



Blitz- und Überspannungsschutz für explosionsgefährdete Bereiche

Schutzvorschlag



Inhalt

- Prinzipielle Einteilung einer Anlage in Blitzschutzzonen (LPZ)
- Anordnung der Fangeinrichtungen gemäß der Blitzschutzklasse
- Fangeinrichtung für einen Tank mit Fangstangen und Fangseilen
- Schirmung von baulichen Anlagen durch die Verwendung natürlicher Gebäudekomponenten
- Überspannungsschutzgeräte im eigensicheren Messkreis
- Temperaturmessumformer
- Vermaschte Erdungsanlage
- Schirmbehandlung eigensicherer Kabel

Blitz- und Überspannungsschutz für explosionsgefährdete Bereiche

Schutzvorschlag



In chemischen und petrochemischen Industrieanlagen entstehen bei der Herstellung, Verarbeitung, Lagerung und Beförderung von brennbaren Stoffen (z. B. Benzin, Alkohol, Flüssiggas, explosionsfähigen Stäuben) häufig explosionsgefährdete Bereiche, in denen zur Vermeidung von Explosionen Zündquellen jeglicher Art vermieden werden müssen. In einschlägigen Schutzvorschriften wird auf die Gefährdung solcher Anlagen durch atmosphärische Entladungen (Blitz) hingewiesen. Hier ist zu beachten, dass eine Brand- und Explosionsgefahr durch eine direkte oder indirekte Blitzentladung aufgrund der teilweise weiten räumlichen Ausdehnung solcher Anlagen besteht.

Damit die erforderliche Anlagenverfügbarkeit sowie die notwendige Anlagensicherheit erreicht werden, ist zum Schutz von prozesstechnischen elektrischen und elektronischen Anlageanteilen gegen Blitzströme und Überspannungen ein konzeptionelles Vorgehen notwendig.

Lösungskonzept

In explosionsgefährdeten Bereichen werden häufig eigensichere Messkreise angewendet. **Bild 1** zeigt den prinzipiellen Aufbau eines solchen Systems und die Zuordnung in Blitzschutz-zonen. Aufgrund der benötigten sehr hohen Verfügbarkeit der Systeme und um den beträchtlichen Anforderungen der Sicherheit im Ex-Bereich gerecht zu werden, wurden folgende Bereiche in Blitzschutzzone 1 (LPZ 1) und Blitzschutzzone 2 (LPZ 2) eingeteilt:

- ➔ Auswertelektronik in der Messwarte (LPZ 2)
- ➔ Temperatur-Messumformer am Tank (LPZ 1)
- ➔ Innenraum des Tanks (LPZ 1).

Entsprechend dem Blitzschutz-zonen-Konzept nach DIN EN 62305-4 müssen alle Leitungen an den Blitzschutz-zonen-Grenzen mit den erforderlichen Überspannungs-Schutzmaßnahmen versehen sein, die nachfolgend beschrieben werden.

Äußerer Blitzschutz

Der äußere Blitzschutz ist die Gesamtheit aller außerhalb an oder in der zu schützenden Anlage verlegten und bestehenden Einrichtungen zum Auffangen und Ableiten des Blitzstromes in die Erdungsanlage.

Ein Blitzschutzsystem für explosionsgefährdete Bereiche entspricht bei normalen Anforderungen der Blitzschutzklasse II. In begründeten Einzelfällen, bei besonderen Bedingungen (gesetzliche Vorgaben) oder durch das Ergebnis einer Risikoanalyse, kann davon abgewichen werden. Die folgenden Anforderungen basieren jeweils auf der Blitzschutzklasse II.

Fangeinrichtungen

In explosionsgefährdeten Bereichen müssen die Fangeinrichtungen mindestens nach Blitzschutzklasse II (**Tabelle 1**) errichtet werden. Zur Ermittlung der relevanten Einschlagpunkte ist das Blitzkugelverfahren mit einem Radius gemäß

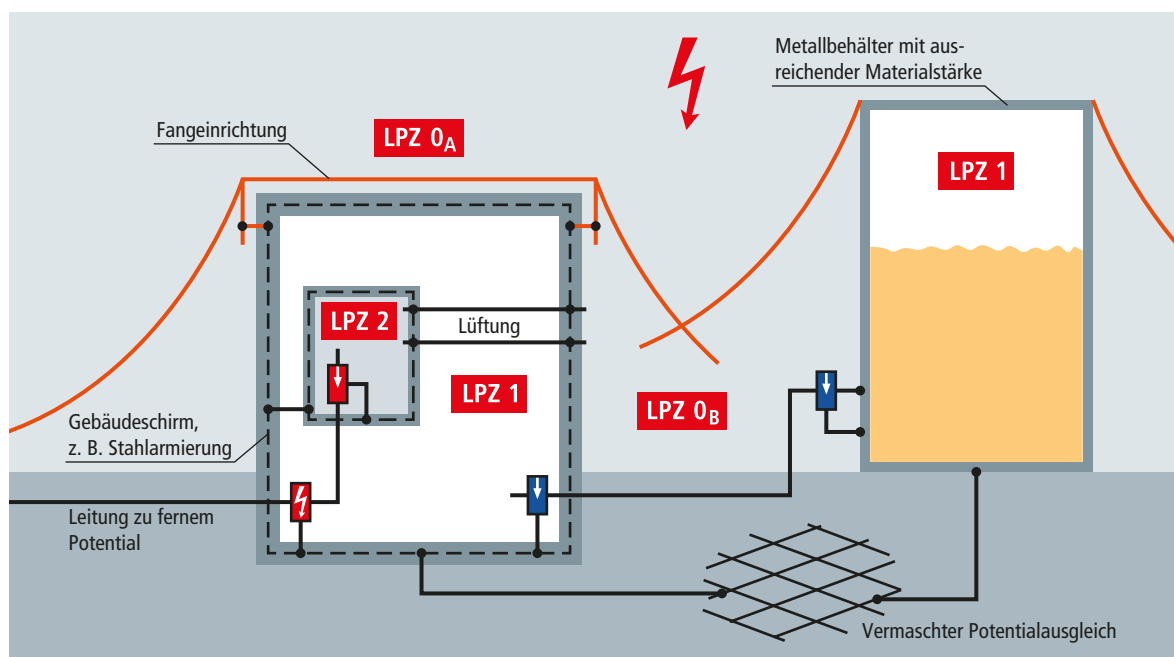


Bild 1 Prinzipielle Einteilung einer Anlage in Blitzschutz-zonen (LPZ)

Blitz- und Überspannungsschutz für explosionsgefährdete Bereiche

Schutzvorschlag



LPS Schutzklasse	Blitzkugelradius r [m]	Schutzverfahren		Ableitungen typische Abstände [m]
		Schutzwinkel α	Maschengröße w [m]	
I	20		5 x 5	10
II	30		10 x 10	10
III	45		15 x 15	15
IV	60		20 x 20	20

Tabelle 1 Anordnung der Fangeinrichtungen entsprechend der Blitzschutzklasse

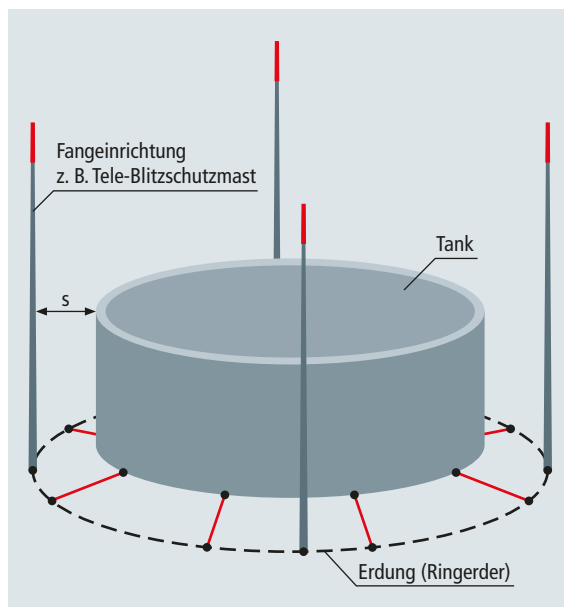


Bild 2 Fangeinrichtung für einen Tank mit Fangstangen und Fangseilen

der Blitzschutzklasse II empfohlen. Im Falle eines Einschlag in die Fangeinrichtung kann es aber an der Einschlagsstelle zur Funkenbildung kommen. Um dort Zündgefahren zu vermeiden, sollen die Fangeinrichtungen außerhalb der Ex-Zonen (Bild 2) errichtet werden. Als Fangeinrichtungen können auch natürliche Bestandteile (z. B. metallische Dachkonstruktionen, metallene Rohre und Behälter) verwendet werden, wenn die Mindestmaterialstärke von 5 mm Stahl nach DIN EN 62305-3,

Anhang D 5.5.2 eingehalten wird sowie die Erwärmung und die Materialreduzierung am Einschlagpunkt zu keinen weiteren Gefährdungen führen (z. B. Reduzierung der Wandstärke bei Druckbehältern, hohe Oberflächentemperatur am Einschlagpunkt) (Bild 1).

Ableitungen

Ableitungen sind die elektrisch leitenden Verbindungen zwischen der Fangeinrichtung und der Erdungsanlage. Um das Auftreten von Schäden bei der Ableitung des Blitzstromes zur Erdungsanlage zu verringern, sind die Ableitungen so anzubringen, dass vom Einschlagpunkt zur Erde

- mehrere parallele Strompfade bestehen (Ex-Anlagen: je 10m Umfang der Dachaußenkanten eine Ableitung, mindestens jedoch 2),
- die Länge der Stromwege so kurz wie möglich gehalten wird,
- die Verbindungen zum Potentialausgleich überall dort hergestellt werden, wo es notwendig ist.
- Ein Potentialausgleich auf Höhe des Erdbodens und darüber in Abständen von 20 m hat sich bewährt.

Als Ableitungen dürfen auch die Bewehrungen von Stahlbetonbauten verwendet werden, wenn sie stromtragfähig und dauerhaft miteinander verbunden sind.

Trennungsabstand

Eine gefährliche Näherung zwischen Teilen des äußeren Blitzschutzes und metallenen sowie elektrischen Anlagen im Inneren des Gebäudes besteht dann, wenn der Trennungsabstand s zwischen der Fangeinrichtung oder Ableitung einerseits und

Blitz- und Überspannungsschutz für explosionsgefährdete Bereiche

Schutzvorschlag

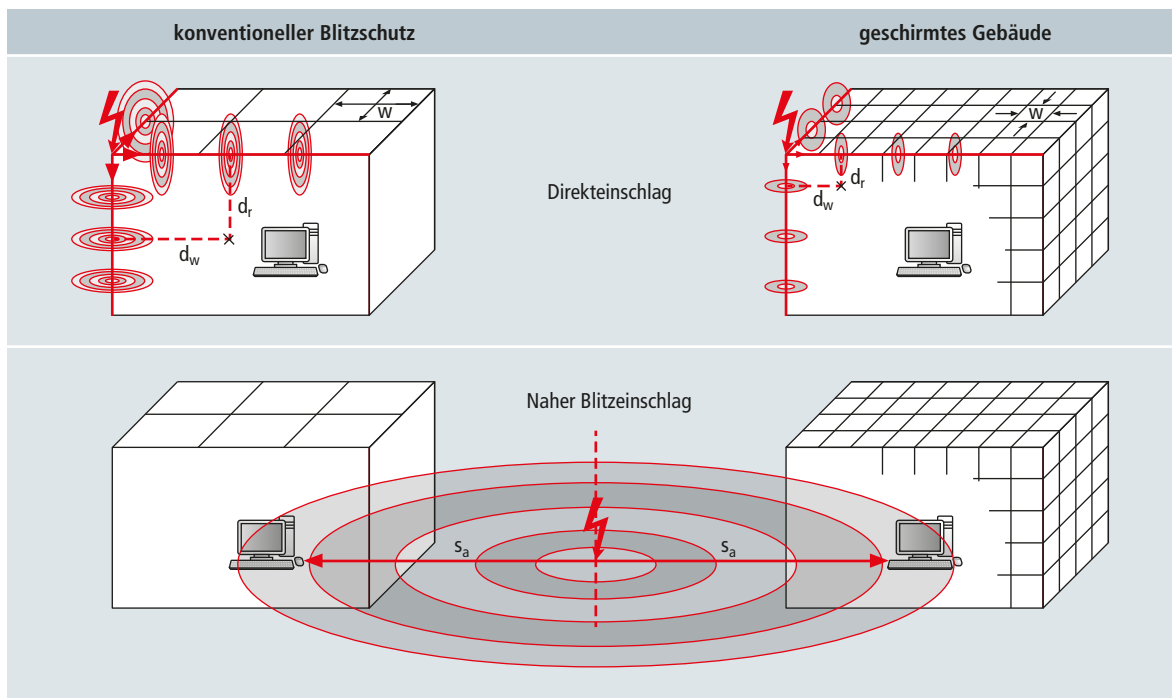


Bild 3 Schirmung von baulichen Anlagen durch die Verwendung natürlicher Gebäudekomponenten

metallenen und elektrischen Installationen innerhalb der zu schützenden baulichen Anlage andererseits nicht ausreichend ist.

Da sich der Blitzstrom auf die einzelnen Ableitungen in Abhängigkeit der Impedanzen verteilt, muss der Trennungsabstand entsprechend DIN EN 62305-3 für das jeweilige Gebäude/Anlage an der Stelle der Näherung separat berechnet werden.

Gebäudeschirmung

Eine weitere Maßnahme des Blitzschutzkonzeptes ist die Realisierung einer Gebäudeschirmung. Zu diesem Zweck werden nach Möglichkeit am oder im Gebäude vorhandene Metallfassaden und Armierungen von Wänden, Böden und Decken zu Abschirmkäfigen zusammengeschlossen (**Bild 3**). Durch den elektrischen Zusammenschluss dieser natürlichen Metallkomponenten des zu schützenden Objektes zu möglichst geschlossenen Schirmkäfigen wird eine beachtliche Reduzierung der magnetischen Felder erreicht. Dadurch können auf einfachste Weise eine Verminderung des Magnetfeldes um den Faktor 10 bis 300 erreicht und kostengünstig eine Infrastruktur für den EMV-Schutz geschaffen werden. Bei der Nachrüstung bestehender Anlagen muss, z.B. durch die Auskleidung mit Baustahlmatten, die notwendige Raumschirmung den EMV-Anforderungen angepasst werden.

Überspannungsschutz im Ex-Bereich

Schon bei der Planung wurden die Blitzschutzzonen und Ex-Zonen in Einklang gebracht. Dies hat nun zur Folge, dass die Forderungen zum Einsatz von Überspannungsschutzgeräten im Ex-Bereich und an den Blitzschutzzonen-Grenzen gleichermaßen erfüllt werden müssen. Der Installationsort des Überspannungsableiters wurde somit exakt definiert. Dieser befindet sich am Übergang LPZ 0_B nach LPZ 1. Damit wird das Eindringen von gefährlichen Überspannungen in die Ex-Zone 0 oder 20 verhindert, da der Störimpuls schon vorher abgeleitet wird. Auch die für den Prozess wichtige Verfügbarkeit des Temperatur-Transmitters wurde wesentlich erhöht. Zusätzlich müssen die Anforderungen nach DIN EN 60079-11, 14 und 25 erfüllt werden (**Bild 4**):

- ➔ Einsatz von Überspannungsschutzgeräten mit einem Mindestableitvermögen von 10 Impulsen mit jeweils 10 kA ohne Defekt oder Beeinträchtigung der Überspannungsschutzfunktion.
- ➔ Einbau des Schutzgerätes in einem metallisch geschirmten Gehäuse und Erdung mit mindestens 4 mm² Cu.
- ➔ Installation der Leitungen zwischen dem Ableiter und dem Betriebsmittel im beidseitig geerdeten Metallrohr oder die Verwendung geschirmter Leitungen mit einer max. Länge von 1 m.

Blitz- und Überspannungsschutz für explosionsgefährdete Bereiche

Schutzvorschlag

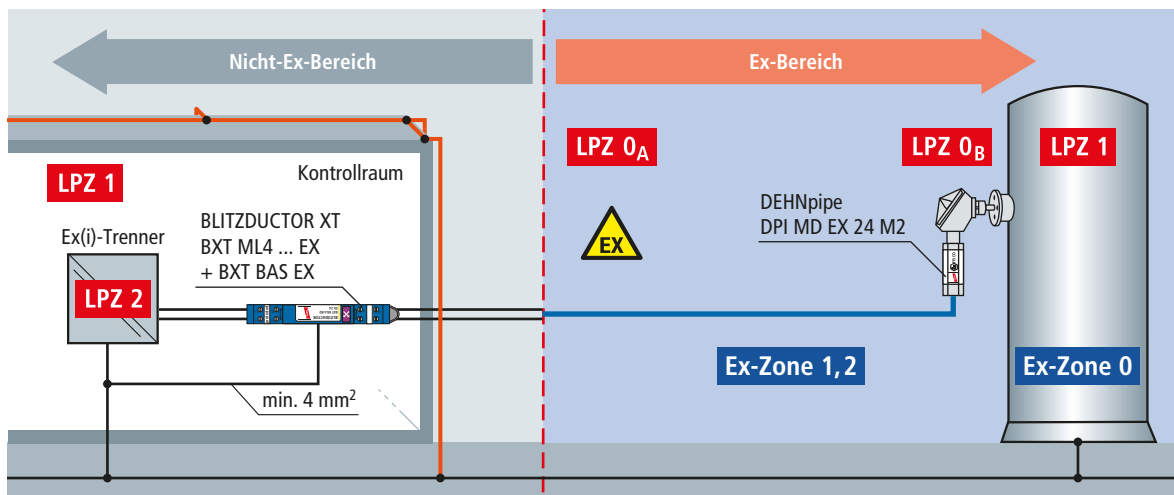


Bild 4 Überspannungsschutzgeräte im eigensicheren Messkreis

Entsprechend der Definition im Schutzkonzept ist die SPS in der Leitwarte als LPZ 2 definiert. Die vom Temperatur-Transmitter abgehende, eigensichere Messleitung wird am Übergang von LPZ 0_B nach LPZ 1 ebenfalls über ein Überspannungsschutzgerät geführt. Dieses Schutzgerät am anderen Ende der gebäudeüberschreitenden Feldleitung muss das gleiche Ableitvermögen besitzen wie das am Tank installierte Schutzgerät. Nach dem Überspannungsschutzgerät wird die eigensichere Leitung über einen Trennverstärker geführt (Bild 5). Von dort aus wird die geschirmte Leitung zur SPS in LPZ 2 verlegt. Durch das beidseitige Auflegen des Kabelschirmes wird am Übergang LPZ 1 nach LPZ 2 kein Schutzgerät mehr benötigt, da die noch zu erwartende elektromagnetische Reststörung durch den beidseitig geerdeten Kabelschirm stark gedämpft wird (s. dazu „Schirmbehandlung in eigensicheren Messkreisen“).

Weitere Auswahlkriterien für Überspannungsschutzgeräte im eigensicheren Messkreis

Isolationsfestigkeit der Betriebsmittel

Damit es durch Leckströme zu keinen Messwertverfälschungen kommt, werden die Sensorsignale aus dem Tank häufig galvanisch getrennt. Der Messumformer hat zwischen der eigensicheren 4...20 mA-Stromschleife und dem geerdeten Temperatursensor eine Isolationsfestigkeit von $\geq 500V$ AC. Das Betriebsmittel gilt somit als „erdfrei“. Beim Einsatz von Überspannungsschutzgeräten darf diese Erdfreiheit nicht beeinflusst werden.

Besitzt der Messumformer eine Isolationsfestigkeit von $< 500V$ AC, so gilt der eigensichere Messkreis als geerdet. In diesem Fall müssen Schutzgeräte verwendet werden, deren Schutzpegel beim Nennableitstoßstrom von 10 kA (Impulsform

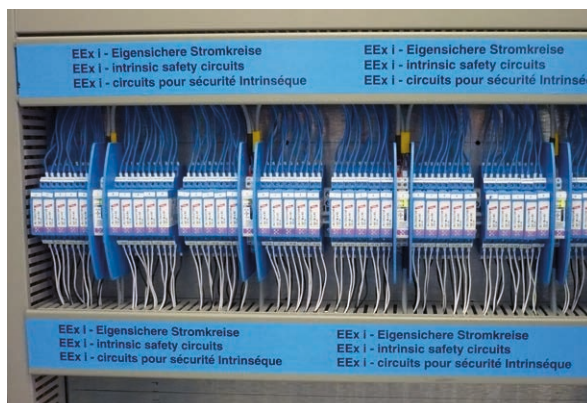


Bild 5 Schutzgeräte für eigensichere Messkreise

Blitz- und Überspannungsschutz für explosionsgefährdete Bereiche

Schutzvorschlag



Technische Daten	Messumformer TH02	Überspannungsschutzgerät BXT ML4 BD EX 24
Montageort	Zone 1	Zone 1
Zündschutzart	ib	ia
Spannung	$U_o \text{ max.} = 29,4\text{V DC}$	$U_i = 30\text{V DC}$
Strom	$I_o \text{ max.} = 130\text{ mA}$	$I_i = 500\text{ mA}$
Frequenz	$f_{\text{HART}} = 2200\text{ Hz}$, frequenzmoduliert	$f_G = 7,7\text{ MHz}$
Störfestigkeit	Nach NE 21, z. B. 0,5 kV Ader/Ader	Ableitvermögen 20 kA (8/20 μs), Schutzpegel $\leq 52\text{V Ader/Ader}$
Zulassungen	ATEX, IECEx	ATEX, IEC 61643-21, IECEx, CSA Hazloc, EACEx
Erdfreiheit 500 V	Ja	Ja
Innere Kapazität C_i	$C_i = 15\text{ nF}$	Vernachlässigbar klein
Innere Kapazität L_i	$L_i = 220\text{ }\mu\text{H}$	Vernachlässigbar klein

Tabelle 2 Beispiel für einen Temperaturmessumformer

8/20 μs) unterhalb der Isolationsfestigkeit des „geerdeten“ Messumformers liegt (z. B. U_p (Ader/PG) $\leq 35\text{V}$).

Zündschutzart – Kategorie ia, ib oder ic?

Der Messumformer und das Überspannungsschutzgerät sind in Ex-Zone 1 montiert, sodass die Zündschutzart ib für die 4...20 mA-Stromschleife ausreicht. Der eingesetzte Überspannungs-Schutz erfüllt gemäß der Zertifizierung nach ia die schärfsten Anforderungen und eignet sich somit auch für ib- und ic-Applikationen.

Zulässige Maximalwerte für L_o und C_o

Bevor ein eigensicherer Messkreis in Betrieb genommen wird, muss der Nachweis für die Eigensicherheit des Messkreises erbracht werden. Hier müssen das Speisegerät, der Messumformer, die verwendeten Kabel sowie die Überspannungsschutzgeräte die Zusammenschaltbedingungen erfüllen. Ggf. sind Energiespeicher wie Induktivitäten und Kapazitäten der Schutzgeräte in die Betrachtung mit aufzunehmen. Beim Überspannungsschutzgerät vom Typ BXT ML4 BD EX 24 (**Bild 5**) sind, gemäß der ATEX/IECEx-Bescheinigungen, die inneren Kapazitäten und Induktivitäten vernachlässigbar und brauchen bei der Betrachtung der Zusammenschaltbedingungen nicht berücksichtigt werden (**Tabelle 2**).

Maximalwerte für Spannung U_i und Strom I_i

Der zu schützende eigensichere Messumformer hat laut seinen technischen Daten für eigensichere Anwendungen eine maximale Versorgungsspannung U_o und einen maximalen Kurzschlussstrom I_o (**Tabelle 2**). Die Ableiterbemessungsspannung U_c , bzw. die maximal zulässige Eingangsspannung U_i

des Schutzgerätes muss mindestens so hoch sein wie die maximale Leerlaufspannung des Speisegerätes. Auch der Nennstrom des Schutzgerätes muss mindestens so groß sein wie der im Fehlerfall zu erwartende Kurzschlussstrom I_o des Messumformers. Weicht man bei der Dimensionierung der Überspannungs-Ableiter von diesen Randbedingungen ab, so kann das Schutzgerät überlastet werden und somit ausfallen, oder die Eigensicherheit des Messkreises wird durch eine unzulässige Temperaturerhöhung am Schutzgerät aufgehoben.

Koordination von Überspannungsschutzgerät und Endgerät

Die NAMUR-Empfehlung NE 21 legt Störsicherheitsanforderungen für den allgemeinen Gebrauch an die Betriebsmittel (z. B. Messumformer) der Prozess- und Labortechnik fest. Die Signaleingänge solcher Betriebsmittel müssen Spannungsbelastungen von 0,5 kV zwischen den Leitungsadern (Querspannung) und 1,0 kV Leitungssader gegen Erde (Längsspannung) widerstehen. Der Messaufbau und die Wellenform werden in der Grundnorm DIN EN 61000-4-5 beschrieben. Je nach Amplitude des Prüfimpulses wird dem Endgerät eine entsprechende Störfestigkeit zugewiesen. Diese Störfestigkeiten der Endgeräte werden durch die Prüfschärfgrade (1–4) dokumentiert. Dabei bedeutet 1 die geringste und 4 die höchste Störfestigkeit. Der Prüfschärfgrad kann in der Regel der Gerätedokumentation des zu schützenden Gerätes entnommen oder beim Geräte-Hersteller erfragt werden. Bei Gefahr von Blitz- und Überspannungseinwirkung müssen die leitungsgebundenen Störimpulse (Spannung, Strom und Energie) auf einen Wert begrenzt werden, der unterhalb der Störfestigkeit des Endgerätes liegt. Die Prüfschärfgrade sind auf den Schutzgeräten ausgewiesen (z. B. P1).

Blitz- und Überspannungsschutz für explosionsgefährdete Bereiche

Schutzvorschlag

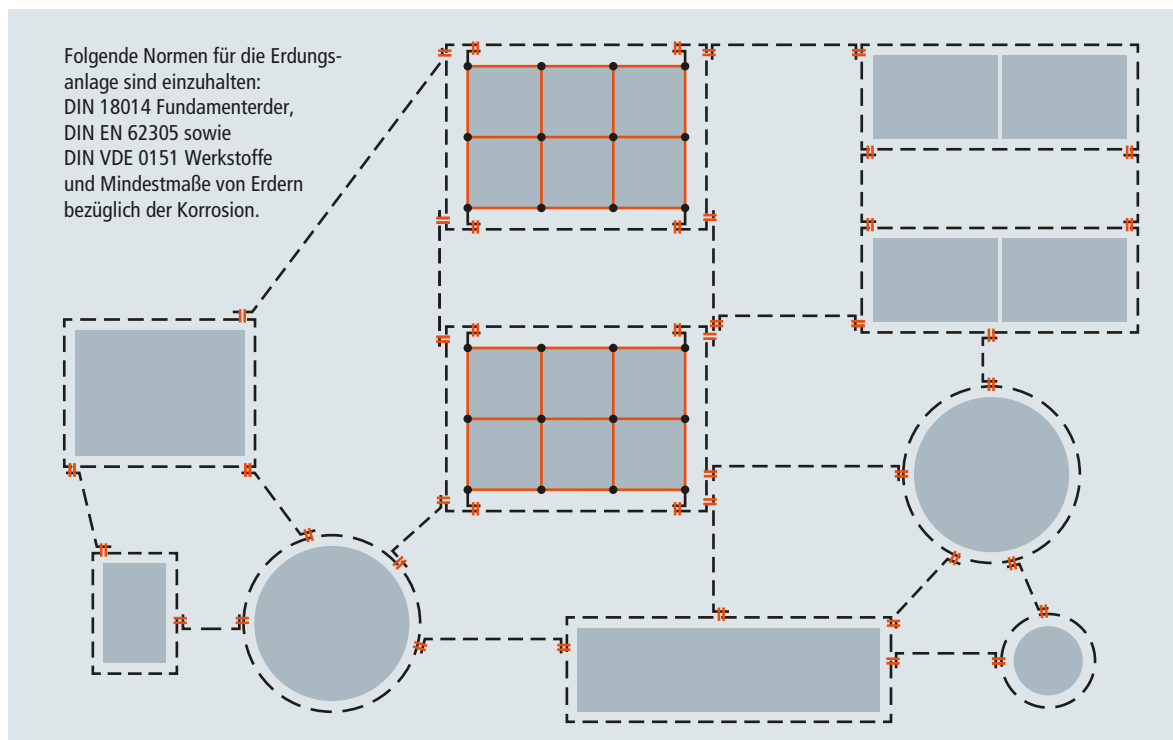


Bild 6 Beispiel einer vermaschten Erdungsanlage

Vermaschte Erdungsanlage

In der Praxis wurden früher Erdungsanlagen oft getrennt ausgeführt (Blitzschutz- und Schutzerdung getrennt von Funktionserdung). Dies hat sich als äußerst ungünstig herausgestellt und kann sogar gefährlich werden. Bei einem Blitzeinschlag können hier Spannungsdifferenzen bis zu einigen 100kV auftreten, was zur Zerstörung von elektronischen Komponenten, zu Personengefährdung und durch Funkenüberschläge zu Explosionen in explosionsgefährdeten Bereichen führen kann.

Aus diesem Grund empfiehlt es sich, für jedes einzelne Gebäude oder jeden Anlagenteil eine eigene Erdungsanlage zu errichten und diese dann zu vermaschen. Diese Vermaschung (**Bild 6**) verringert die Potentialunterschiede zwischen den Gebäuden/Anlagenteilen und somit auch leitungsgebundene Blitzteilströme. Die Potentialdifferenzen zwischen den Gebäuden/Anlagenteilen sind im Falle eines Blitzeinschlages umso geringer, je engmaschiger das Maschennetz der Erdung aufgebaut ist. Als wirtschaftlich haben sich Maschenweiten von 20 x 20 m (in explosionsgefährdeten Bereichen sowie beim Einsatz von elektronischen Systemen werden Maschenweiten von 10 x 10 m empfohlen) erwiesen. Bei der Auswahl des Erdungsmaterials ist darauf zu achten, dass eine Korrosionsbeeinflussung der im Erdreich verlegten Rohrleitungen vermieden wird.

Potentialausgleich

In allen explosionsgefährdeten Bereichen ist ein konsequenter Potentialausgleich durchzuführen, damit Potentialunterschiede zwischen verschiedenen und fremden leitfähigen Teilen unterbleiben. Auch Gebäudestützen und Konstruktionsteile, Rohrleitungen, Behälter usw. müssen in den Potentialausgleich so einbezogen werden, dass mit einer Spannungsdifferenz, selbst im Fehlerfall, nicht zu rechnen ist. Die Anschlüsse der Potentialausgleichsleiter müssen gegen Selbstlockern gesichert sein. Ein zusätzlicher Potentialausgleich ist nach DIN EN 60079-14 gefordert. Dieser ist sorgfältig nach den Teilen 410 und 540 der DIN VDE 0100 auszuführen, zu installieren und zu prüfen. Beim Einsatz von Überspannungsschutzgeräten ist der Querschnitt der Erdleitung zum Potentialausgleich mit mindestens 4 mm² Cu zu dimensionieren.

Blitzschutz-Potentialausgleich außerhalb des Ex-Bereiches

Der Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen in der Niederspannungsverbraucheranlage und in MSR-Signalen außerhalb des Ex-Bereiches (z. B. Leitwarte) weisen gegenüber anderen Anwendungen keinerlei Besonderheiten auf und sind bereits mehrfach beschrieben worden (s. DS 649 – RedLine:

Blitz- und Überspannungsschutz für explosionsgefährdete Bereiche

Schutzvorschlag

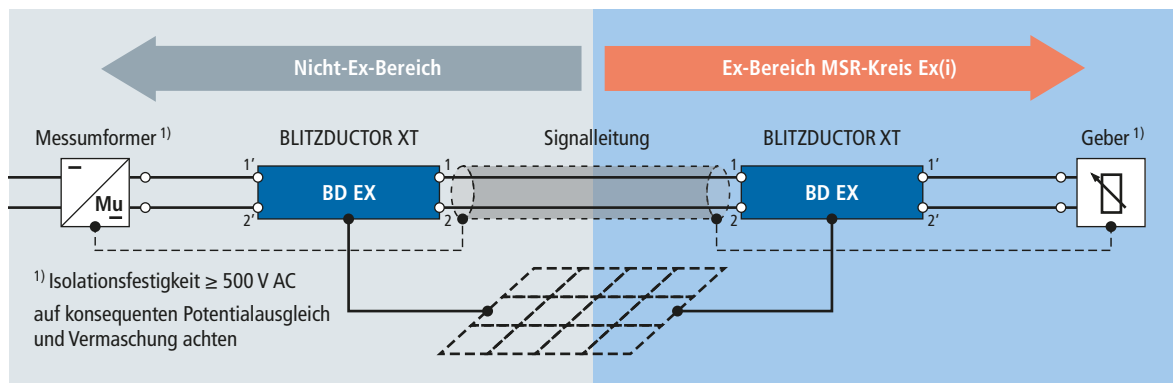


Bild 7 Beispiel Schirmbehandlung eigensicherer Kabel

„... Auswahl leicht gemacht“). In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die Überspannungs-Schutzeinrichtungen für Leitungen von LPZ 0_A nach LPZ 1 ein Blitzstrom-Ableitvermögen aufweisen müssen, das in der Prüf-Wellenform 10/350 μ s angegeben wird. Die Überspannungs-Schutzeinrichtungen der unterschiedlichen Anforderungsklassen müssen untereinander koordiniert sein. Durch den Aufbau der Schutzkette mit Überspannungs-Schutzeinrichtungen von DEHN ist dies sichergestellt.

Schirmbehandlung in eigensicheren Messkreisen

Die Behandlung des Kabelschirmes ist eine wichtige Maßnahme gegen die elektromagnetische Beeinflussung. Dabei ist gefordert, dass die Auswirkungen elektromagnetischer Felder bezüglich ihrer Zündmöglichkeit auf ein ungefährliches Maß reduziert werden sollen. Dies kann aber nur erfüllt werden, wenn der Schirm auf beiden Kabelenden geerdet wird (**Bild 7**). Ein beidseitiges Erden des Schirmes im Ex-Bereich ist zulässig, wenn mit großer Sicherheit mit keinen Potentialdifferenzen zwischen den Erdungspunkten zu rechnen ist (vermaschte Erdungsanlage, Masche 10 x 10 m), eine isolierte Erdungsleitung mit mindestens 4 mm² (besser 16 mm²) parallel zur eigensicheren Leitung verlegt und an beliebigen Stellen mit dem Schirm

der Leitung verbunden sowie anschließend wieder isoliert wird. Diese parallele Leitung ist an der gleichen PA-Schiene anzuschließen, an der auch der Schirm der eigensicheren Leitung angeschlossen wird.

Darüber hinaus können Bewehrungsseisen, die elektrisch durchgängig und dauerhaft verbunden sind, als Potentialausgleichsleiter verwendet werden. Diese werden beidseitig an die PA-Schiene angeschlossen.

Zusammenfassung

Eine Gefährdung von chemischen und petrochemischen Anlagen durch eine Blitzentladung und die daraus resultierende elektromagnetische Beeinflussung wird in den einschlägigen Richtlinien erfasst. Bei der Verwirklichung des Blitzschutz-zonen-Konzeptes in der Planung und Ausführung derartiger Anlagen lassen sich die Risiken einer Funkenbildung durch Direkteinschlag oder Entladen von leitungsgebundenen Stör-energien in einem sicherheitstechnisch und auch wirtschaftlich vertretbaren Rahmen minimieren. Die verwendeten Überspannungs-Ableiter müssen sowohl die Anforderungen des Explosionsschutzes, die Koordination zum Endgerät als auch die Anforderungen aus den Betriebsparametern der MSR-Kreise erfüllen.

www.dehn.de/vertrieb-de



**Überspannungsschutz
Blitzschutz/Erdung
Arbeitsschutz
DEHN schützt.®**

DEHN + SÖHNE
GmbH + Co.KG.

Hans-Dehn-Str. 1
Postfach 1640
92306 Neumarkt
Germany

Tel. +49 9181 906-0
Fax +49 9181 906-1100
info@dehn.de
www.dehn.de



www.dehn.de/vertrieb-de

Diejenigen Bezeichnungen von im Schutzvorschlag genannten Erzeugnissen, die zugleich eingetragene Marken sind, wurden nicht besonders kenntlich gemacht. Es kann also aus dem Fehlen der Markierung TM oder © nicht geschlossen werden, dass die Bezeichnung ein freier Warenname ist. Ebenso wenig ist zu entnehmen, ob Patente, Gebrauchsmuster oder sonstige intellektuelle und gewerbliche Schutzrechte vorliegen. Änderungen in Form und Technik, bei Maßen, Gewichten und Werkstoffen behalten wir uns im Sinne des Fortschrittes der Technik vor. Die Abbildungen sind unverbindlich. Druckfehler, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

Informationen zu unseren eingetragenen Marken („Registered Trademarks“) finden Sie im Internet unter www.dehn.de/de/unsere-eingetragenen-marken.

Foto „Ex-Zeichen“ erstellt mit Texturen von provetextures.de