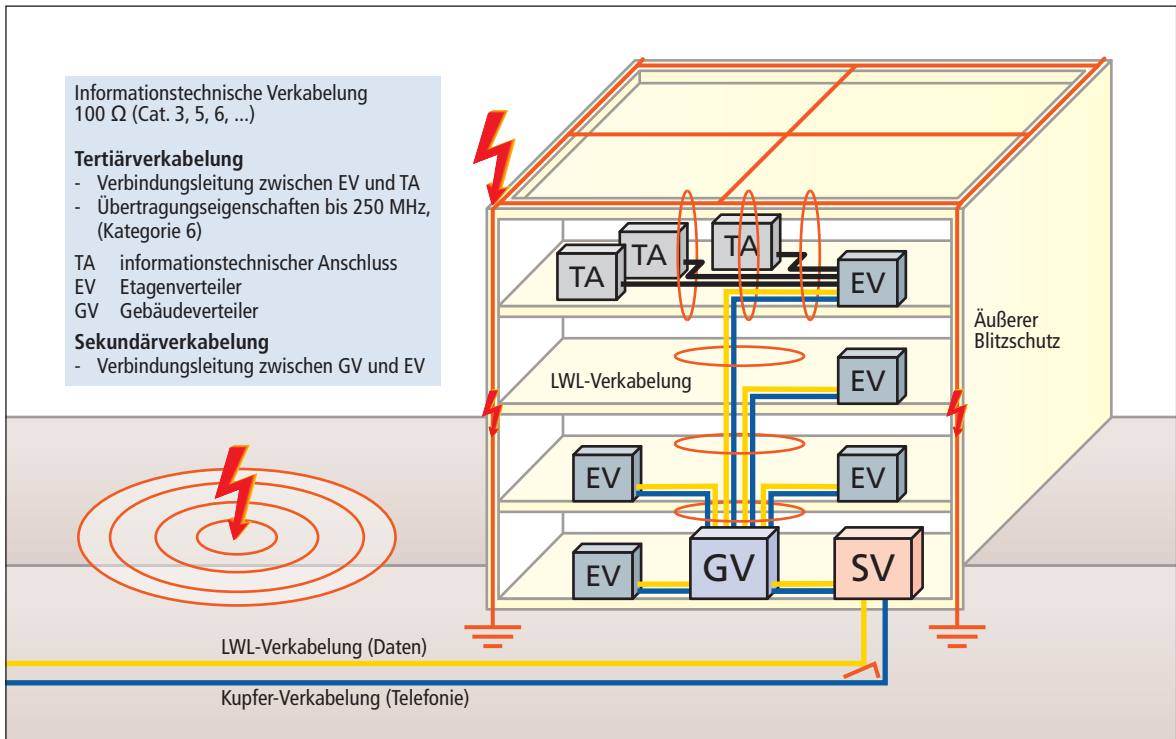


Bild 8.2.3.2 Blitzbeeinflussung in IT-Verkabelung

8.2.4 Eigensichere Messkreise

In allen Bereichen der Industrie, in denen bei der Verarbeitung oder dem Transport brennbarer Stoffe Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube entstehen, die im Gemisch mit Luft eine explosionsfähige Atmosphäre in Gefahr drohender Menge bilden können, müssen zum Schutz vor Explosionen besondere Maßnahmen getroffen werden.

Abhängig von der Möglichkeit und der zeitlichen Dauer des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre werden Bereiche der Ex-Anlage in Zonen eingeteilt – sogenannte Ex-Zonen.

Ex-Zonen:

Die Ex-Zonen mit Bereichen, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphären, durch zum Beispiel Gase, Dämpfe und Nebel entstehen, werden in Ex-Zonen 0 bis 2 und in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphären durch Stäube entstehen können, in Ex-Zonen 20 bis 22, eingeteilt.

Entsprechend der Zündfähigkeit der im jeweiligen Anwendungsbereich auftretenden entzündlichen Stoffe werden die Explosionsgruppen I, IIA, IIB und IIC unterschieden, für die unterschiedliche Zündgrenzkurven vorgegeben sind. Die Zündgrenzkurve, abhängig vom Zündverhalten des zu betrachtenden zündfähigen Stoffes, gibt die Maximalwerte für Betriebsspannung und Betriebsstrom an.

Die Explosionsgruppe IIC enthält die zündwilligsten Stoffe, zum Beispiel Wasserstoff und Acetylen. Diese Stoffe besitzen bei Erwärmung verschiedene Zündtemperaturen, die durch die Einordnung in die Temperaturklassen (T1..., T6) festgelegt sind.

Um zu vermeiden, dass elektrische Betriebsmittel in explosionsfähigen Atmosphären Zündquellen bilden, werden diese in unterschiedlichen Zündschutzarten ausgeführt. Eine Zündschutzart, die weltweit besonders in der Mess-, Steuer- und Regeltechnik Anwendung findet, ist die Eigensicherheit Ex(i).

Zündschutzart Eigensicherheit:

Die Zündschutzart Eigensicherheit basiert auf dem Prinzip der Strom- und Spannungsbegrenzung in einem Stromkreis. Die Energie des Stromkreises oder eines Teiles des Stromkreises, die in der Lage ist, explosionsfähige Atmosphäre zum Zünden zu bringen, wird dabei so gering gehalten, dass weder durch Funken noch durch unzulässige Oberflächenerwärmung der elektrischen Bauteile die Zündung der umgebenden explosionsfähigen

Atmosphäre stattfinden kann. Außer Spannung und Strom der elektrischen Betriebsmittel müssen die als Energiespeicher wirkenden Induktivitäten und Kapazitäten im gesamten Stromkreis auf sichere maximale Werte begrenzt werden.

In Bezug auf den sicheren Betrieb eines zum Beispiel MSR-Stromkreises bedeutet dies, dass weder die beim betriebsmäßigen Öffnen und Schließen des Stromkreises (z. B. an einem im eigensicheren Stromkreis liegenden Schaltkontakt) entstehenden Funken, noch solche, die im Fehlerfall (z. B. bei einem Kurzschluss oder Erdschluss) auftreten, zündfähig sein dürfen. Außerdem muss sowohl für den normalen Betrieb als auch für den Fehlerfall eine Wärmezündung durch zu hohe Erwärmung der im eigensicheren Stromkreis befindlichen Betriebsmittel und Leitungen ausgeschlossen werden können.

Grundsätzlich ist damit die Zündschutzart Eigensicherheit auf Stromkreise begrenzt, in denen relativ kleine Leistungen erforderlich sind. Dies sind Stromkreise der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie der Datentechnik. Die durch die Begrenzung der im Stromkreis verfügbaren Energie erreichbare Eigensicherheit bezieht sich – im Gegensatz zu anderen Zündschutzarten – nicht auf einzelne Geräte, sondern auf den gesamten Stromkreis. Daraus resultieren einige erhebliche Vorteile gegenüber anderen Zündschutzarten.

Einmal sind für die im Feld eingesetzten elektrischen Betriebsmittel keine aufwendigen Sonderkonstruktionen, wie zum Beispiel druckfeste Kapselung oder Einbetten in Gießharz, notwendig, woraus sich im wesentlichen wirtschaftlichere Problemlösungen ergeben. Zum anderen erlaubt die Eigensicherheit dem Anwender als einzige Zündschutzart im explosionsgefährdeten Raum ohne Beeinträchtigung des Explosionsschutzes freizügig an allen eigensicheren Anlagen unter Spannung zu arbeiten.

Der wirtschaftliche Vorteil für die Verwendung von eigensicheren Stromkreisen liegt darin begründet, dass auch im Ex-Bereich handelsübliche, nicht ex-bescheinigte passive Betriebsmittel verwendet werden können. Damit ist diese Ex-Schutzart auch eine der einfachsten Installationsarten.

Gerade in der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik hat deshalb die Eigensicherheit erhebliche Bedeutung, nicht zuletzt im Zusammenhang mit dem zunehmenden Einsatz elektronischer Automatisierungssysteme. Allerdings stellt die Eigensicherheit höhere Anforderungen an den Planer

bzw. Errichter einer Anlage als andere Zündschutzarten. Die Eigensicherheit eines Stromkreises ist nicht nur abhängig von der Einhaltung der Baubestimmungen für die einzelnen Betriebsmittel, sondern auch von der richtigen Zusammenschaltung aller Betriebsmittel im eigensicheren Stromkreis und von der korrekten Installation.

Transiente Überspannungen im Ex-Bereich:

Die Zündschutzart Eigensicherheit betrachtet alle im System vorhandenen elektrischen Energiespeicher, nicht jedoch die von außen, zum Beispiel durch atmosphärische Entladungen eingekoppelten Überspannungen.

Eingekoppelte Überspannungen entstehen in großflächigen Industrieanlagen vor allem durch nahe und ferne Blitzeinschläge. Bei einem direkten Blitzeinschlag verursacht der Spannungsfall an der Erdungsanlage eine Potentialanhebung in der Größenordnung von einigen 10 bis 100 kV. Diese Potentialanhebung wirkt als Potentialdifferenz auf alle Betriebsmittel, die durch Leitungen mit entfernt angeordneten Betriebsmitteln verbunden sind. Diese Potentialdifferenzen sind erheblich größer als die Isolationsfestigkeiten der Betriebsmittel und können leicht überschlagen werden. Bei fernen Blitzeinschlägen wirken vor allem die eingekoppelten Überspannungen in Leitungen, die als Querspannung (Differenzspannung zwischen den Adern) die Eingänge elektronischer Betriebsmittel zerstören können.

Einteilung der elektrischen Betriebsmittel in Kategorie ia oder ib

Ein für den Explosionsschutz wesentlicher Gesichtspunkt der Zündschutzart Eigensicherheit ist

die Frage nach der Zuverlässigkeit bezüglich der Einhaltung der Spannungs- und Stromgrenzen, auch unter Annahme bestimmter Fehler. Man unterscheidet zwei Kategorien hinsichtlich der Zuverlässigkeit.

Die Kategorie ib beschreibt, dass bei Auftreten eines Fehlers im eigensicheren Stromkreis die Eigensicherheit noch erhalten bleiben muss.

Die Kategorie ia fordert, dass bei Auftreten von zwei voneinander unabhängigen Fehlern die Eigensicherheit noch aufrecht erhalten bleiben muss.

Die Einteilung des BLITZDUCTORs XT oder DEHN-connect DCO in die Kategorie ia ist die Einteilung in die höchste Kategorie. Damit darf der BLITZDUCTOR auch mit anderen Betriebsmitteln eingesetzt werden, die sich in der Ex-Schutzzone 0 und 20 befinden. Die besonderen Bedingungen der Ex-Schutzzone 0 und 20 sind ergänzend zu beachten und im Einzelfalle abzuklären.

Der prinzipielle Einsatz von SPD ist für einen MSR-Kreis im **Bild 8.2.4.1** dargestellt.

Maximalwerte von Strom I_0 , Spannung U_0 , Induktivität L_0 und Kapazität C_0

An die Schnittstelle zwischen Ex-Bereich und nicht Ex-Bereich/sicherer Bereich werden zur Trennung dieser zwei unterschiedlichen Bereiche Sicherheitsbarrieren oder Messumformer mit Ex(i)-Ausgangskreis eingesetzt.

Die sicherheitstechnischen Maximalwerte einer Sicherheitsbarriere oder eines Messumformers mit Ex(i)-Ausgangskreis sind durch die Prüfbescheinigungen einer autorisierten Prüfstelle festgelegt:

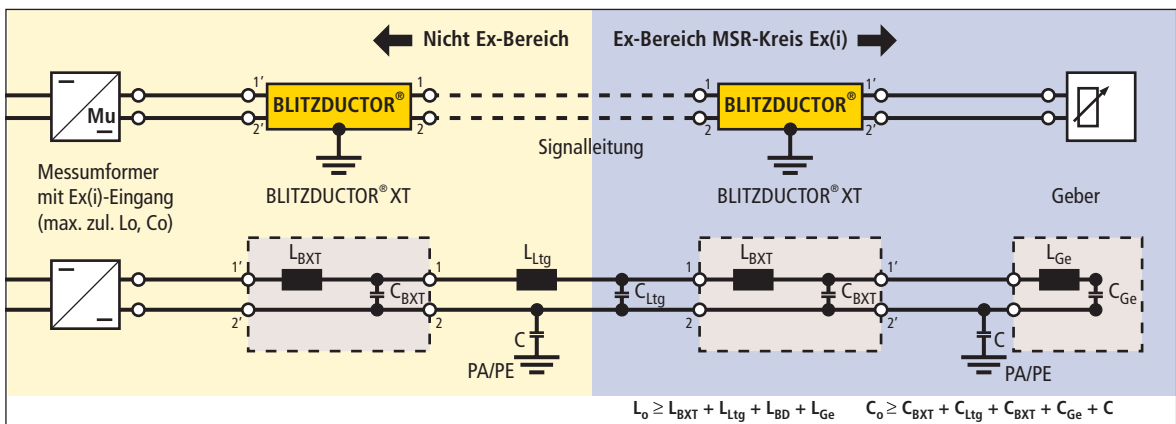


Bild 8.2.4.1 Berechnung von L_0 und C_0

- ⇒ maximale Ausgangsspannung U_0
- ⇒ maximaler Ausgangsstrom I_0
- ⇒ maximale äußere Induktivität L_0
- ⇒ maximale äußere Kapazität C_0

Der Planer/Errichter prüft in jedem Einzelfall, ob diese sicherheitstechnisch zulässigen Maximalwerte von den angeschlossenen, sich im eigensicheren Stromkreis befindlichen Betriebsmitteln (d.h. Feldgeräte, Leitungen und SPD), eingehalten werden. Die entsprechenden Werte sind dem Typenschild des zugehörigen Betriebsmittels oder der Baumauster-Prüfbescheinigung zu entnehmen.

Einteilung in Explosionsgruppen

Explosionsfähige Gase, Dämpfe und Nebel werden gemäß der zum Zünden der explosionsfähigsten Mischung mit Luft erforderlichen Funkenenergie klassifiziert.

Betriebsmittel werden entsprechend der Gase, mit denen sie verwendet werden können, klassifiziert. Die Gruppe II gilt für alle Einsatzbereiche, z.B. der chemischen Industrie, Kohle- und Getreideverarbeitung, außer Bergbau unter Tage.

Die Explosionsgefahr ist in der Gruppe II C am höchsten, da in dieser Gruppe ein Gemisch mit der geringsten Zündenergie berücksichtigt wird.

Die Bescheinigung des BLITZDUCTORS für die Explosionsgruppe II C erfüllt daher die höchsten, d.h. sensibelsten Ansprüche für ein Gemisch aus Wasserstoff in Luft.

Einteilung in Temperaturklassen

Bei der Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre durch eine heiße Oberfläche eines Betriebsmittels ist zur Auslösung der Explosion eine stofftypische Mindesttemperatur erforderlich. Die Zündtemperatur ist eine Stoffkennzahl, die das Zündverhalten der Gase, Dämpfe oder Stäube an

einer heißen Oberfläche kennzeichnet. Aus wirtschaftlichen Gründen werden daher Gase und Dämpfe in bestimmte Temperaturklassen eingeteilt. Die Temperaturklasse T6 beschreibt, dass die maximale Oberflächentemperatur des Bauteiles 85 °C im Betriebs- wie im Fehlerfall nicht überschreiten darf und die Zündtemperatur der Gase und Dämpfe über 85 °C liegen muss.

Mit der Klassifizierung T6 erfüllt der BLITZDUCTOR XT auch in diesem Punkt die höchste festgelegte Anforderung.

Entsprechend der Konformitätsbescheinigung der KEMA sind nachfolgende elektrischen Parameter zusätzlich zu beachten.

Auswahlkriterien für SPD – BLITZDUCTOR XT

Am Beispiel des BLITZDUCTORS XT, BXT ML4 BD EX 24 werden nachfolgend die für dieses Bauteil spezifischen Auswahlkriterien erläutert (Bilder 8.2.4.2a und 8.2.4.2b).

Dieses Bauteil besitzt eine von der KEMA ausgestellte Konformitätsbescheinigung.

Das Überspannungsschutzgerät hat folgende Klassifizierung: **II 2(1) G EEx ia IIC T4, T5, T6.**

Diese Klassifizierung sagt aus:

II Gerätegruppe – das SPD darf in allen anderen Bereichen außer im Grubenbau (Bergbau) eingesetzt werden.

2 (1) G Geräteklasse – das SPD darf bei explosionsfähiger Gasatmosphäre in Ex-Zone 1 und auch in Leitungen aus Zone 0 (zum Schutz von Endgeräten in Zone 0) installiert werden

EEx Die Prüfstelle bescheinigt die Übereinstimmung dieses elektrischen Betriebsmittels mit den harmonisierten europäischen Normen



Bild 8.2.4.2a Eigensicheres SPD

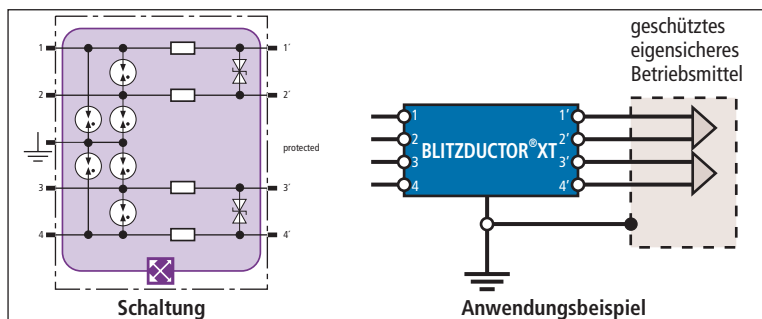


Bild 8.2.4.2b Prinzipdarstellung BXT ML4 BD EX 24

DIN EN 60079-0: 2004-12: Allgemeine Bestimmungen

DIN EN 50020: 2003-08: Eigensicherheit „i“

Das Betriebsmittel BLITZDUCTOR CT wurde erfolgreich einer Bauart-Prüfung unterzogen.

- ia Zündschutzart – das SPD beherrscht auch die Kombination von zwei beliebigen Fehlern im eigensicheren Stromkreis, ohne dass einen Zündung vom ihm ausgeht
- IIC Explosionsgruppe – das SPD erfüllt die Anforderungen der Explosionsgruppe IIC und darf auch bei zündfähigen Gasen wie Wasserstoff oder Acetylen eingesetzt werden.
- T4 zwischen -40 °C und +80 °C
- T5 zwischen -40 °C und +75 °C
- T6 zwischen -40 °C und +60 °C

Weitere wichtige elektrische Daten:

⇒ Maximale äußere Induktivität (L_0) und maximale äußere Kapazität (C_0):

Durch die besondere Bauteileauswahl im SPD BLITZDUCTOR XT sind die Werte der inneren Induktivität und Kapazität der verschiedenen Einzelkomponenten vernachlässigbar klein.

⇒ Maximaler Eingangsstrom (I_i):

Der höchstzulässige Strom, der über die Anschlusssteile eingespeist werden darf, beträgt 500 mA, ohne dass die Eigensicherheit aufgehoben wird.

⇒ Maximale Eingangsspannung (U_i):

Die höchste Spannung, die an dem SPD BLITZDUCTOR XT angelegt werden darf, ist 30 V, ohne dass die Eigensicherheit aufgehoben wird.

Isolationsfestigkeit

Die Isolierung zwischen einem eigensicheren Stromkreis und dem Chassis des elektrischen Betriebsmittels oder anderen Teilen, die geerdet sein können, muss üblicherweise dem Effektivwert einer Prüfwechselfeldspannung vom doppelten Wert der Spannung des eigensicheren Stromkreises oder 500 V, je nachdem, welcher Wert höher ist, Stand halten.

Betriebsmittel mit einer Isolationsfestigkeit < 500 V AC gelten als geerdet.

Eigensichere Betriebsmittel (z. B. Kabel, Messumformer, Geber, usw.) haben in der Regel eine Isolationsfestigkeit von > 500 V AC (**Bild 8.2.4.3**).

Eigensichere Stromkreise müssen geerdet werden, wenn dies aus Sicherheitsgründen erforderlich ist.

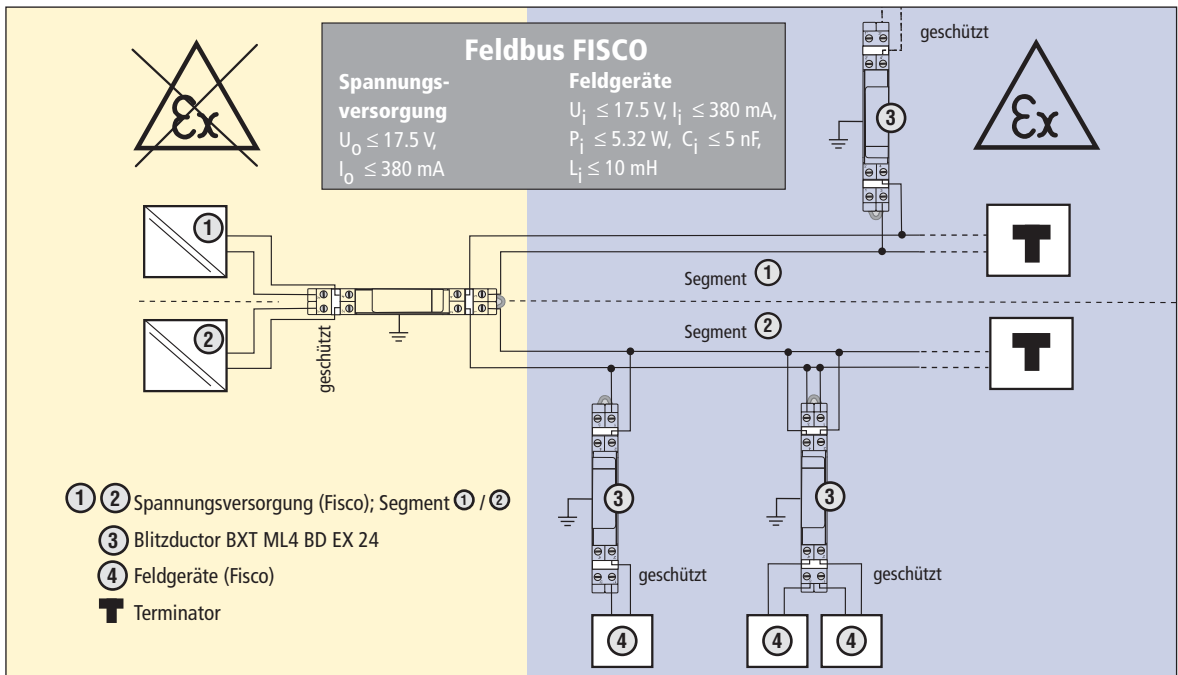


Bild 8.2.4.3 SPD in Ex-Anlagen – Isolationsfestigkeit > 500 V AC



der Potentialausgleichsleitung) einen Spannungsfall $U_L + U_R$ verursachen, der zu U_p addiert werden muss und die Restspannung am Endgerät U_r ergibt.

$$U_r = U_p + U_L + U_R$$

Folgende Bedingungen ermöglichen einen optimalen Überspannungsschutz:

- ⇒ Die maximale Betriebsspannung U_c des SPDs sollte möglichst knapp über der Leerlaufspannung des Systems liegen.
- ⇒ U_p des SPDs sollte möglichst klein sein, da zusätzliche Spannungsfälle durch die Installation sich dann weniger auswirken.
- ⇒ Der Potentialausgleich sollte möglichst niederimpedant ausgeführt werden.
- ⇒ Die Installation des SPDs sollte möglichst nahe am Endgerät erfolgen, da dies sich günstig auf die Restspannung auswirkt.

Einbaubeispiele:

Beispiel 1: Richtige Installation (Bild 8.2.5.1)

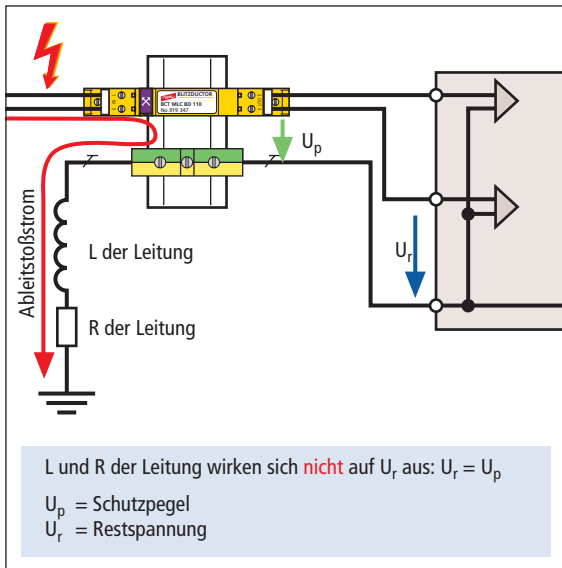


Bild 8.2.5.1 Richtige Installation

Das Endgerät wird nur direkt über den Erdanschlusspunkt des Ableiters geerdet. Dies hat zur Folge, dass das U_p des SPD auch wirklich am Endgerät ansteht. Diese Installationsform zeigt den für den Endgeräteschutz günstigsten Anwendungsfall.

$$U_r = U_p$$

$U_L + U_R$ wirken sich nicht aus

Beispiel 2: Häufigste Installation (Bild 8.2.5.2)

Das Endgerät wird direkt über den Erdanschlusspunkt des Ableiters und über die angeschlossenen Schutzleiter geerdet. Dies hat zur Folge, dass ein Teil des Ableitstoßstromes, je nach Impedanzverhältnis, über die Verbindung zum Endgerät abfließt. Um ein Überkoppeln der Störung von der Verbindungs-Potentialausgleichsleitung zu den geschützten Adern zu verhindern und die Restspannung klein zu halten, ist diese möglichst getrennt zu verlegen oder/und sehr niederimpedant auszuführen (z. B. metallene Montageplatte). Diese Installationsform zeigt die gängige Installationspraxis für Endgeräte der Schutzklasse I.

$$U_r = U_p + U_v$$

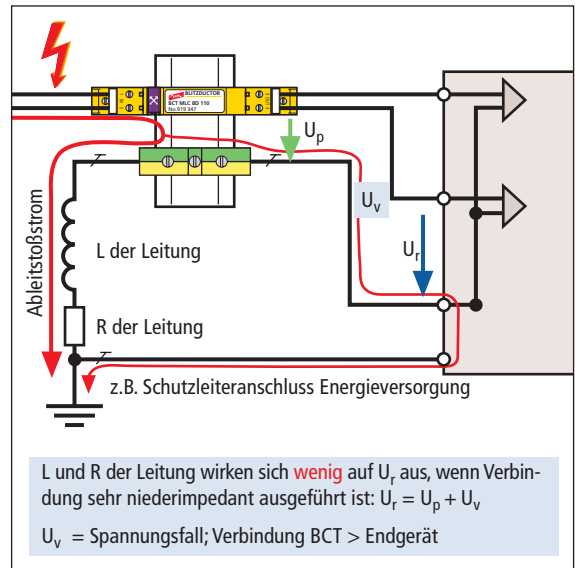


Bild 8.2.5.2 Häufigste Installation



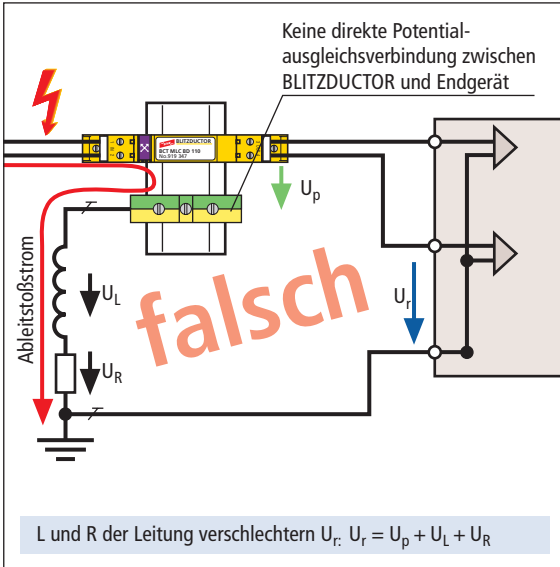


Bild 8.2.5.3 Falsch durchgeführter Potentialausgleich

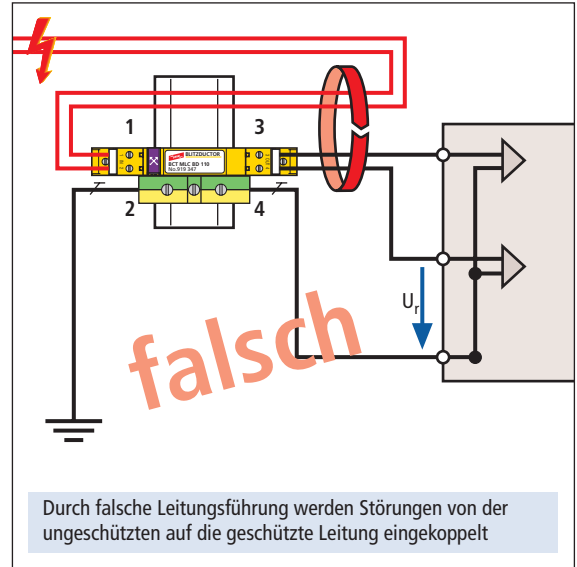


Bild 8.2.5.4 Falsche Leitungsführung

Beispiel 3: Falsch durchgeführter Potentialausgleich (Bild 8.2.5.3)

Das Endgerät wird nur direkt über beispielsweise den Schutzleiteranschluss geerdet. Ein niederimpedanter Potentialausgleich zu dem Schutzgerät besteht nicht. Die Strecke der Potentialausgleichsleitung von Schutzgerät bis zum Zusammentreffen mit dem Schutzleiteranschluss des Endgerätes (z. B. Potentialausgleichsschiene) beeinflusst die Restspannung erheblich. Je nach Leitungslänge können Spannungsfälle bis zu einigen kV auftreten, die sich zu U_p addieren und zur Zerstörung des Endgerätes führen können.

$$U_r = U_p + U_L + U_R$$

Beispiel 4: Falsche Leitungsführung (Bild 8.2.5.4)

Trotz gut durchgeführten Potentialausgleich, kann eine falsche Leitungsführung zu einer Beeinträchtigung der Schutzwirkung oder sogar zu Schäden am Endgerät führen. Wird eine strikte räumliche Trennung oder Abschirmung von ungeschützter Leitung vor dem SPD und geschützter Leitung nach dem SPD nicht eingehalten, kann durch das elektromagnetische Störfeld eine Einkopplung

Art der Installation	Abstand		
	ohne Trennsteg o. nicht metallener Trennsteg	Trennsteg aus Aluminium	Trennsteg aus Stahl
Ungeschirmte Niederspannungsleitungen und ungeschirmte Telekommunikationsleitungen	200 mm	100 mm	50 mm
Ungeschirmte Niederspannungsleitungen und geschirmte Telekommunikationsleitungen	50 mm	20 mm	5 mm
Geschirmte Niederspannungsleitungen und ungeschirmte Telekommunikationsleitungen	30 mm	10 mm	2 mm
Geschirmte Niederspannungsleitungen und geschirmte Telekommunikationsleitungen	0 mm	0 mm	0 mm

Tabelle 8.2.5.1 Trennung von Telekommunikationsleitungen und Niederspannungsleitungen entsprechend EN 50174-2

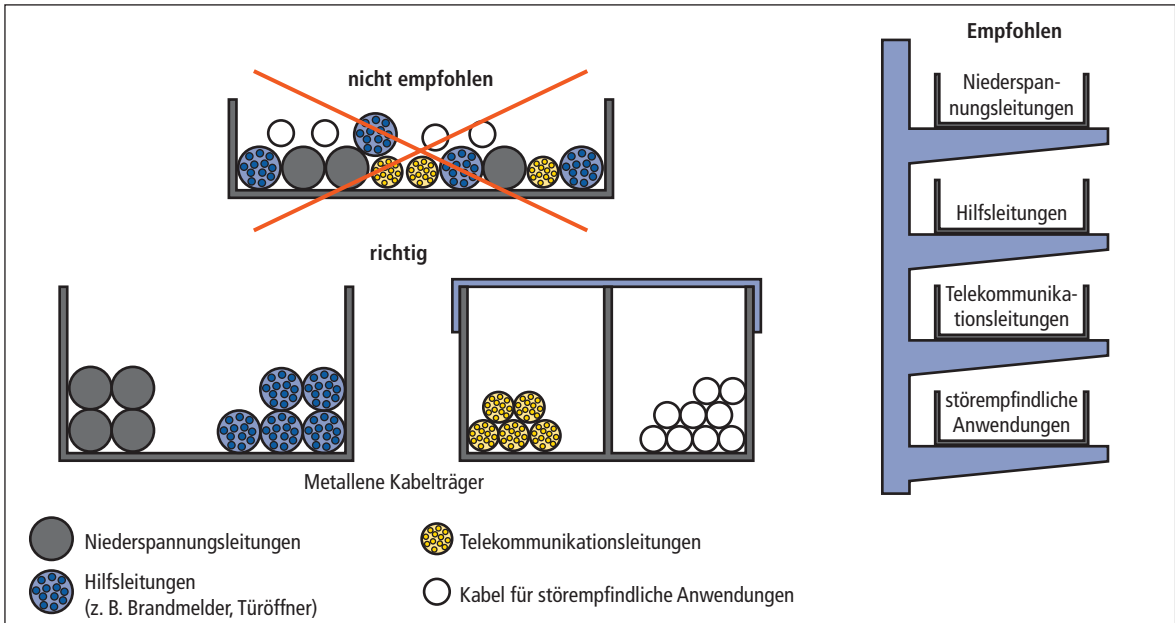


Bild 8.2.5.5 Trennung von Kabeln in Kabelführungssystemen

von Störimpulsen auf die geschützte Leitung erfolgen.

Schirmung

Die Kabelschirmung wird unter 7.3.1 beschrieben

Installationsempfehlungen:

Die Verwendung von metallischen Schirmen oder Kabelkanälen vermindert die Wechselwirkung zwischen Leiterpaar und Umgebung. Bei geschirmten Kabeln ist folgendes zu beachten:

- ⇒ Einseitige Schirmerdung vermindert die Einstrahlung elektrischer Felder
- ⇒ Beidseitige Schirmerdung vermindert die Einstrahlung elektromagnetische Felder
- ⇒ Gegen niederfrequente Magnetfelder bieten herkömmliche Schirme keinen nennenswerten Schutz

Empfehlungen:

Schirme sollten durchgängig zwischen informationstechnischen Einrichtungen sein, einen gerin-

gen Kopplungswiderstand aufweisen und möglichst auf vollem Umfang kontaktiert werden. Der Schirm muss die Leitungen möglichst vollflächig umgeben. Schirmunterbrechungen sowie hochimpedante Erdverbindungen sowie "Kabelschwänzchen" sollten vermieden werden.

In welchem Maße Niederspannungsleitungen Telekommunikationsleitungen beeinflussen können, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Die empfohlenen Richtwerte für die räumlichen Abstände zu Niederspannungsleitungen werden in der EN 50174-2 beschrieben. Bei einer Leitungslänge kleiner als 35 m wird in der Regel kein Trennabstand benötigt. Sonst gilt für die Trennung die **Tabelle 8.2.5.1**:

Empfohlen wird die Verlegung von Telekommunikationsleitungen in flächig geschlossenen, elektrisch verbundenen Metallpritschen. Die metallischen Kabelführungssysteme sollten möglichst häufig, jedoch zumindest am Anfang und am Ende, niederimpedant an Erde angeschlossen werden (**Bild 8.2.5.5**).