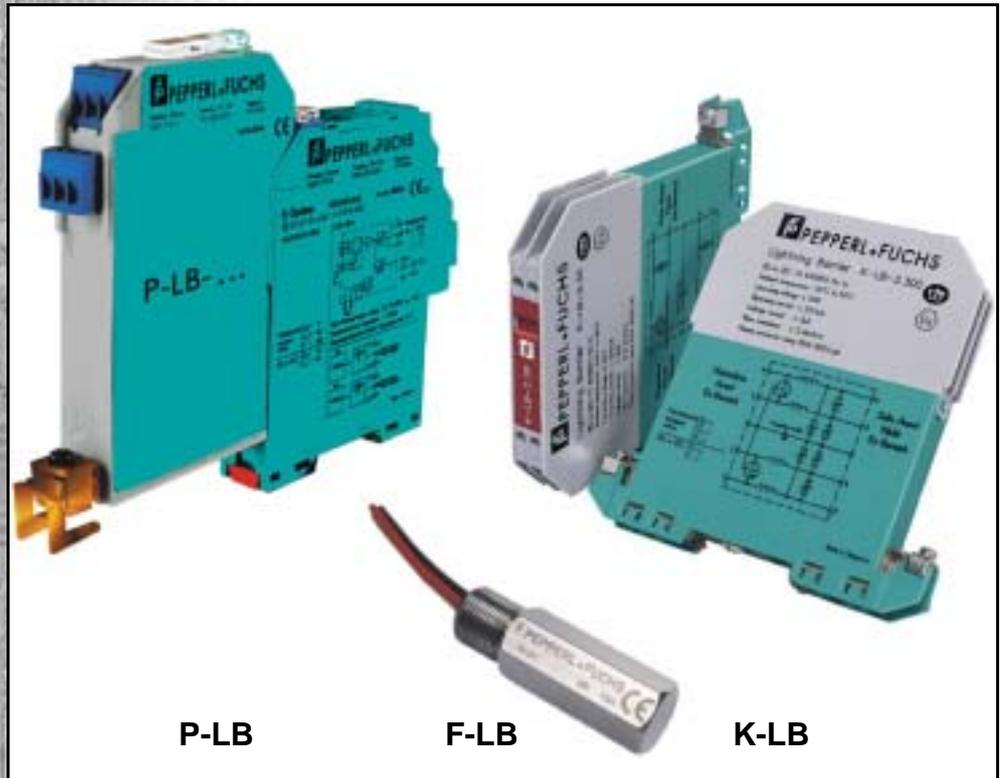




PROZESSAUTOMATION

HANDBUCH

ÜBERSpannungSSCHUTZBARRIEREN



Es gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie,
herausgegeben vom Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie (ZVEI) e.V.
in ihrer neuesten Fassung sowie die Ergänzungsklausel: „Erweiterter Eigentumsvorbehalt“.

Wir von Pepperl+Fuchs fühlen uns verpflichtet, einen Beitrag für die Zukunft zu leisten,
deshalb ist diese Druckschrift auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG	5
2	ÜBERBLICK ÜBER DIE ÜSB-PRODUKTFAMILIE	6
2.1	Nicht-Ex- und Zener-Barrieren-Anwendungen	6
2.2	Ex i-Trennverstärker-Anwendungen	6
2.3	Aufschnapptechnik für Trennverstärker-Anwendungen	6
2.4	Aufschnapptechnik für RPI-Anwendungen	6
2.5	Alle Features im Überblick	7
3	THEORETISCHE GRUNDLAGEN	8
3.1	Bildung von Blitzen	8
3.2	Blitzarten	10
3.3	Energie eines Blitzschlages	10
4	WIRKUNG VON BLITZEN	11
4.1	Schäden	11
4.2	Blitzhäufigkeit	11
4.3	Zonenkonzept	11
5	DIREKTER BLITZSCHUTZ	13
5.1	Direkter Blitzeinschlag	13
5.2	Schutz gegen direkten Blitzeinschlag	13
6	INDIREKTER BLITZSCHUTZ	15
6.1	Kopplungsmechanismen	15
6.1.1	Galvanische Kopplung	15
6.1.2	Induktive und kapazitive Kopplung	15
6.1.3	Elektromagnetische Kopplung	16
6.2	Blitzschutz für Industrieanlagen	17
6.2.1	Standard (Nicht-Ex) Anwendungen	17
6.2.1.1	Grundsätzlicher Aufbau	17
6.2.1.2	Schutz der Steuerung	18
6.2.1.3	Zusätzlicher Schutz des Feldgerätes	19
6.2.2	Ex-Anwendungen	20
6.2.2.1	Die ÜSB als „Einfaches elektrisches Betriebsmittel“	20
6.2.2.2	Zone 1/Zone 2	20
6.2.2.3	Zone 0	21
6.2.2.4	Anwendung mit Zener-Barriere	21
6.2.2.5	Anwendung mit Trennschaltverstärkern des K-Systems und RPI	22

7	ERDUNG	23
7.1	Der Sternpunkt-Erdanschluss	23
7.2	Überspannungsschutzbarrieren (ÜSB)	24
7.3	Hauptüberwachungsstation (Hauptwarte)	26
7.4	Installation der ÜSB	27
7.5	Beschreibung der ÜSB-Typen	27
7.6	Entfernte Prozessbereiche	28
7.7	Explosionsgefährdeter Bereich	30
7.7.1	Gegen Erde isolierter Stromkreis	30
7.7.2	An einer Stelle geerdeter Stromkreis	32
7.8	Kabelschirmung	33
8	HYBRIDE SCHUTZSCHALTUNG	34
8.1	Gasentladungsröhre	34
8.2	TVS-Diode	35
8.3	Eigenschaften	35
8.4	Testimpuls	36
9	DIE ÜSB-PRODUKTFAMILIE	37
9.1	ÜSB im Zenerbarrieren-Standardgehäuse, Typ 'K-LB-□.□□'	37
9.2	Einschraubtypen 'F□-LB-□'	39
9.3	ÜSB im Aufschnapp-Gehäuse für Trennverstärker des K-Systems und RPI, Typ 'P-LB-□.□'	40
9.4	Technische Daten	41
9.5	Montageanleitung	41
9.5.1	ÜSB im Zenerbarrieren-Standardgehäuse, Typ 'K-LB-□.□□'	41
9.5.2	Einschraubtypen 'F□-LB-□'	42
9.5.3	ÜSB im Aufschnapp-Gehäuse für Trennverstärker des K-Systems und RPI, Typ 'P-LB-□.□'	43
10	ANHANG	44

1 Einführung

Als Benjamin Franklin 1752 den Blitzableiter erfand, erschuf er damit den ersten Schutz gegen die größte Zerstörungskraft der Natur: den Blitz. Über 200 Jahre später werden Überspannungsschutzbarrieren zum Schutz von Gebäuden, empfindlichen elektrischen Systemen und sogar Menschenleben verwendet.

Die stetig ansteigende Zahl von äußerst empfindlichen Computer gesteuerten Gerätschaften in Industriebetrieben führt zu enormen Ausgaben, wenn dem zerstörerischen Potenzial dieser Naturgewalt nicht die notwendige Aufmerksamkeit gewidmet wird. Jedes Jahr werden weltweit Millionenbeträge für die Beseitigung von Schäden, die durch Blitze verursacht wurden, aufgewendet.

Pepperl+Fuchs ist bereits seit über 30 Jahren Marktführer auf dem Gebiet der Eigensicherheit. Weltweit vertrauen tausende Industrieunternehmen auf Produkte von Pepperl+Fuchs zur Übertragung eigensicherer Signale. Mit den Überspannungsschutzbarrieren (ÜSB) erweitert Pepperl+Fuchs seine Produktpalette für die Prozessautomation.

Erklärung der im Handbuch verwendeten Symbole



Hinweis

Dieses Zeichen macht auf wichtige Informationen aufmerksam.



Achtung

Dieses Zeichen warnt vor einer möglichen Störung. Bei Nichtbeachten kann das Gerät oder daran angeschlossene Systeme und Anlagen bis hin zur völligen Fehlfunktion gestört sein.



Warnung

Dieses Zeichen warnt vor einer Gefahr. Bei Nichtbeachten drohen Personenschäden bis hin zum Tod oder Sachschäden bis hin zur Zerstörung.

Ziel und Aufbau des Handbuches

Dieses Handbuch liefert Hinweise zur Installation und zum Einsatz der Pepperl+Fuchs Überspannungsschutzbarrieren (ÜSB).

Kapitel 2 gibt zunächst eine Übersicht über die Produktpalette.

Kapitel 3 bis 5 stellen einen Exkurs über die Bildung von Blitzen, deren Wirkung und Schutzmöglichkeiten vor direktem Blitzschlag dar.

Kapitel 6 beschreibt den indirekten Blitzschutz mit den Einsatzmöglichkeiten der ÜSB.

Kapitel 7 widmet sich dem Thema Erdung. Dies ist ein besonders wichtiges Kapitel hinsichtlich des indirekten Blitzschutzes.

In **Kapitel 8** wird auf den Aufbau einer ÜSB eingegangen.

Kapitel 9 beschreibt die Produktpalette detailliert. Hier finden sich auch die technischen Daten sowie die Montageanleitung.

Der Anhang in **Kapitel 10** liefert zusätzliche Informationen.

Überspannungsschutzbarrieren

Überblick über die ÜSB-Produktfamilie

2 Überblick über die ÜSB-Produktfamilie

2.1 Nicht-Ex- und Zener-Barrieren-Anwendungen

Feldgerät (Isolationsspannung > 500 V)*	Geeignete Typen zum Schutz des Feldgerätes	Geeignete Typen zum Schutz der SPS/PLS und der Zener-Barriere	SPS/PLS, Zener-Barriere
Sensoren, mechanische Kontakte Ventile, LEDs, akustische Alarmgeber	K-LB-□.30	K-LB-□.30G	Binäreingang Binärausgang
(Smart-) Transmitter (Smart-) I/P-Umformer, (Smart-) Stellungsreg- ler	K-LB-□.30 F□-LB-□	K-LB-□.30G	Analogeingang Analogausgang
Widerstandstemperaturmessfühler, Thermoele- mente, Fotozellen	K-LB-□.6	K-LB-□.6G	Kleinspannungseingang

*: Feldgeräte mit einer geringerer Isolationsspannung können mit den Typen K-LB-□.□G geschützt werden. Weitere Informationen dazu befinden sich in Kapitel 6.2 und 7.5.

2.2 Ex i-Trennverstärker-Anwendungen

Feldgerät (Isolationsspannung > 500 V)*	Geeignete Typen zum Schutz des Feldgerätes	Geeignete Typen zum Schutz des Trennverstärkers	Trennverstärker (Isolationsspannung > 500 V)*
Sensoren, mechanische Kontakte Ventile, LEDs, akustische Alarmgeber	K-LB-□.30	K-LB-□.30	Binäreingang Binärausgang
(Smart-) Transmitter (Smart-) I/P-Umformer, (Smart-) Stellungsreg- ler	K-LB-□.30 F□-LB-□	K-LB-□.30	Analogeingang Analogausgang
Widerstandstemperaturmessfühler, Thermoele- mente, Fotozellen	K-LB-□.6	K-LB-□.6	Kleinspannungseingang

*: Feldgeräte mit einer geringerer Isolationsspannung können mit den Typen K-LB-□.□G geschützt werden. Weitere Informationen dazu befinden sich in Kapitel 6.2 und 7.5.

2.3 Aufsnapptechnik für Trennverstärker-Anwendungen

ÜSB-Typ	Geeignet zum Schutz der Trennverstärker	Trennverstärker Funktion
P-LB-1.A	KFD□-S□2-Ex1, KFD2-CR-/-ST-□1(3)-Ex1 KFD□-SRÜ-/-DWB-/-DU-/-UFT-/-PWC-	Binäreingang, 2-Draht-Stromeingang Universelle Impulsauswerter
P-LB-2.A	KFD□-S□2-/-STC4-Ex2	Binäreingang, 2-Draht-Stromeingang
P-LB-1.B	KFD2-SD-/-SL(2)-/-SCD-Ex1	Binärausgang, Übertrager
P-LB-2.B	KFD2-SL(2)-Ex2, KFD0-CS-(Ex)2	Binärausgang, Übertrager
P-LB-1.C	KFD2-CR-/-STC4-Ex1□	2- und 3-Draht-Messumformer
P-LB-1.D	KFD2-UT-/-TR-Ex1□	Temperatur-Messumformer

2.4 Aufsnapptechnik für RPI-Anwendungen

ÜSB-Typ	Geeignet zum Schutz des Pepperl+Fuchs RPI-Moduls	RPI Funktion
P-LB-1.C	KSD2-CI-(S)-(Ex)	Stromeingang
P-LB-2.C	KSD2-BI-Ex2, KSD2-BO-Ex2	Binäreingang, Binärausgang
P-LB-4.A	KSD2-BI-(Ex)4, KSD2-FI-Ex2	Binäreingang, Frequenz-Strom-Umsetzer
P-LB-1.E	KSD2-BO-Ex, KSD2-CO-(S)-(Ex)	Binärausgang, Stromausgang
P-LB-2.D	KSD2-RO-(Ex)2	Relaisausgang
P-LB-2.E	KSD2-CI-Ex2	Stromeingang
P-LB-1.F	KSD2-TI-(Ex)	Temperatureingang
P-LB-2.F	KSD2-CO-(S)-Ex2, KSD2-FI-(Ex)	Stromausgang, Frequenz-Strom-Umsetzer

2.5 Alle Features im Überblick

- ✓ Für alle Mess-, Steuer- und Regelsignale geeignet
- ✓ Montage im Feld oder in der Warte
- ✓ Ableitstrom 10 kA (8/20 μ s) gemäß CCITT und DIN EN 60060-1 (IEC 60060-1)
- ✓ Bis zu zwei unabhängige Kanäle in einem Gehäuse
- ✓ Einfache und schnelle Installation
- ✓ Zertifiziert für eigensichere Stromkreise, erdfrei bis zu 500 V
- ✓ Wartungsfrei, automatischer Wiederanlauf

Besondere Eigenschaften der Serie P-LB-...

- ✓ Platzersparnis im Schaltschrank
- ✓ Weniger Verdrahtung
- ✓ Weniger Kabelkanäle
- ✓ Einfache Handhabung
- ✓ Zeitersparnis bei der Installation
- ✓ Geringere Fehleranfälligkeit
- ✓ Sichere, zuverlässige Verbindungen



Hinweis

Die genauen Typenbezeichnungen sind detailliert in Kapitel 9 beschrieben.

Das Symbol „□“ steht als Platzhalter für ein alphanumerisches Zeichen.

3 Theoretische Grundlagen

3.1 Bildung von Blitzen

- Ladungstrennung in den Wolken

Gewitter entstehen bei uns vor allem im Sommer. Die starke Sonneneinstrahlung lässt viel Wasser verdunsten und erwärmt die Luft. Durch die Kondensation des Wasserdampfes in der aufsteigenden warmen Luft entstehen Wolken. Starke Aufwinde innerhalb der Wolke führen dazu, dass sich in den oberen Schichten Eiskristalle bilden, die durch wiederholtes Absinken und Aufsteigen zu Klumpen formieren und einen Beitrag zur Ladungstrennung leisten. Eine Gewitterwolke lässt sich zusammen mit dem Erdboden vereinfacht als riesiger Plattenkondensator beschreiben. Der untere Teil dieser Gewitterwolke ist negativ und der obere positiv geladen. Am Erdboden zieht die Wolke einen 'Schatten' positiver Ladung mit sich.

- Bildung eines Ionenkanals (Stufenleitblitz)

Steigt die Feldstärke auf Werte über 300 kV/m an, bewegt sich in chaotischen Sprüngen ein Paket negativer Ladung stufenweise von der Wolke zur Erde. Die Elektronen kollidieren mit Luftmolekülen und ionisieren die Luft entlang eines etwa fünf Zentimeter dicken Kanals, der dem Blitz seine verästelte Form verleiht. Dieser Vorgang ist unsichtbar und damit nicht die Lichterscheinung, die als Blitz bezeichnet wird.

- Bewegung der Gegenladung

Während der Annäherung des Elektronenpaketes steigt die positive Ladung der Erdoberfläche weiter an. Ist der Stufenleitblitz etwa 100 m vom Boden entfernt, wandert ein ebenfalls unsichtbarer Blitzstrahl ausgehend von einem hervorstechenden Punkt auf der Erdoberfläche der Spitze des Stufenleitblitzes entgegen.



Bild 3.1: Ladungstrennung

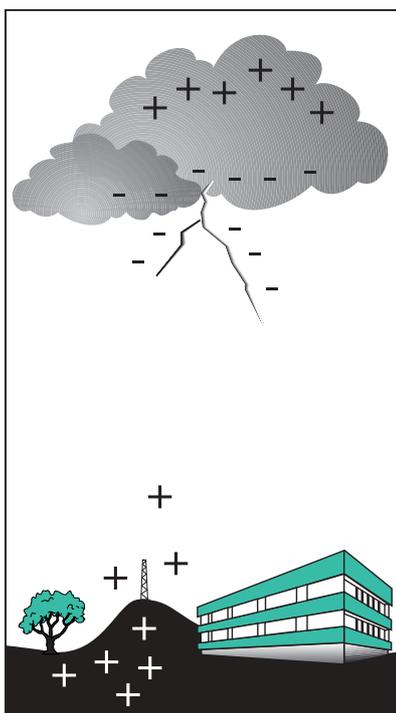


Bild 3.2: Stufenleitblitz

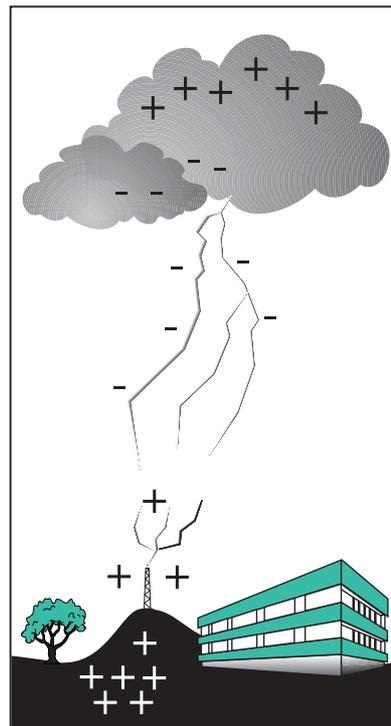


Bild 3.3: Bewegung der Gegenladung

- Lichtbogen (Haupt-, Rückentladung)

Ist der Pfad zwischen Stufenleitblitz und Gegeblitz geschlossen, schießt ein Lichtbogen mit ca. halber Lichtgeschwindigkeit entlang des Ionenkanals gen Himmel. Der Pfad und die Verzweigungen leuchten hell auf. Dies ist der Beginn der sichtbaren Phase des Blitzes.

- Pfeilleitblitz

Nach einigen Millisekunden erfolgt ein sogenannter Pfeilleitblitz von oben nach unten auf dem Weg der Rückentladung (ohne Verzweigungen), worauf eine zweite Rückentladung folgt. Die Abfolge von Pfeilleitblitz und Rückentladung wiederholt sich im Durchschnitt drei bis vier mal, manchmal bis zu 20 mal. Bei jeder Rückentladung werden höhere oder weiter entfernte Ladungsgebiete der Wolken angezapft. Diese Blitze sind üblicherweise nicht so hell wie die erste Rückentladung, durch die Wiederholungen scheint der Blitz zu flimmern.

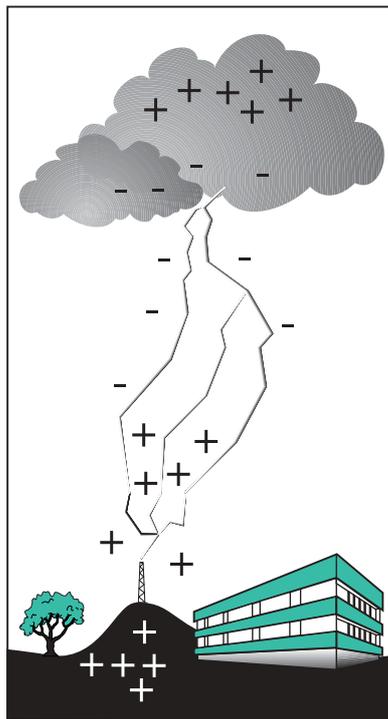


Bild 3.4: Rückentladung

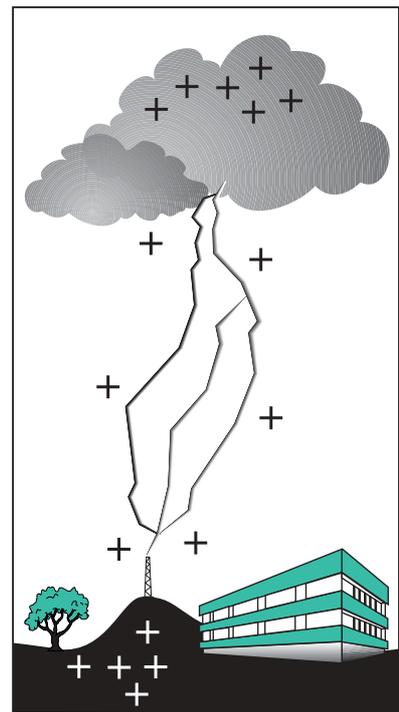


Bild 3.5: Pfeilleitblitz

3.2 Blitzarten

Blitze können auf fünf verschiedene Arten auftreten: von Wolke zu Wolke, Wolke zu Luft, in der Wolke selbst, Wolke zu Erdoberfläche und Erdoberfläche zu Wolke (siehe Bild 3.6).

Am häufigsten treten Blitze innerhalb der Wolke selbst auf. Selten sind dagegen Blitze von Wolke zu Wolke oder von Wolke zu Luft.

Sehr häufig sind Blitze von der Wolke zum Erdboden. Positiv geladene Blitze aus den höheren Wolken-schichten bergen die größeren Gefahren, da ein hoher Dauerstromfluss bis zu einigen 100 ms bestehen bleibt. Die selten vorkommenden Erde-Wolke Blitze, die meist nur von hohen Gebäuden, wie Kirchen und Hochhäusern, oder von Bergspitzen ausgehen, sind an den in Richtung Wolke gerichteten Verästelungen zu erkennen.

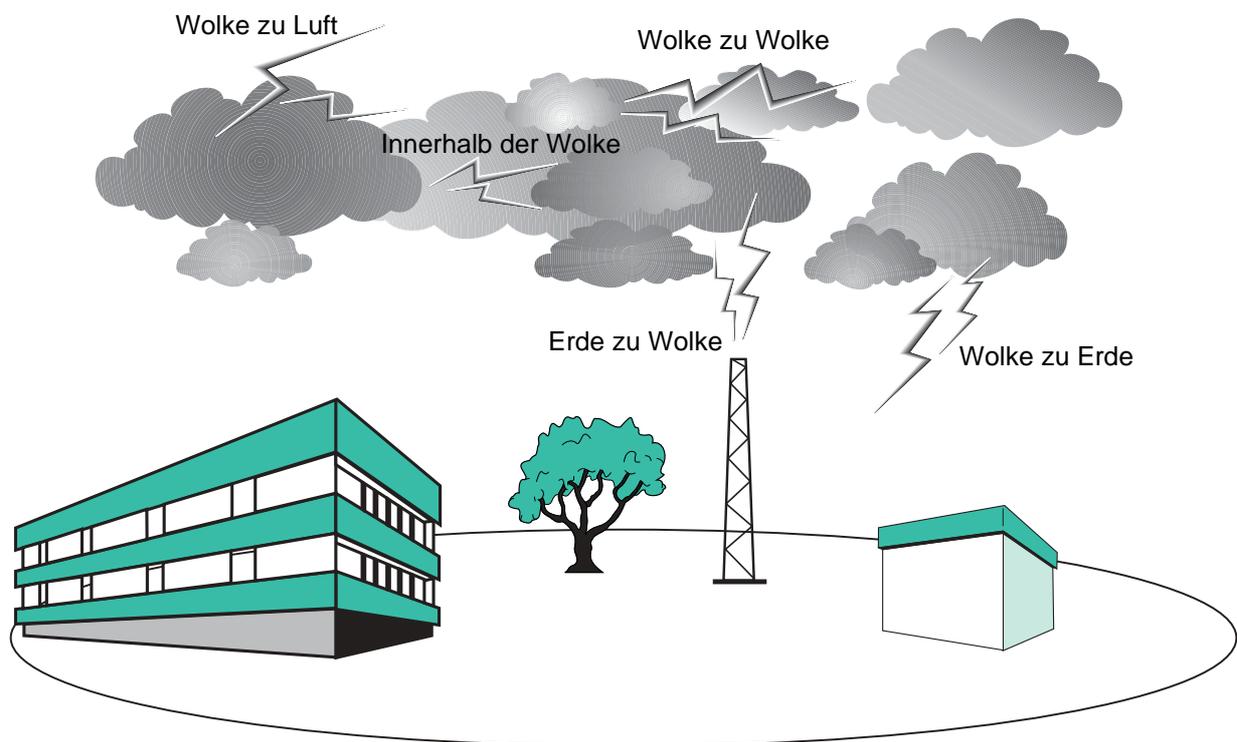


Bild 3.6: Blitzarten

3.3 Energie eines Blitzschlages

Leistung:	> 1 MW
Maximalstrom:	ca. 200 kA
Stromanstiegszeit:	200 kA/ μ s
Durchschn. Maximalstrom:	35 kA
Dauerstromstärke:	> 10 kA (93 % aller Blitzschläge)
Spannung zw. den Enden:	400 MV
Spannungsanstiegszeit:	12 kV/ μ s
Blitzdauer:	300 μ s
Blitzlänge:	5 km
Temperatur in einem Blitz:	bis 30000 °C

Einige Eigenschaften können allerdings stark variieren. So kann die Stromstärke in einem Blitz 20 A, aber auch bis zu 200000 A betragen.

4 Wirkung von Blitzen

4.1 Schäden

Blitze sind direkte Verursacher von Schäden, die weltweit eine Summe von hunderten von Millionen übersteigen. Bei den Schäden handelt es sich um zerstörte Komponenten, beeinträchtigte elektronische Geräte, Beeinträchtigung des Unternehmens (Datenzerstörung, Datenverlust), Ausfall der Anlage sowie Gefahren für Leib und Leben. Dies führt zu enormen Kosten für den Austausch defekter Komponenten, Überstunden, Wiederherstellen der Anlagensicherheit, sowie das Wiederherstellen verlorener oder defekter Daten. All dies führt zu Produktionsverzögerungen und damit zur Unzufriedenheit der Kunden.

Schäden können jedoch durch adäquaten Schutz gegen direkten und indirekten Blitzeinschlag auf Versorgungs- und Signalleitungen vermieden werden. Direkte Einschläge in eine Anlage führen zu schnell ansteigenden Stromimpulsen von einigen hunderttausend kA in die Einschlagstelle. Ein Teil davon fließt durch Versorgungs- und Signalleitungen in das Gebäude. Dies führt in den meisten Fällen zu Hitzebildung, Lichtbögen und Verbrennungen. Selbst wenn der Blitz nicht direkt in die Anlage einschlägt, können trotzdem Schäden an Komponenten in Gebäuden auftreten. Aufgrund von Kopplungseffekten können selbst Blitze, die 2 bis 3 km von der Anlage entfernt einschlagen, gefährliche transiente Spannungen oder Spitzenströme an elektrischen Systemen verursachen.

Statistiken zeigen, dass diese indirekten Blitzeinschläge die Hauptursache für Schäden, Beeinträchtigungen oder Zerstörungen von elektrischen Systemen sind. Dies sind die Folgen der galvanischen, induktiven oder kapazitiven Kopplungseffekte, die in Kapitel 6.1 beschrieben werden.

4.2 Blitzhäufigkeit

Ungefähr eine Dreiviertelmillion Blitze zählen Meteorologen pro Jahr in Deutschland, vornehmlich in den Sommermonaten Juli und August. Davon ist die Schwarzwaldregion am meisten betroffen, Küstengebiete am wenigsten.

Die häufigsten Gewitter treten in Südost-Asien auf. Die geringe Nähe zum Äquator führt zu einem ganzjährigen heißen und feuchten Klima. Damit sind ideale Bedingungen für die Bildung von Gewittern geschaffen.

4.3 Zonenkonzept

Die internationale Norm IEC 61312-1 (VDE 0185, Teil 103) definiert ein Zonenmodell zum Schutz von Komponenten vor schweren Blitzschäden (siehe Bild 4.1). Dieses Modell steuert die Impulsparameter innerhalb jeder Zone, bevor der Impuls an die nächste Zone weitergeleitet wird. An jeder Zonengrenze werden Überspannungsschutzbarrieren installiert, die stufenweise die Überspannungen und -ströme reduzieren. Mit diesem Konzept können direkte und indirekte Blitzschläge sowie weitere Effekte wie z. B. ESD (Elektrostatische Entladung) auf verträgliche Maße reduziert werden. Dies reduziert die Gefahr geschädigter Komponenten erheblich.

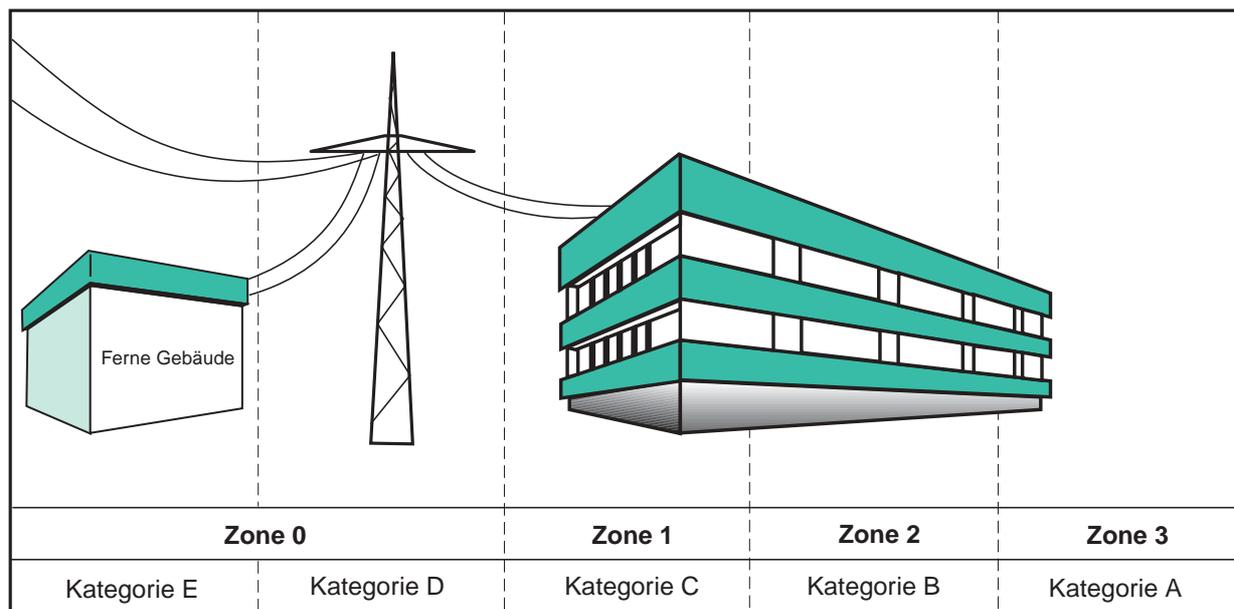


Bild 4.1: Zonenkonzept

- Zone 0 (Kategorie D/E)

Zone 0 steht für ausgedehnte Gelände und Freiflächen einschließlich der Kabeleinführungen an Gebäudeaußenseiten. Der typische Überstrompuls ist durch einen 60 kA (10/350 µs) Puls definiert.



Informationen bezüglich den Impulsform befinden sich in Kapitel 8.4.

Hinweis

- Zone 1 (Kategorie C)

Zone 1 beinhaltet ebenfalls Kabeleinführungen an Gebäudeaußenseiten, jedoch von solchen in weniger entfernten Gebieten. Dies können einkommende Hauptversorgungsleitungen, die an das Hauptverteilernetz angeschlossen sind. Durch den Anschluss einer Überspannungsschutzbarriere an jeden Leiter wird die hereinkommende Überspannung reduziert, erst dann darf sie von der Zone 0 in die Zone 1 übertreten. Auf Versorgungsleitungen wird der Stromimpuls auf typisch 75 kA (10/350 µs) reduziert, während ein Strompuls auf Signalleitungen auf 10 kA (8/20 µs) reduziert wird.

- Zone 2 (Kategorie B)

Zugehörig zur Zone 2 sind Gerätschaften nahe dem Eintrittspunkt von Versorgungsverteiltern und -unterverteiltern. Da einige elektrische Geräte der Zone 2 nicht den Überspannungen und -strömen der Zone 1 standhalten können, werden für den Übergang der Zone 1 zur Zone 2 weitere Überspannungsschutzbarrieren benötigt.

Auf Versorgungsleitungen wird der Stromimpuls auf typisch 15 kA (8/20 µs) reduziert, während ein Strompuls auf Signalleitungen auf 3 kA (8/20 µs) reduziert wird.

- Zone 3 (Kategorie A)

Zone 3 umfasst verteilte Schaltungen, Spannungsversorgungen oder andere Schaltungen, die sich entfernt vom Eintrittspunkt befinden (mehr als 20 m zur Zone 1). Die zulässigen Impulswerte entsprechen denen der Zone 2.



Achtung

Den Normen zufolge muss ein Potenzialausgleich zwischen jedem Zonenübergang existieren. Außerdem müssen geschirmte Leitungen, die geschützt werden sollen, mindestens an beiden Enden sowie an den jeweiligen Zonenübergängen an das Erdpotenzial angebunden werden.

5 Direkter Blitzschutz

Da sich unser tägliches Leben immer mehr mit elektronischer Technologie verflechtet, wird es zunehmend schwieriger, sämtliche Gefahren eines Blitzschlages auszuschließen. Da Überspannungsschutz notwendig ist, ist auch eine gründliche Analyse der notwendigen Schutzmaßnahmen erforderlich, um die Kosten für den Schutz von Gerätschaften mit den Kosten für mögliche Schäden und deren Konsequenzen in Relation stellen zu können.

5.1 Direkter Blitzeinschlag

Ist ein Blitz in eine Anlage eingeschlagen, entlädt sich die Hälfte des Gesamtstromes direkt in die Erde. Die andere Hälfte sucht sich einen Weg durch Leitungen und Leiter des Gebäudes (Versorgungs- oder Signalleitungen, Gas-, Wasser- und Abwasserrohre), immer dem Weg des geringsten Widerstandes folgend. Gleichzeitig bildet sich ein starkes elektromagnetisches Feld um diese Leiter herum.

Schlägt beispielsweise ein Blitz mit einem Strom von 45 kA/ms in einen Leiter mit einer typischen Induktivität von 1 mH/m ein, so ruft dies einen Spannungsabfall von $V = L \times di/dt = 45 \text{ kV}$ je Meter hervor. Ein Blitz mit 30 kA in 0,3 ms ruft entsprechend einen Spannungsabfall von 100 kV je Meter hervor.

Nach einem Blitzeinschlag muss deshalb mit einer extrem großen Potenzialdifferenz zwischen der Einschlagsstelle und den Erdungspunkten der Leiter gerechnet werden.

Aufgrund der direkten Verbindung zwischen Kabeln und anderen Leitern (Wasser-, Gas- oder sonstige Rohrleitungen, die an Erdungspunkten angeschlossen sind) oder aufgrund von sekundären Blitzüberschlägen kann das Potenzial dieser Systeme signifikant ansteigen.

Der resultierende Spannungspotenzialanstieg berechnet sich aus der Addition der folgenden Spannungen:

- der Differenzspannung zwischen zwei Punkten eines Leiters,
- der absoluten Spannung bezogen auf einen gemeinsamen „0 V“ Referenzpunkt.

Um gefährlich hohe Potenzialdifferenzen in benachbarten Anlagen oder Systemen zu vermeiden, muss ein adäquates Erdungssystem (siehe Kapitel 7) installiert sein.

Ist der direkte Blitzschutz der Anlage nur unzureichend, wird der Blitz in beliebige Leiter innerhalb der Gebäude einschlagen. Ist die Impedanz des Leiters hoch, wird der Blitz überschlagen in einen Leiter mit einer geringeren Impedanz. Diese sekundären Blitzüberschläge können zu extremen Temperaturanstiegen führen, was oftmals auch die Isolierung des Leiters zum Schmelzen bringt. Dies führt im schlimmsten Fall zu Feuer.

Nicht nur direkte Einschläge in Gebäude machen Blitze so gefährlich. Trifft der Blitz äußere Versorgungsleitungen oder Signalleitungen, die in das Innere des Gebäudes führen, wird zwar der größte Anteil des zerstörerischen Stromes gegen Erde fließen (Blitzüberschläge von der Leitung nach Erde), ein Teil des Stromes wird jedoch entlang des Leiters in das Gebäude fließen, was dort zu Schäden an elektronischen Geräten führen kann.

5.2 Schutz gegen direkten Blitzeinschlag

Obwohl es keinen 100 %igen Schutz gegen Blitzschlag gibt, sollten trotzdem die folgenden vier Schritte eingehalten werden, um den höchstmöglichen Schutz gegen direkten Blitzschlag zu gewährleisten:

- Schritt 1 (den Blitz „einfangen“)

Es existieren ein paar wenige Lösungen gegen direkten Blitzschlag. Dazu zählen Blitzableiter (Franklin), Faradaysche Käfige und weitere Fangeinrichtungen. Die neuesten Entwicklungen der Fangeinrichtungen haben spezielle Formen, die die Effekte eines natürlichen Aufwärtsblitzes nachbilden, um Blitze anzuziehen.

Externer Blitzschutz hat jedoch die Einschränkung, dass Blitze jederzeit auch außerhalb des Wirkungsbereiches einschlagen können.



Achtung

Diese Lösungen bieten keinen Schutz gegen Schäden an elektronischen Komponenten, die durch indirekten Blitzschlag verursacht werden!

- Schritt 2 (den Blitz ableiten)

Durch die Installation geeigneter Blitzableiter außerhalb des Gebäudes wird der Überstrom über einen bekannten Pfad sicher gegen Erde geleitet. Diese oft hoch isolierten Leitungen sind dazu vorgesehen, durch weniger ausgeprägte elektromagnetische Felder das Auftreten von Blitzüberschlägen und anderen Koppelungseffekten zu vermindern.

- Schritt 3 (Potenzialausgleich)

Ein einheitliches Potenzial zwischen örtlich auseinander liegenden Flächen wird durch den Einbau von Potenzialausgleichsschienen sichergestellt. Wird ein Potenzial aufgrund eines Blitzschlages angehoben, so folgt das andere aufgrund des Potenzialausgleichs nahezu unmittelbar. Dieses Konzept gilt für alle metallischen Leiter, die in die Anlage hineinführen. Aus diesem Grund müssen diese auch an das Haupterdungssystem angeschlossen werden.



Zum Anschluss werden exothermische (geschweißte) Verbindungen empfohlen.

- Schritt 4 (Erdung)

Der Strompfad nach Erde muss sowohl eine geringe Impedanz (für den hochfrequenten Spitzenstrom), als auch einen geringen Widerstand (für den niederfrequenten Anteil des Folgestromes) haben, um die Energie des Blitzes ohne allzu großen Potenzialanstieg in die Masse der Erde abzuleiten. Folglich sollte der Blitzstrom über den kürzesten Weg nach Erde geleitet werden, ohne über sonstige Leiter oder Elektroinstallati-onen geführt zu werden.

Um dies zu erreichen, sollte der Blitzableiter mit einem alleinstehenden Tiefenerder verbunden werden. Der Erder sollte ein schnelles Verteilen des Blitzes ermöglichen. Außerdem muss er mit dem Potenzialausgleichssystem des Gebäudes verbunden werden.



Sämtliche Erdungsverbindungen müssen so kurz wie möglich sein.

6 Indirekter Blitzschutz

Da elektromagnetische Felder nicht durch direkten Blitzschutz eliminiert werden können, ist zusätzlich ein interner Blitzschutz notwendig, um die Risiken einer Zerstörung durch induzierte Spannungs- oder Stromimpulse zu vermindern.

6.1 Kopplungsmechanismen

6.1.1 Galvanische Kopplung

In der Umgebung einer Blitzeinschlagstelle erhöht sich das Potenzial durch den abfließenden Strom. Dieses Potenzial zeigt einen exponentiell abfallenden Verlauf, ausgehend von der Einschlagstelle.

Sind beispielsweise zwei Anlagenteile, die nur wenige Meter voneinander entfernt errichtet sind, nicht mit einem Potenzialausgleich versehen, so können Überspannungen aufgrund einer galvanischen Kopplung entstehen. Schlägt der Blitz ein, sucht sich der Stromimpuls einen Weg durch die elektrischen Verbindungen der Anlagenteile und nicht durch die weniger leitfähige Erde (siehe Bild 6.1).

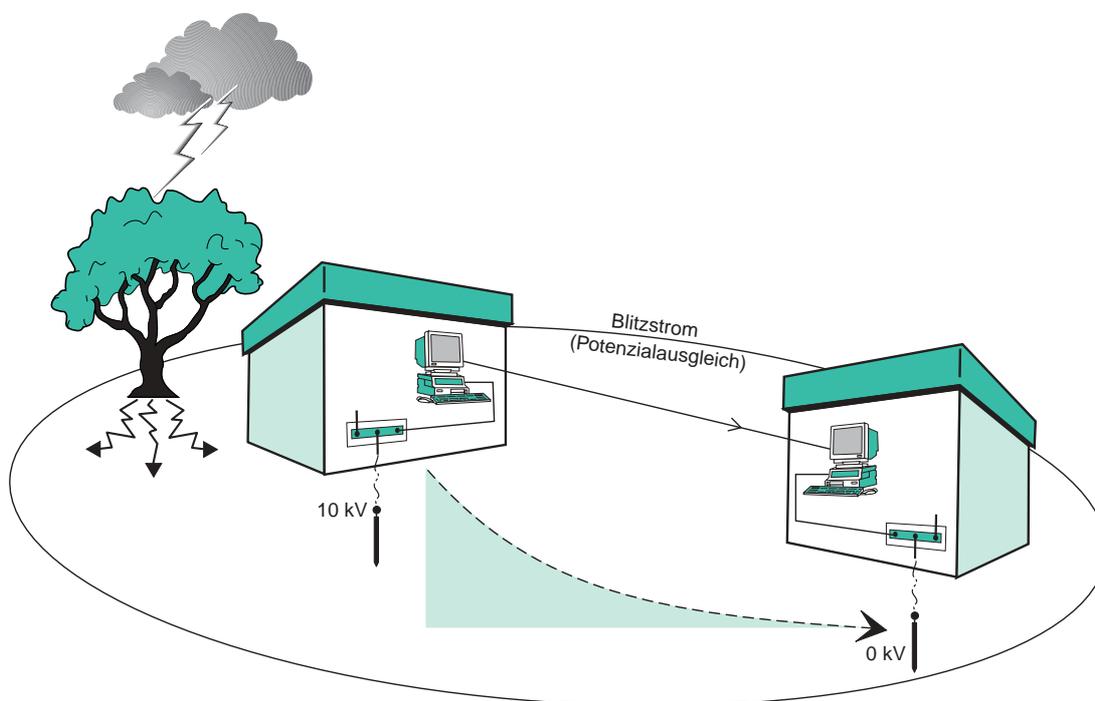


Bild 6.1: Galvanische Kopplung

6.1.2 Induktive und kapazitive Kopplung

Induktive und kapazitive Kopplung kann auftreten, wenn zwei galvanisch getrennte Leiter nahe aneinander verlegt sind. Die Kopplung findet durch die Leitungsinduktivitäten oder Kopplungskapazitäten statt.

Ein Stromfluss durch einen Leiter erzeugt ein magnetisches und elektrisches Feld, das benachbarte Leiter durchdringt (siehe Bild 6.2).

Eine Änderung des magnetischen Feldes verursacht eine Induktionsspannung in benachbarten Leitern über die Gegeninduktivität. Diesen Effekt nennt man induktive Kopplung.

Änderungen des elektrischen Feldes führen zu einem ausgleichenden Stromfluss zwischen den Leitern. Dieser Effekt heißt kapazitive Kopplung.

Beide Kopplungsmechanismen finden nur bei Spannungs- oder Stromänderungen Anwendung.

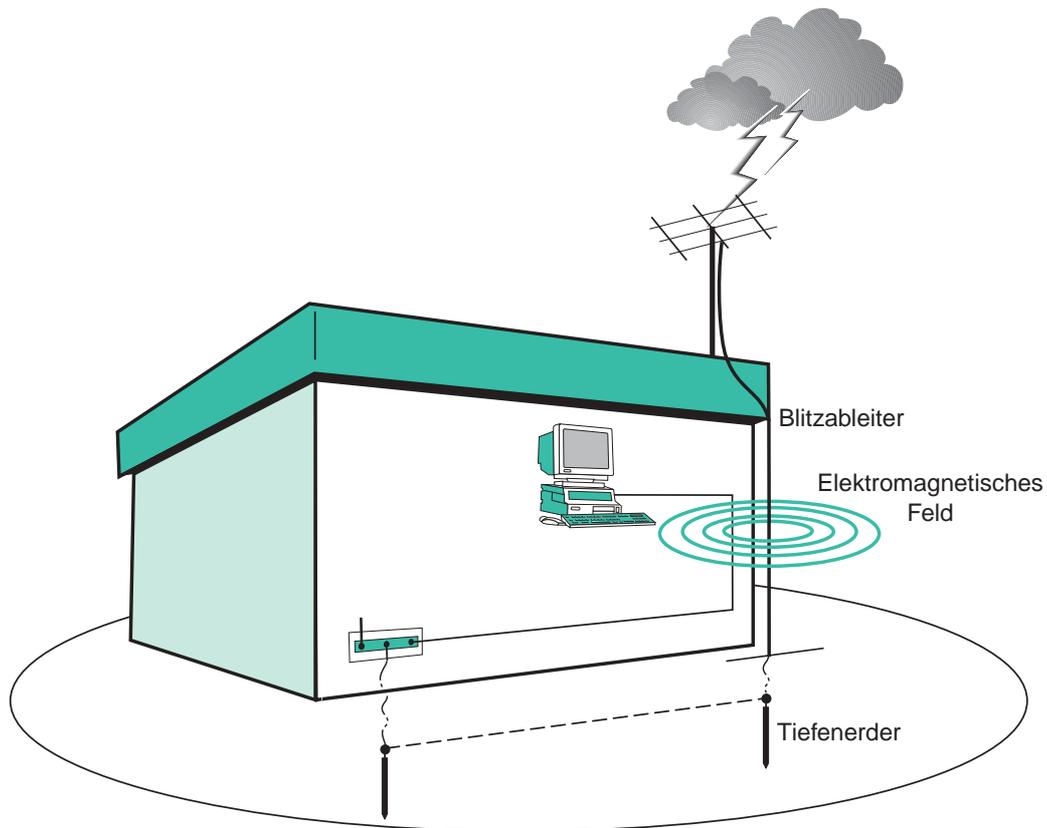


Bild 6.2: Induktive und kapazitive Kopplung

6.1.3 Elektromagnetische Kopplung

Im Falle der elektromagnetischen Kopplung ist die Kopplung das Ergebnis der Übertragung einer elektromagnetischen Welle über freies Gelände. Die Entfernung zwischen den Leitern ist so groß, dass der Einfluss induktiver oder kapazitiver Kopplung verschwindend gering ist.

Das Prinzip ist vergleichbar mit dem Send- und Empfangssignal über Antennen. Der Blitz erzeugt ein wechselndes elektromagnetisches Feld, das von anderen Leitern eingefangen wird (siehe Bild 6.3).

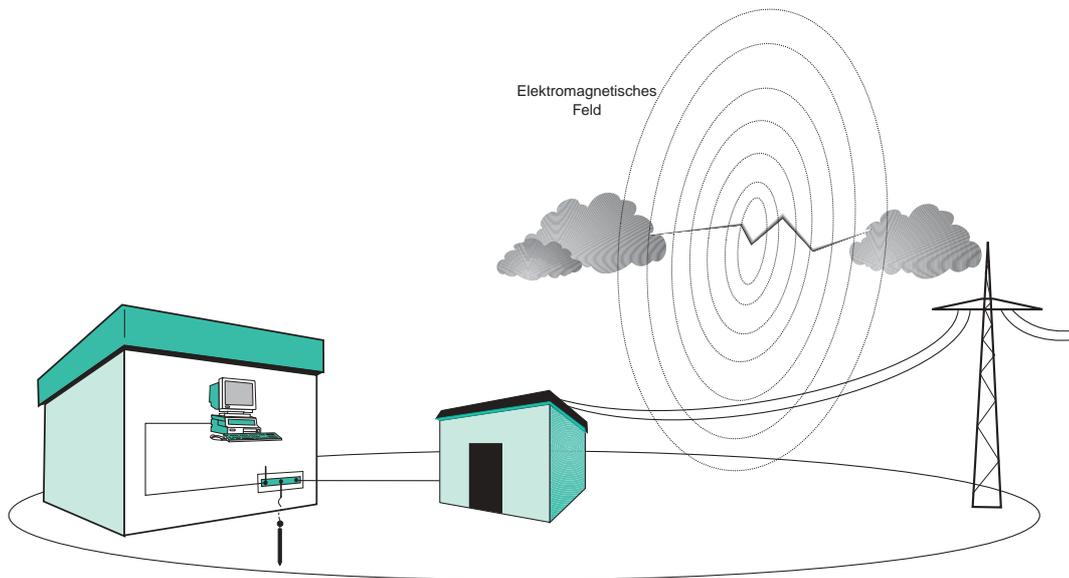


Bild 6.3: Elektromagnetische Kopplung

6.2 Blitzschutz für Industrieanlagen

In der heutigen Zeit werden immer mehr Industrieanlagen mit Computersystemen gesteuert. Dabei können sich die unzähligen Versorgungs- und Signalleitungen der Anlage gegenseitig beeinflussen. Solche Umgebungsbedingungen können Signale verursachen, die zur Zerstörung elektrischer Geräte führen können. Um einen sicheren und unterbrechungsfreien Prozessablauf zu gewährleisten, ist daher ein Schutz aller elektrischen Geräte notwendig.

Ein effektiver Schutz ist nur dann gegeben, wenn das Schutzelement so nahe wie möglich an das zu schützende Gerät montiert wird. Da viele Schutzelemente den Überstrom nach Erde ableiten, muss auch die Erdleitung so kurz wie möglich gehalten werden. Diese Regeln gelten vor allem für die Steuereinheiten des Hauptprozesses. Jegliche Schäden an diesen Systemen würden den Prozess zum Stillstand bringen, was unmittelbar zu Produktionsverlusten und ungeplanten Kosten führen würde. Aber auch Schäden an Feldgeräten können verheerende Folgen haben, da gewöhnliche Feldgeräte Blitz induzierten Überspannungen und -strömen nicht standhalten. Deshalb sollte auch dort ein ausreichender Überspannungsschutz installiert sein.

Da Blitz induzierte Signale eine Impulscharakteristik aufweisen, können elektrische Geräte nicht mit Standard-Schutzbeschaltungen oder Sicherungen ausreichend geschützt werden.

Die Überspannungsschutzbarriere (ÜSB; engl.: Surge Protection Barrier, SPB) von Pepperl+Fuchs ist die bestmögliche Lösung. Sie kann auch zum Schutz gegen andere Geräte verwendet werden, die Überspannungen z. B. durch Schaltvorgänge oder nicht-lineares Verhalten verursachen. Zu diesen gehören energiespeichernde induktive Lasten, wie Transformatoren, Motoren und Antriebe. Durch sie werden hohe Überspannungen und -ströme in benachbarte Leitungen induziert, die das daran angeschlossene Equipment schädigen können.

Jedes Gerät einer Stromschleife sollte durch eine ÜSB geschützt werden. Die Montage der ÜSB kann auf drei Arten geschehen: auf einer separaten DIN-Montageschiene (wenn notwendig, in einem Feldgehäuse), in eine passende freie Geräteverschraubung oder durch einfaches Aufschnappen auf Geräte des K-Systems und RPI.



Achtung

Die ÜSB kann einem direkten Blitzeinschlag nicht standhalten und wird dadurch geschädigt.

6.2.1 Standard (Nicht-Ex) Anwendungen

In einer Industrie- oder Prozessanlage findet sich eine Vielzahl an Feld- und Steuergeräten wieder. Feldgeräte werden beispielsweise dazu verwendet, physikalische Werte zu messen und in ein standardisiertes elektrisches Signal umzuwandeln. Zu diesen Feldgeräten gehören Sensoren, Transmitter, Widerstands-Temperaturmessfühler (RTDs), Thermoelemente, I/P-Umformer, Magnetventile, usw. Deren gemessene Signale dienen zum Überwachen und Steuern des Prozesses. Messung und Anzeige erfolgen durch Instrumente und Ein-/Ausgangskarten (E/A) der Steuersysteme (PLS/DCS) in der Messwarte. Üblicherweise arbeiten diese Ein-/Ausgangskarten mit digitalen (binären) und analogen Ein- und Ausgangssignalen (Digital Input, Digital Output, Analogue Input, Analogue Output). Die ÜSB von Pepperl+Fuchs sind speziell für diese Signaltypen entwickelt worden.

6.2.1.1 Grundsätzlicher Aufbau

Den grundsätzlichen Aufbau einer ungeschützten Nicht-Ex-Anwendung zeigt Bild 6.4. An eine Steuerungskarte (Ein- oder Ausgang) ist ein Feldgerät angeschlossen. Durch die in Kapitel 6.1 beschriebenen Kopplungsmechanismen besteht die Gefahr der Zerstörung der Steuerung und des Feldgerätes. Beim Schutz der Steuerung oder des Feldgerätes ist es unerheblich, ob es sich um einen Eingang oder einen Ausgang handelt.

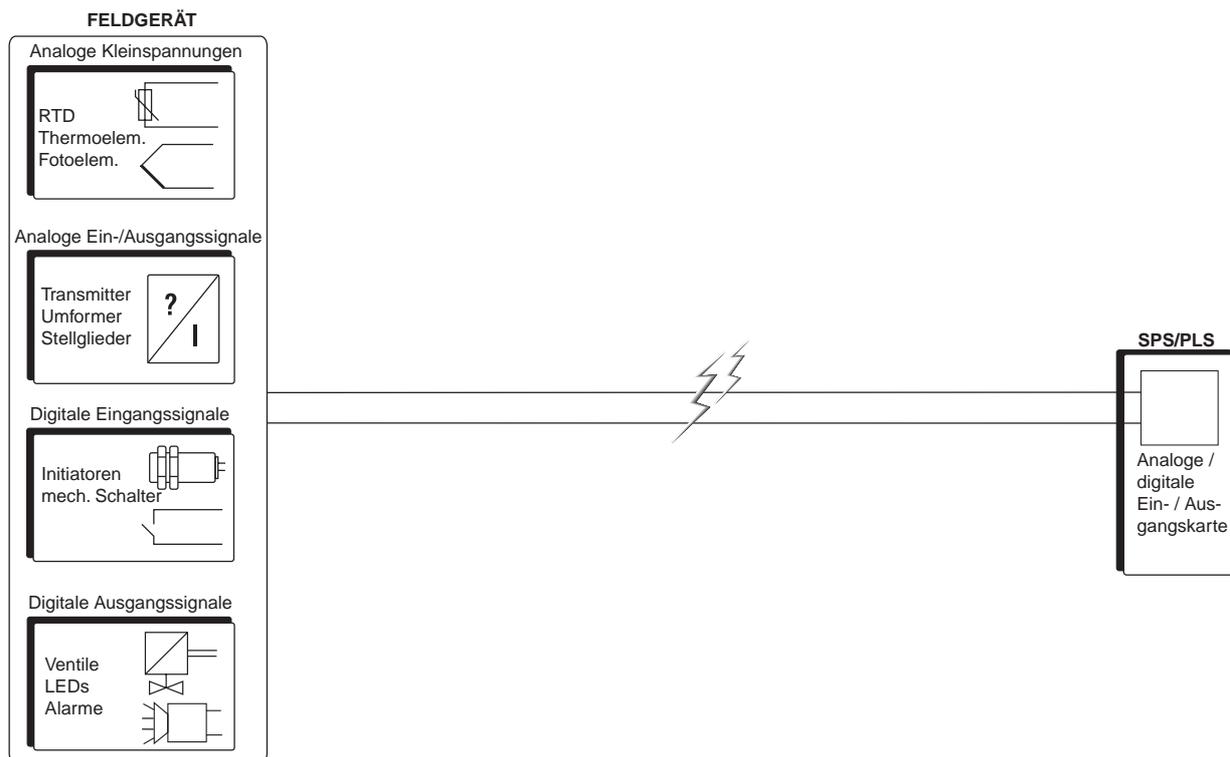


Bild 6.4: Aufbau einer Nicht-Ex-Anwendung

6.2.1.2 Schutz der Steuerung

Die folgende Abbildung zeigt stellvertretend für die o. g. Anwendungsfälle einen Standard (Smart) Transmitter, der an eine E/A-Karte eines PLS angeschlossen ist (siehe Bild 6.5). In der hier dargestellten Anwendung schützt die ÜSB den analogen Eingang der E/A-Karte. Typischerweise wird die ÜSB auf einer Montageschiene in der Messwarte nahe der E/A-Karte in die Stromschleife eingebunden. Zum Schutz der E/A-Karte findet der Pepperl+Fuchs Typ K-LB-1.30G Verwendung. K-LB-1.30G ist geeignet für Stromschleifen mit den Nennwerten 24 V (< 30 V) und 4 mA ... 20 mA (< 250 mA). Der Typ K-LB-1.6G kann bei einer analogen Kleinspannung verwendet werden, wenn deren Betriebsspannung < 6 V und deren Betriebsstrom < 250 mA ist.



Achtung

Die Betriebsspannung des Feldgerätes muss kleiner sein als die Bemessungsbetriebsspannung der Überspannungsschutzbarriere, um Leckströme zu vermeiden. Die Bemessungsbetriebsspannung des Typs K-LB-1.30G beträgt 30 V und ist daher für diese Anwendung geeignet.

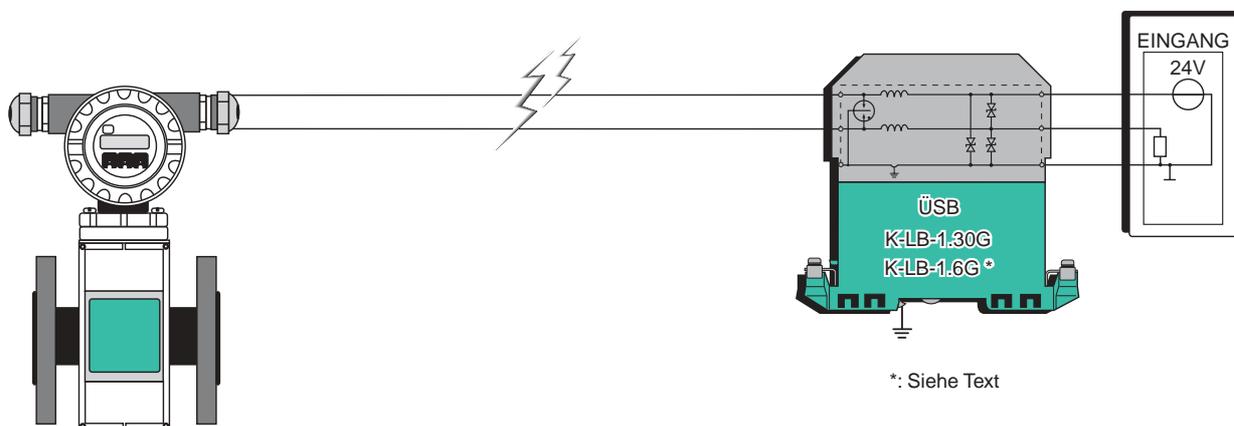


Bild 6.5: Schutz der Steuerung

6.2.1.3 Zusätzlicher Schutz des Feldgerätes

Neben der Steuerung gehören auch die Feldgeräte zu der Gruppe der gefährdeten Komponenten. Um der Gefahr einer Zerstörung vorzubeugen, kann auch hier eine ÜSB schützend angebracht werden.



Empfindliche oder fern installierte Feldgeräte sollten immer mit einem Überspannungsschutz versehen werden, besonders, wenn sie eine wichtige Funktion im Prozess einnehmen.

Hinweis

Die Überspannungsschutzbarriere sorgt im Falle einer Überspannung für einen niederohmigen Pfad zwischen den Signalleitungen untereinander (Schutz für Differenzmode-Signale) und zwischen den Signalleitungen und Erde (Schutz für Common-Mode-Signale). Jegliche Überströme werden daher über diese niederohmigen Pfade fließen und nicht durch das Feldgerät. Mögliche Schäden werden dadurch vermieden.



Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Feldgeräte eine Isolationsspannung > 500 V gegen Erde aufweisen. ÜSB-Typen für Feldgeräte mit einer geringeren Isolationsspannung sind in Kapitel 7.5 beschrieben.

Hinweis

Stellvertretend für die Vielzahl von Feldgeräten steht erneut ein Standard (Smart) Transmitter.

Zum Schutz des Feldgerätes gibt es zwei Optionen (siehe Bild 6.6):

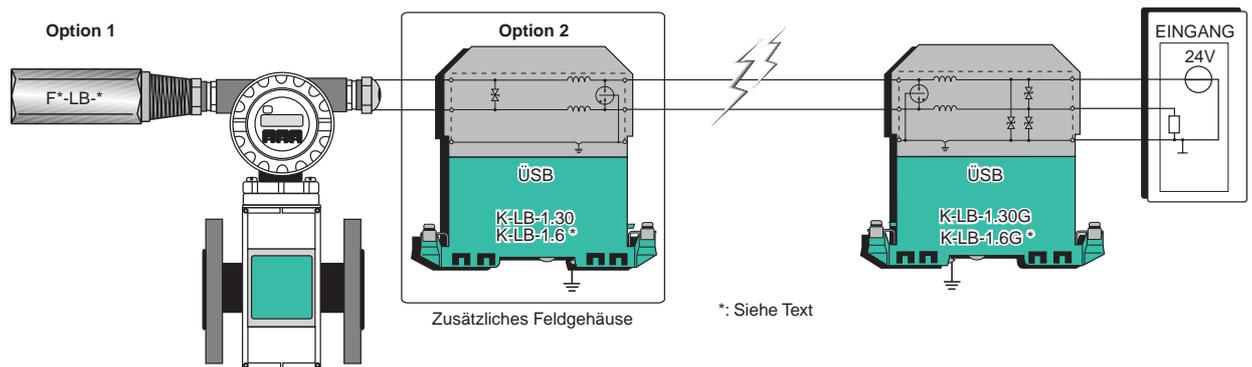


Bild 6.6: Zusätzlicher Schutz des Feldgerätes

Option 1: Zum Schutz des Feldgerätes findet der Pepperl+Fuchs Typ F□-LB-□ mit Einschraubgewinde Verwendung, der in verschiedenen Durchmessern erhältlich ist und direkt in eine freie Kabelverschraubung des Feldgerätes eingeschraubt werden kann. Die drei Kabel werden parallel zu den zwei Signalleitungen und dem Erdanschluss des Feldgerätes angeschlossen (siehe auch Kapitel 9.5.2). Dies ermöglicht den Schutz zwischen den Signalleitungen untereinander und zwischen den Signalleitungen und Erde. Die verfügbaren Typen sind in Kapitel 9.2 beschrieben.

Option 2: Ist am Feldgerät keine geeignete Kabelverschraubung verfügbar, so findet der Typ K-LB-1.30 im K-Standardgehäuse für Zenerbarrieren Verwendung. K-LB-1.30 ist geeignet für Stromschleifen mit den Nennwerten 24 V (< 30 V) und 4 mA ... 20 mA (< 250 mA). Der Typ K-LB-1.6 kann bei einer analogen Kleinspannung verwendet werden, wenn deren Betriebsspannung < 6 V und deren Betriebsstrom < 250 mA ist.



Achtung

Die Betriebsspannung des Feldgerätes muss kleiner sein als die Bemessungsbetriebsspannung der Überspannungsschutzbarriere, um Leckströme zu vermeiden. Die Betriebsspannung des Typs K-LB-1.30 beträgt 30 V und ist daher für diese Anwendung geeignet.

Die ÜSB K-LB-1.30 wird nahe dem Feldgerät installiert. Dazu sollte sie auf einer geerdeten DIN-Schiene in einem Feldgehäuse montiert werden. Für einen wirksamen Schutz vor Überspannungen muss die ÜSB lokal an Erde und Signalleitungen angeschlossen werden.

6.2.2 Ex-Anwendungen

In explosionsgefährdeten Bereichen muss mit explosiblen Atmosphären gerechnet werden. Hohe Temperaturen oder Funken können bereits Explosionen auslösen. Auch Blitzschläge können unter bestimmten Umständen eine Zündung in einem vorhandenen Gas-Luft-Gemisch auslösen. Deshalb müssen auch hier geeignete Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden. Fernab befindliche Anlagenteile wie z. B. Lagertanks sollten gegen Blitzüberschläge geschützt werden. Des Weiteren sollte eine geeignete Methode zum Potenzialausgleich angewendet werden, um die Auswirkungen eines Blitzschlages zu mindern und dadurch eine mögliche Zündung des Gemisches zu verhindern.



Hinweis

Wenn im Verlauf dieses Kapitels von Zone 0, 1 und 2 die Rede ist, so ist damit die Aufteilung gefährdeter Bereiche nach Häufigkeit des Auftretens und der Dauer des Vorhandenseins einer explosionsfähigen Gasatmosphäre nach DIN EN 60079-10 (IEC 60079-10) gemeint. Dies sollte nicht mit dem Zonenmodell aus Kapitel 4.3 zum Schutz von Komponenten vor schweren Blitzschäden nach IEC 61312-1 verwechselt werden.

6.2.2.1 Die ÜSB als „Einfaches elektrisches Betriebsmittel“

Betriebsmittel zum Einsatz in eigensicheren Stromschleifen müssen der Norm DIN EN 50020 (Zündschutzart Eigensicherheit „i“) entsprechen. Diese Betriebsmittel dürfen nur dann in eigensicheren Stromkreisen in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, wenn sie entsprechend der Norm als Betriebsmittel der Kategorie „ia“ oder „ib“ zertifiziert sind oder wenn sie ein „einfaches elektrisches Betriebsmittel“ sind. Einfache elektrische Betriebsmittel können ohne zusätzliches Zertifikat im Ex-Bereich eingesetzt werden.

Die Überspannungsschutzbarrieren von Pepperl+Fuchs enthalten Gasentladungsröhren, Induktivitäten und TVS (Transient Voltage Suppressor) Dioden. Diese - und damit die gesamte ÜSB - gelten als „einfache elektrische Betriebsmittel“. Die wirksame innere Kapazität von wenigen nF und die innere Induktivität von ca. 200 µH (genaue Werte siehe Datenblatt) muss jedoch bei der Bewertung der Gesamtsicherheit des Systems berücksichtigt werden.

Auch wenn kein Zertifikat notwendig ist, sind sämtliche ÜSB zertifiziert, sodass sie im Ex-Bereich und in eigensicheren Stromkreisen problemlos eingesetzt werden können.



Hinweis

Die ÜSB ist selbst keine eigensichere Barriere. Sie dient dem Schutz des Feldgerätes und der eigensicheren Barriere gegen Schäden durch Überspannungen und -ströme.

6.2.2.2 Zone 1/Zone 2

In den Zonen 1 und 2 besteht kaum die Gefahr einer Zündung der explosiven Atmosphäre durch einen direkten Blitzschlag oder durch die Blitz induzierten Überspannungen oder -ströme selbst. Dazu ist die Dauer eines Blitzes zu kurz und die erzeugte Hitze und Funkenenergie gewöhnlich zu gering, um die explosive Atmosphäre in diesen Zonen zu zünden.

Im Gegensatz dazu besteht jedoch durchaus dann eine Gefahr, wenn die induzierten Überspannungen und -ströme Schäden an Geräten in gefährdeten Bereichen oder der Warte verursachen. Besonders anfällig sind Stromkreise in der Zündschutzart „Eigensicherheit“ (Ex i). Im Vergleich zu allen anderen Installationsarten (o, p, q, d, e, m) muss der gesamte Stromkreis gegen das Eindringen von Energie aus anderen elektrischen Quellen geschützt werden. Eigensichere Stromkreise bestehen aus einer eigensicheren Barriere (z. B. einem Trennschaltverstärker) zwischen dem Feldgerät und der Steuereinheit. Sowohl die Barriere als auch das Feldgerät sind besonders gefährdet. Deshalb ist eine ÜSB für beide Geräte notwendig, um nicht die gesamte Anlage einem Risiko auszusetzen. Dazu wird eine ÜSB nahe dem Feldgerät im explosionsgefährdeten Bereich platziert, eine weitere im sicheren Bereich nahe der eigensicheren Barriere. Dies gewährleistet den vollen Schutz der kompletten Stromschleife.

Die Darstellung einer Zone 1-/Zone 2-Anwendung unterscheidet sich nicht von der einer Zone 0-Anwendung. Die möglichen Anwendungsarten sind in den folgenden Abschnitten daher gemeinsam dargestellt.



Achtung

Beim Anschluss der ÜSB sind in jedem Fall die für den Explosionsschutz relevanten Normen (z. B. DIN EN 50020, DIN EN 60079-14) zu beachten.

6.2.2.3 Zone 0

In der Zone 0 ist ständig eine explosible Atmosphäre präsent. Daher sollte, verglichen mit der Zone 1 und 2, ein höherer Grad an Sicherheit durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden.

Bereiche der Zone 0 befinden sich meistens innerhalb geschlossener Tankanlagen oder sonstiger Prozess-Behälter. Deren äußere Form bildet einen Faradayschen Käfig, der keine nennenswerten Potenzialdifferenzen aufkommen lässt. Eine Überspannung und ein daraus resultierender Funke in einem der Feldgeräte kann jedoch die explosive Atmosphäre entzünden. In explosionsgefährdeten Bereichen sollten die Feldgeräte daher in jedem Fall mit Überspannungsschutzbarrieren ausgestattet werden.



Warnung

Die ÜSB sollte so nah wie möglich am Feldgerät montiert werden, jedoch außerhalb der Zone 0.

6.2.2.4 Anwendung mit Zener-Barriere

Zur Veranschaulichung wird erneut ein Standard (Smart) Transmitter verwendet. Dieser ist an einem Tank befestigt, der Einsatz des Transmitters erfolgt zumindest teilweise in der Zone 0 (siehe Bild 6.7).

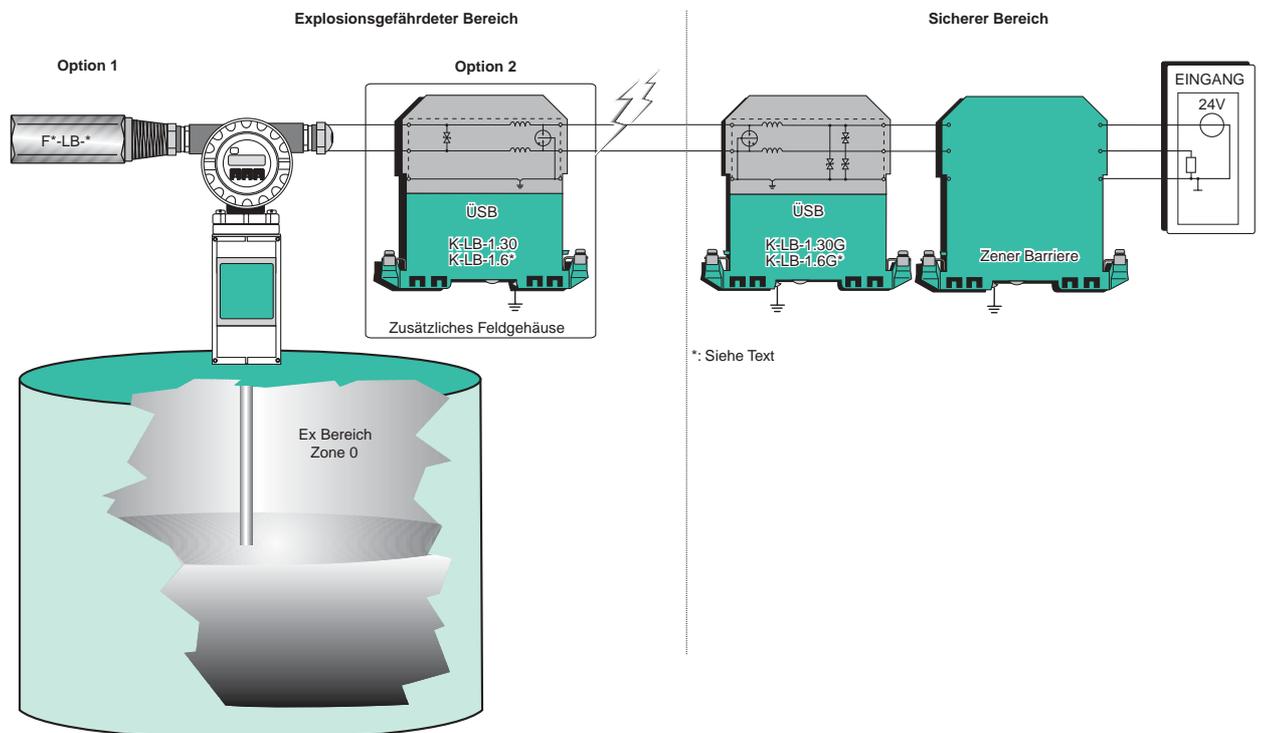


Bild 6.7: Ex-Anwendung mit Zener-Barriere

Die Eigensicherheit der Stromschleife wird durch die Zener-Barriere sichergestellt. Zum Schutz des Feldgeräts existieren die bereits in Kapitel 6.2.1.3 beschriebenen zwei Optionen.



Hinweis

Da im Ex-Bereich die Isolierung zwischen eigensicheren Stromkreisen und geerdeten Teilen mindestens 500 V standhalten muss, dürfen hier nicht die Typen K-LB-□.□G zum Einsatz kommen, da deren Isolationsspannung nur 90 V beträgt.

Zum Schutz der Zener-Barriere in der Warte dient eine ÜSB vom Typ K-LB-1.30G.

Der Typ K-LB-1.6(G) kann bei einer analogen Kleinspannung verwendet werden, wenn deren Betriebsspannung < 6 V und deren Betriebsstrom < 250 mA sind.

6.2.2.5 Anwendung mit Trennschaltverstärkern des K-Systems und RPI

Die Anwendung mit Trennschaltverstärkern oder Modulen der RPI-Gerätefamilie unterscheidet sich insoweit von der Anwendung mit Zener-Barriere, dass zum Schutz des Trennschaltverstärkers/RPI-Moduls ein besonders einfach montierbarer Typ von ÜSB zum Einsatz kommen kann. Hierbei handelt es sich um Typen der Serie P-LB-□.□ in Aufschnapptechnik. Im Gegensatz zu den ÜSB der K-Serie, die auf einer gesonderten DIN-Schiene montiert werden müssen, erfolgt bei der P-Serie die Montage durch einfaches Aufschnappen auf die vorhandenen Module und Festschrauben an einer Erdungsschiene (siehe Bild 6.8).

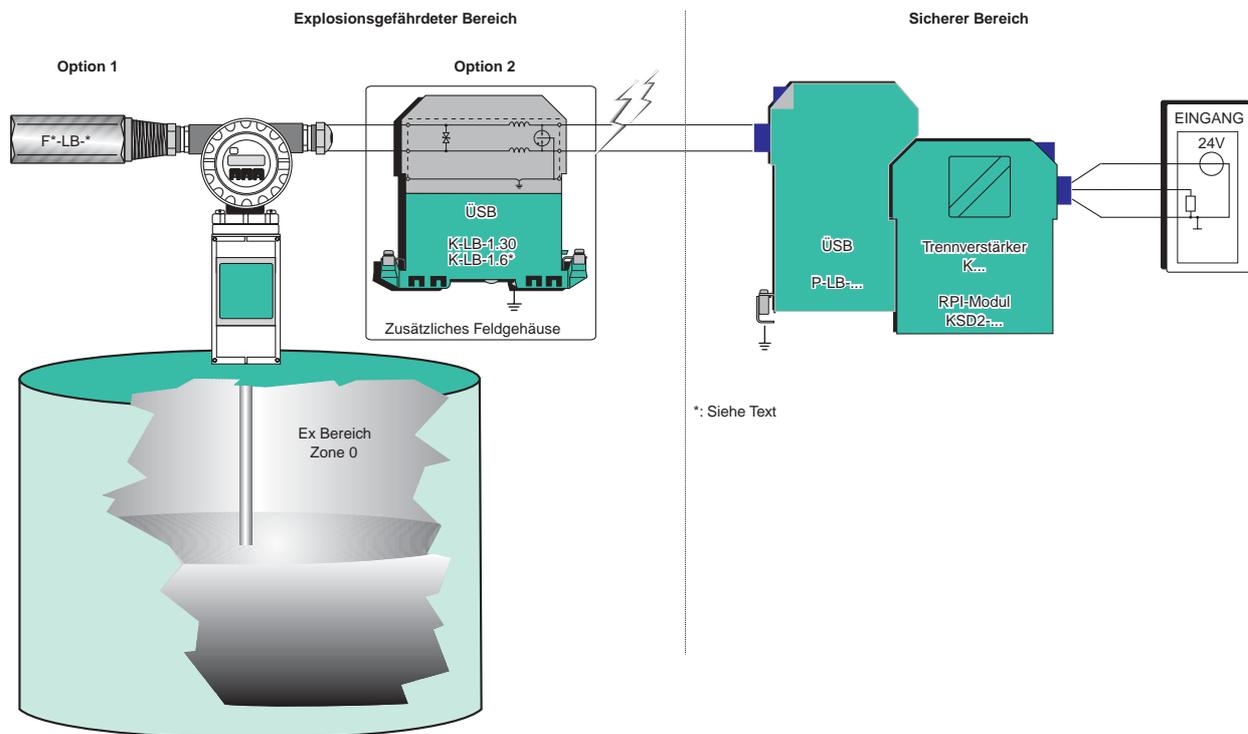


Bild 6.8: Ex-Anwendung mit Trennschaltverstärker bzw. RPI-Modul

Der Einsatz dieses Typs bietet folgende Vorteile:

- Platzersparnis im Schaltschrank
- Weniger Verdrahtung
- Weniger Kabelkanäle
- Einfache Handhabung
- Zeitersparnis bei der Installation
- Geringere Fehleranfälligkeit
- Sichere, zuverlässige Verbindungen

Die ÜSB des Typs P-LB-□.□ werden direkt auf das zu schützende Modul aufgesteckt. Da sich die einzelnen Module in ihrer Anschlussbelegung unterscheiden, muss eine für das Modul passende ÜSB verwendet werden.



Hinweis

Eine detaillierte Aufstellung aller ÜSB-Typenbezeichnungen und deren Einsatzmöglichkeiten befindet sich in Kapitel 9.

Zum Schutz des Feldgerätes existieren die bereits in Kapitel 6.2.1.3 beschriebenen zwei Optionen.

7 Erdung

Erdleitungen zwischen den verschiedenen elektrischen Geräten und die Verbindung zu den mechanischen Strukturen sind wichtige Punkte, die bei der Planung einer Anlage berücksichtigt werden müssen. Jedes Land hat seine eigenen Normen und Vorschriften, jedoch sollte generell die Erdung so vorgenommen werden, dass die verschiedenen Erdungsanschlüsse das gleiche Potenzial haben (zumindest unter Fehlerbedingungen) und Erdfehlerschleifen vermieden werden.



In den folgenden Kapiteln wird der Begriff „Erdoberfläche“ für die Erdoberfläche verwendet, während die 0 Volt-Referenz für elektrische Systeme „Erde“ genannt wird.

Hinweis

Bei elektrischen Geräten, die in Schaltschränken verwendet werden, ist die Sammelschiene am Boden normalerweise der gemeinsame Erdungspunkt. Diese ist über die Geräteerde mit der Erdung der Anlage verbunden.

Lokale Fernerdungspunkte werden durch das Einbringen verschiedener Tiefenerder in den Erdboden errichtet. Eine angemessene Erdung ist notwendig, um die elektrische Sicherheit zu gewährleisten, elektrisches Rauschen zu reduzieren sowie Erdschleifen zu vermeiden.

Nach einem Blitzschlag werden extrem hohe Stromimpulse durch alle Arten von Kabeln geleitet. Deshalb wird eine sorgfältige Erdung die Gefahr von Schäden an den elektrischen Geräten verringern. Ohne einige wichtige Erdungsregeln wird selbst der beste Blitzschutz für elektrische Geräte nicht funktionieren.

7.1 Der Sternpunkt-Erdanschluss

Galvanische Kopplungen können vermieden werden, indem die elektrischen Betriebsmittel durch getrennte Erdleitungen mit der Systemerde verbunden werden (siehe Bild 7.1). Mit dieser Methode, die Sternpunkt-erdanschluss genannt wird, wird sichergestellt, dass das Potenzial von jedem angeschlossenen Betriebsmittel sich zu jeder Zeit auf dem gleichen Level befindet wie das Erdpotenzial. Die Anzahl und die Länge der bei dieser Methode verwendeten Kabel erhöhen jedoch die kapazitiven und induktiven Kopplungseffekte.

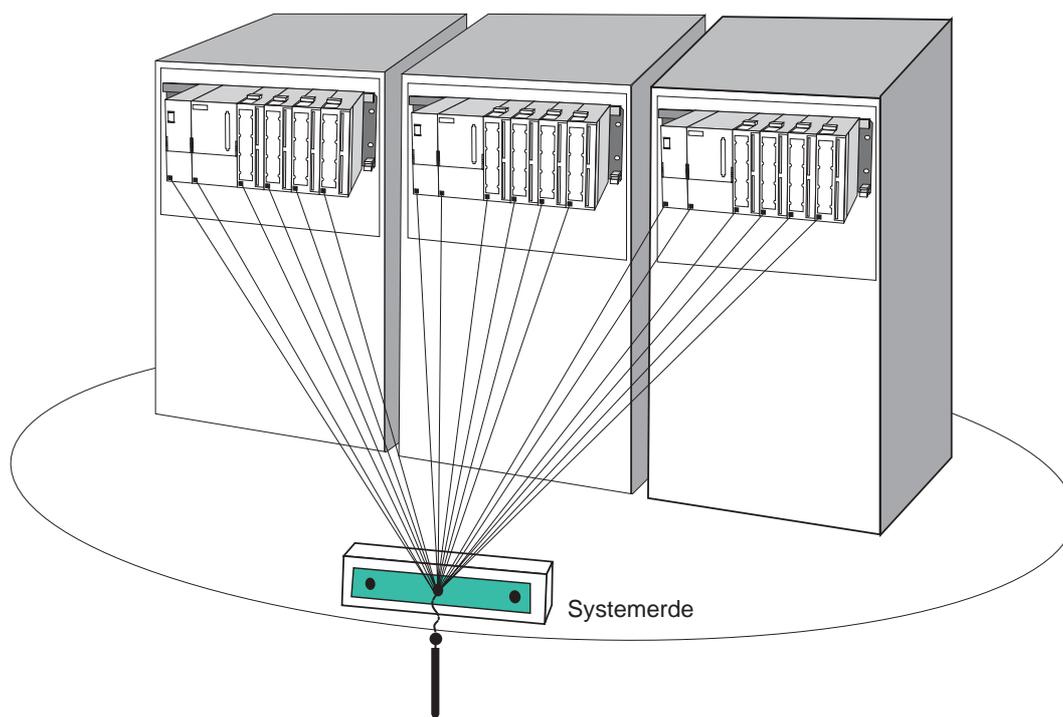


Bild 7.1: Sternpunkt-Erdanschluss

Eine praktischere Lösung wäre, eine Hierarchie-Struktur innerhalb des Systems anzulegen und in jeder Ebene eine Sternpunkt-Struktur aufzubauen (siehe Bild 7.2).

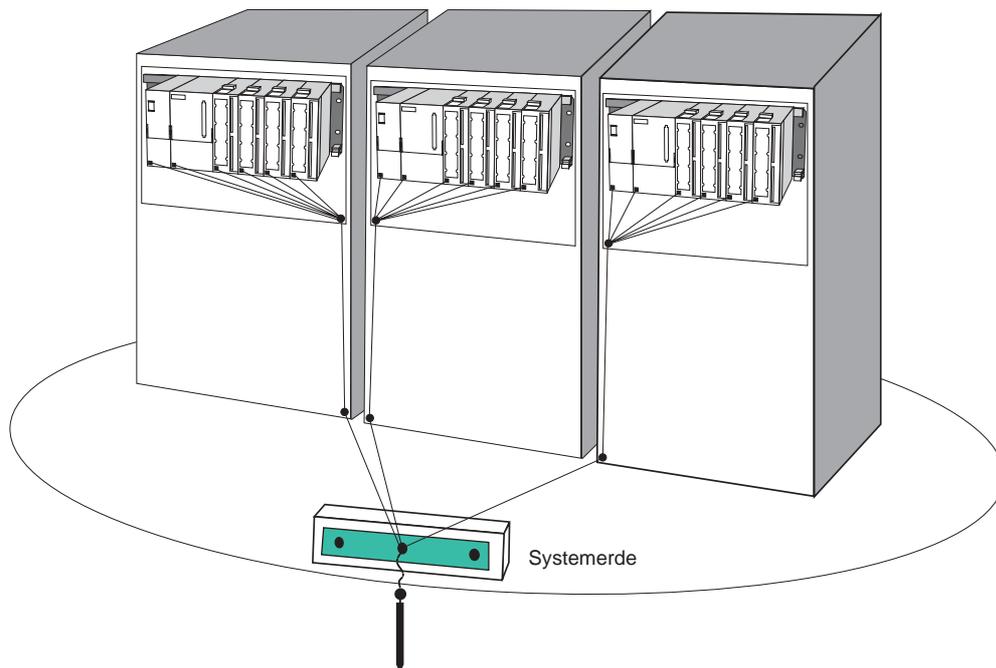
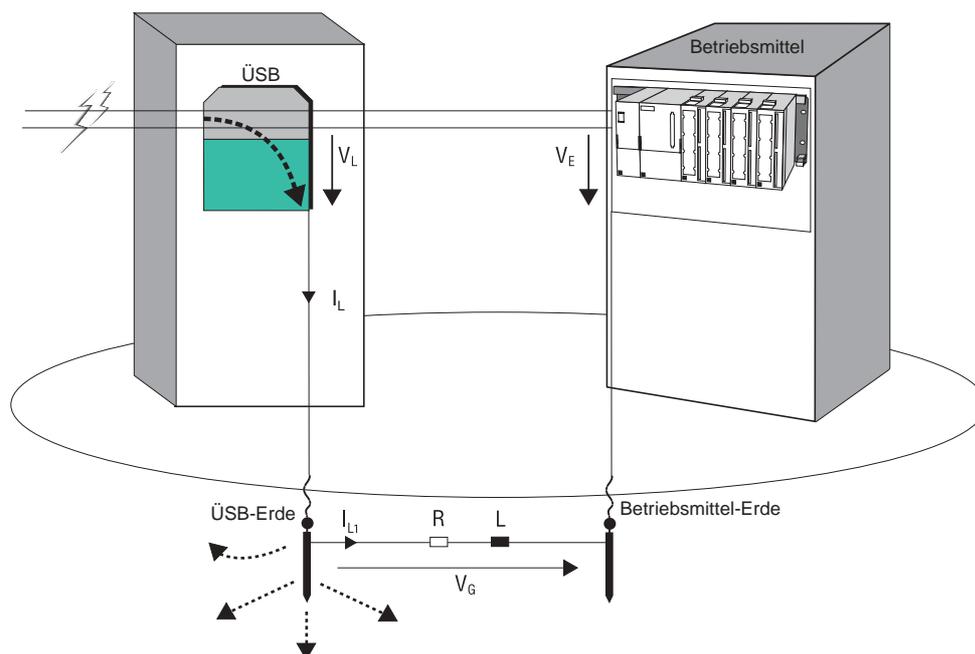


Bild 7.2: Der praktische Sternpunkt Erdanschluss

7.2 Überspannungsschutzbarrieren (ÜSB)

An der grundlegenden Philosophie der Erdung ändert sich durch die Verwendung von ÜSB nichts.

Das Einrichten getrennter Erdungen für ÜSB und für die geschützten Betriebsmittel sollte vermieden werden (siehe Bild 7.3). Nachdem die ÜSB den Stromstoß zur Erde abgeleitet hat, fließt ein Teil davon (I_{L1}), z. B. 200 A, strahlenförmig vom Tiefererder durch den Erdboden zur Betriebsmittelerde. Der Erdwiderstand beträgt ungefähr 10 Ohm pro Meter. Die Spannung V_G in 1 m Entfernung beträgt demnach 2000 V. Die ÜSB K-LB-□.30□ begrenzt die Spannung V_L auf 45 V, daher muss das Betriebsmittel in 1 m Entfernung der resultierenden Spannung $V_E = V_L + V_G = 2045$ V widerstehen können. Im allgemeinen kann das Betriebsmittel diesen Spannungen nicht Stand halten, sodass es zu Schäden kommt.



Falsch
X

Bild 7.3: Getrennter Erdungsanschluss für ÜSB und Betriebsmittel

Aus diesem Grund sollte das System nach der oben erwähnten Methode des Sternpunktterdungsanschlusses ausgelegt sein (siehe Bild 7.4).

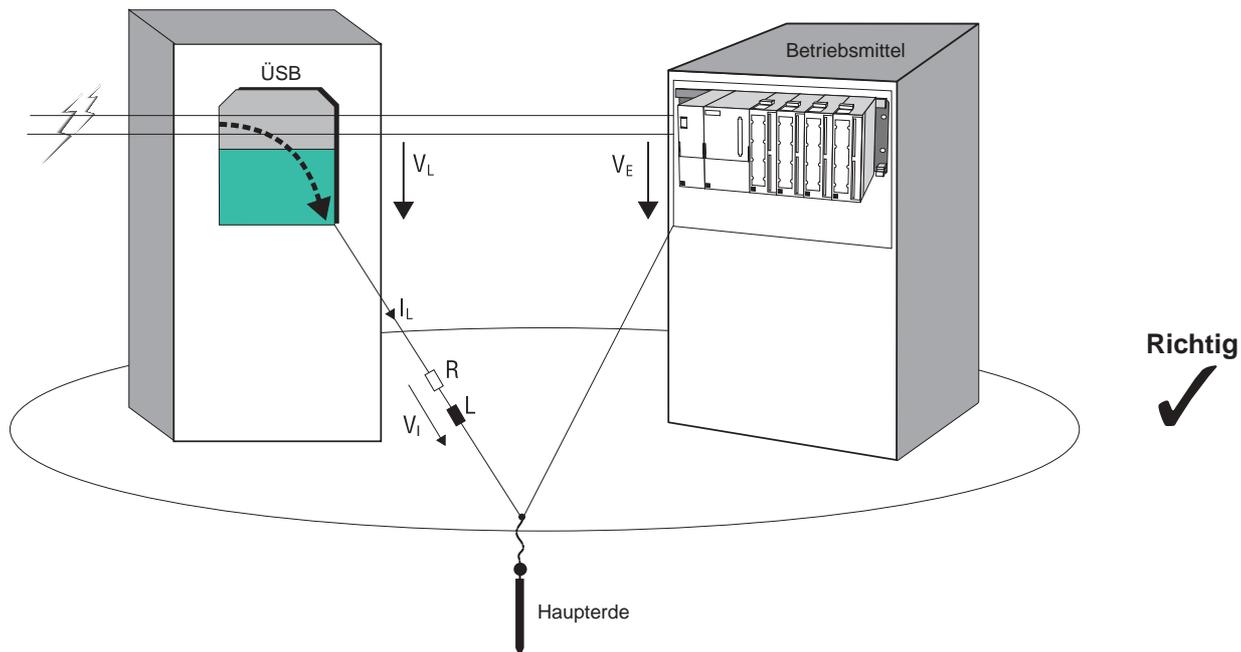


Bild 7.4: ÜSB Sternpunkt Erdungsanschluss

Bei Anwendung dieses Systems muss jedoch auch die Impedanz der Erdungskabel berücksichtigt werden. Die ÜSB leitet den Stromstoß zur Erde ab. Dadurch entwickelt sich eine vorübergehende Spannung V_I entlang des Kabels zwischen dem ÜSB-Erdungsanschluss und der Sternpunkt-Systemerde abhängig vom Widerstand. Die Betriebsmittel sind der Spannung $V_E = V_I + V_L$ ausgesetzt, die Stoßspannung V_I addiert zu der ÜSB Klemmenspannung V_L . Wenn V_E kritische Werte erreicht, können die Betriebsmittel beschädigt werden.

Die Impedanz des Kabels ergibt sich aus der Summe des reellen Widerstandes R und des komplexen Widerstandes $j\omega L$. Der Spannungsabfall über dem Kabel wird berechnet durch $V_I = R \times I_L + L \times dI_L/dt$.

Da Blitz induzierte Überspannungen Puls-Charakteristik zeigen (dI_L/dt sehr groß), ist die Induktivität L wichtiger als der Widerstand R . Um die Überspannung V_I möglichst klein zu halten, sollte die Induktivität so klein wie möglich sein. Dies wird erreicht, indem möglichst kurze Erdungskabel (weniger als 1 m empfohlen) mit einem Leiterquerschnitt von entweder 4 mm^2 (Kupferkabel, mindestens ein Leiter) oder 1.5 mm^2 (Kupferkabel, mindestens zwei getrennte Leiter) zur Verbindung mit der Haupterdungs-Sammelschiene verwendet werden.

Um die Sicherheit zu erhöhen, muss die Verbindung zwischen der Haupterdungs-Sammelschiene und dem Erdungskabel den allgemeinen Erdanschlussnormen genügen. Als Erstes sollte die Möglichkeit eines zunehmenden Kontaktwiderstandes durch Korrosion, Fettschichtauflage, etc. vermieden werden. Zweitens ist es ratsam, Flachkabel zu verwenden, da diese eine geringere Impedanz aufweisen als die entsprechenden runden Kabeltypen.

7.3 Hauptüberwachungsstation (Hauptwarte)

Wenn alle Erdverbindungen im Kontrollraum ordnungsgemäß eingerichtet wurden (siehe Bild 7.5), ist die elektrische Sicherheit, die Eigensicherheit (für Anwendungen im Ex-Bereich) und ein Minimum an elektrischem Rauschen sichergestellt.

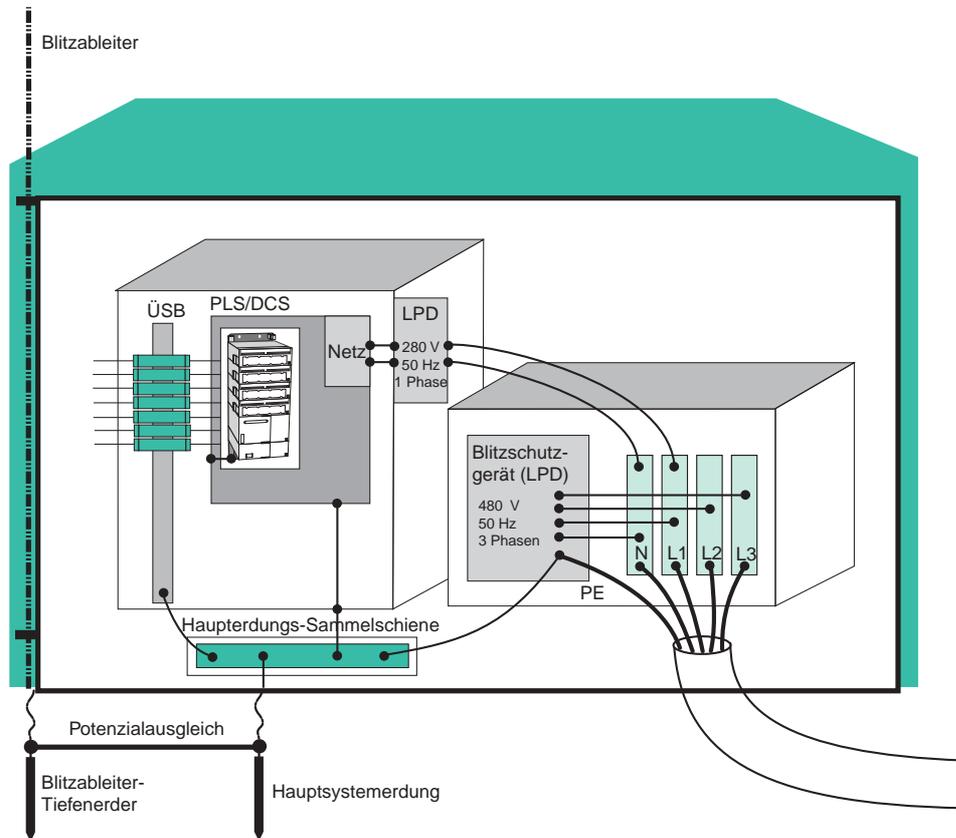


Bild 7.5: Hauptüberwachungsstation (Hauptwarte)

Der abgeschirmte Blitzableiter ist direkt mit dem Blitzableiter-Tiefenerder und der Gebäudestruktur (Metallkonstruktionen) verbunden. Über ein Potenzialausgleichsnetzwerk wird die Blitzsystemerde mit der Hauptsystemerdung verbunden. Die hereinkommende Stromversorgung wird von einem Energieverteilschutzsystem geschützt. Die Haupterdungs-Sammelschiene, die den Referenzpunkt darstellt, ist mit der Hauptsystemerdung und mit den Erdungskabeln der Geräte innerhalb des Gebäudes verbunden. Das Konzept ist nach der Methode des Sternpunkt-Erdungsanschlusses ausgelegt.



Hinweis

Für einen ausreichenden Schutz der elektrischen Betriebsmittel müssen sowohl Überspannungsschutzbarrieren (ÜSB) für Signalleitungen als auch Blitzschutzgeräte (Lightning Protection Devices) für Stromversorgungsleitungen installiert sein.

Der Erdungsanschluss der ÜSB ist ebenso wie die Erdung des Prozesssteuersystems direkt mit der Haupterdungs-Sammelschiene verbunden.



Hinweis

Die Verbindung der Erdungskabel zu der Haupterdungs-Sammelschiene muss so kurz wie möglich sein.

7.4 Installation der ÜSB

Die richtige Installation der ÜSB ist äußerst wichtig. Es muss sichergestellt werden, dass die ungeschützte Verkabelung keinen Einfluss auf die der geschützten Seite hat. Bei der Verlegung der Kabel sollte auf ausreichenden Kabelabstand zwischen ungeschützten, mit Erdung verbundenen und geschützten Kabeln geachtet werden (siehe Bild 7.6).

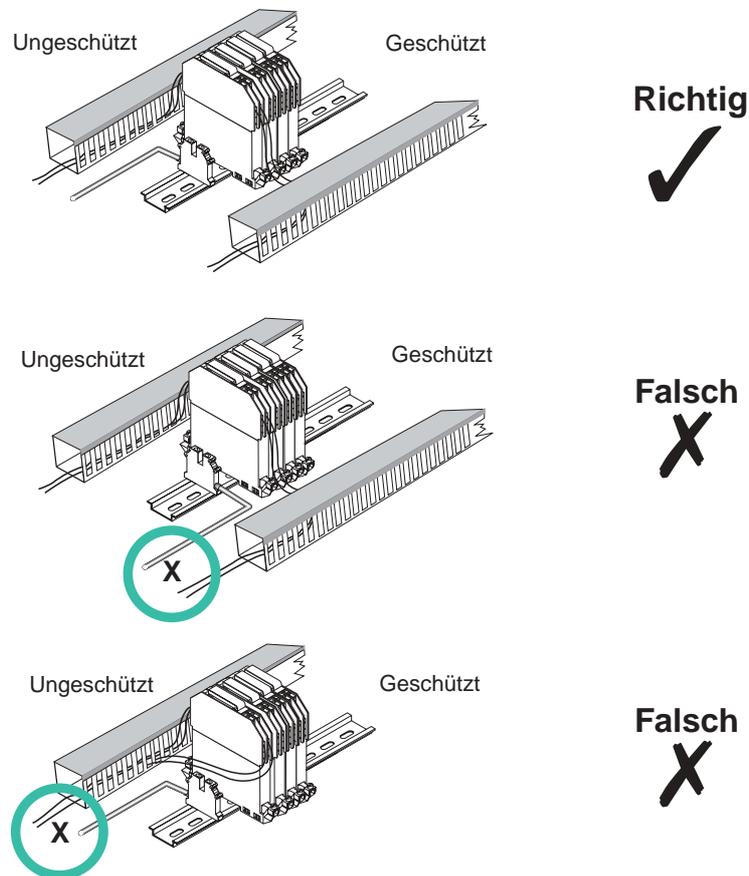


Bild 7.6: Verdrahtung

7.5 Beschreibung der ÜSB-Typen

Pepperl+Fuchs bietet zwei Typen von ÜSB an: die „nicht-isolierten“ und die „isolierten“ ÜSB.

- Nicht-isolierter Typ, K-LB-□.□G (Zenerbarrieren-Standardgehäuse)
Die Durchschlagsspannung (Leitung zur Erdung) des nicht-isolierten Typs beträgt 90 V. Dieser Typ wird normalerweise für die Anwendungen verwendet, bei denen das zu schützende Betriebsmittel nicht von Erde isoliert ist (z. B. Standard E/A-Karte, Zener-Barriere)
Die nicht-isolierten ÜSB lassen sich durch das „G“ im Typenschlüssel und das graue Gehäuseoberteil leicht erkennen.
- Isolierter Typ, K-LB-□.□ (Zenerbarrieren-Standardgehäuse), F□-LB-□ (einschraubbar), P-LB-... (Aufschnappsystem)
Die Durchschlagsspannung der isolierten ÜSB-Typen beträgt 500 V. Dieser Typ wird verwendet, um elektrische Betriebsmittel zu schützen, die mindestens 500 V von der Erdung isoliert sind. Da die meisten Feldgeräte mindestens 500 V von der Erdung isoliert sind, sollten sie von den isolierten ÜSB geschützt werden. Das beinhaltet Anwendungen mit Trennverstärkern und eigensicheren Feldgeräten.
Die isolierten ÜSB sind an dem roten Gehäuseoberteil zu erkennen.

7.6 Entfernte Prozessbereiche

Entfernte Stationen haben üblicherweise einen Tiefenerder vor Ort (siehe Bild 7.7).

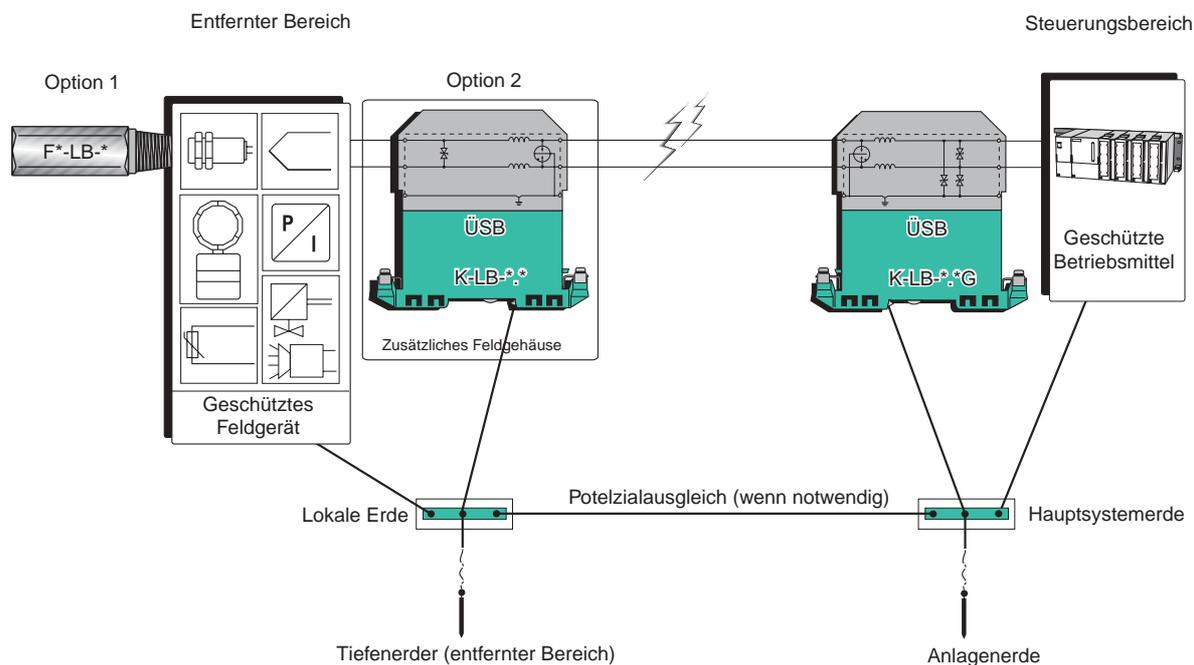


Bild 7.7: Entfernte Prozessbereiche

Potenzialausgleichsregelungen unterscheiden sich von Land zu Land und von Industrie zu Industrie. Manche erlauben mehrere unabhängige Erden, während andere festlegen, dass ein Potenzialausgleichsnetzwerk zwischen der Erdung der Hauptanlage und der lokalen (fernen) Erde eingerichtet werden muss. Bei Errichtung eines Potenzialausgleichs müssen Mindest-Querschnitte für verschiedene Verbindungsmaterialien beachtet werden:

- 10 mm² für Kupfer
- 16 mm² für Aluminium
- 50 mm² für Stahl

ÜSB im entfernten Bereich schützen das elektrische Betriebsmittel in diesem Bereich. Es kann entweder auf eine geerdete Hutschiene in einem Feldgehäuse platziert oder in das Feldgerät geschraubt werden. Da bei diesen Standardanwendungen die Feldgeräte mindestens 500 V von der Erdung isoliert sind, sollten sie von einem isolierten ÜSB geschützt werden.

In einem Schaltschrank werden die ÜSB auf einer separaten Hutschiene montiert. Im Allgemeinen werden die ÜSB in Gruppen von jeweils 16 in einem Punkt über eine Gruppenanschlussklemme direkt mit der Erdungssammelschiene des Schrankes verbunden. Diese Erdungsverbindungen sollten auf der ungeschützten Seite der ÜSB liegen. Abschirmungen hereinkommender Kabel sollten direkt mit der Erdungssammelschiene des Schrankes verbunden werden (siehe Bild 7.8).

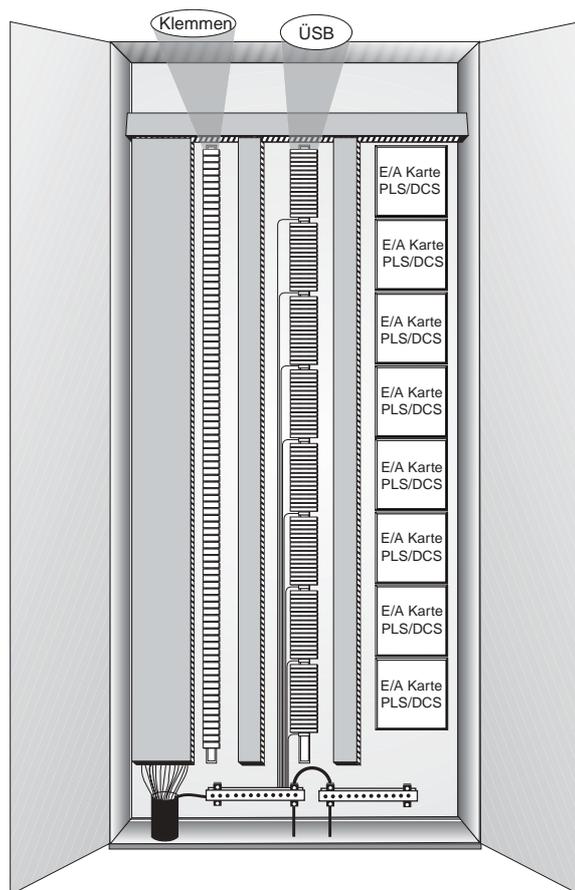


Bild 7.8: Schrankgestaltung für Standardanwendungen

Werden mehrere ÜSB nebeneinander montiert, muss sichergestellt werden, dass die Leitungen der geschützten Seite getrennt von denen der ungeschützten Seite verlegt werden (siehe Bild 7.9).

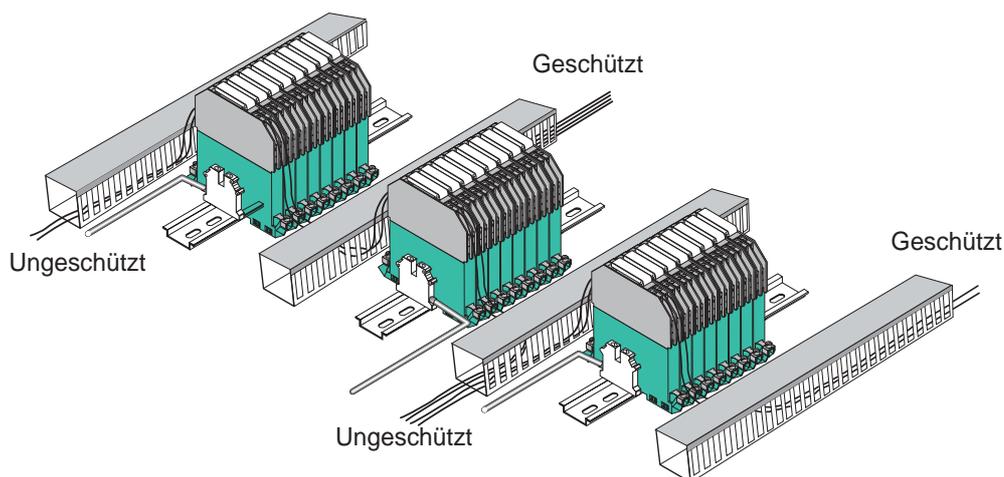


Bild 7.9: Positionierung von benachbarten ÜSB

7.7 Explosionsgefährdeter Bereich

Um die elektrischen Betriebsmittel sowohl im Kontrollraum als auch in dem explosionsgefährdeten Bereich zu schützen, müssen zwei ÜSB in die eigensichere Stromkreisschleife integriert werden. Unter Berücksichtigung der Norm DIN EN 60079-14 dürfen eigensichere Stromkreise entweder „gegen Erde isoliert sein“ oder „an einer Stelle an das Potenzialausgleichssystem angeschlossen sein, wenn sich dieses über den gesamten Bereich erstreckt, in dem die eigensicheren Stromkreise installiert sind“.

Diese Norm besagt, dass „wenn ein eigensicheres elektrisches Betriebsmittel die Spannungsprüfung mit mindestens 500 V gegen Erde nach IEC 60079-11 nicht besteht, ist eine Verbindung mit Erde am Betriebsmittel anzunehmen“.

7.7.1 Gegen Erde isolierter Stromkreis

Der gesamte eigensichere Stromkreis ist von Erde isoliert. Als eigensichere Barriere kommt ein galvanisch isolierter Trennverstärker zum Einsatz, der keine Verbindung zur Hauptsystemerde benötigt. Um die eigensichere Messschleife von Erde galvanisch isoliert zu halten, muss eine isolierte ÜSB an beiden Enden der Schleife installiert werden. Die eine muss im sicheren Bereich nahe dem Trennverstärker auf der eigensicheren Seite, die andere nahe dem Feldgerät in dem explosionsgefährdeten Bereich, aber außerhalb der Zone 0 montiert sein.

Die Erdverbindungen der ÜSB sind direkt mit dem Hauptsystem bzw. der lokalen Erde verbunden.

Die Kombination von Trennverstärker und isolierter ÜSB ist konform mit dem „Entity“-Konzept der Eigensicherheit und beinhaltet alle Vorzüge einer galvanisch isolierten Steuer- und Messschleife.

Die galvanisch isolierte Stromschleife ist in Bild 7.10 dargestellt.

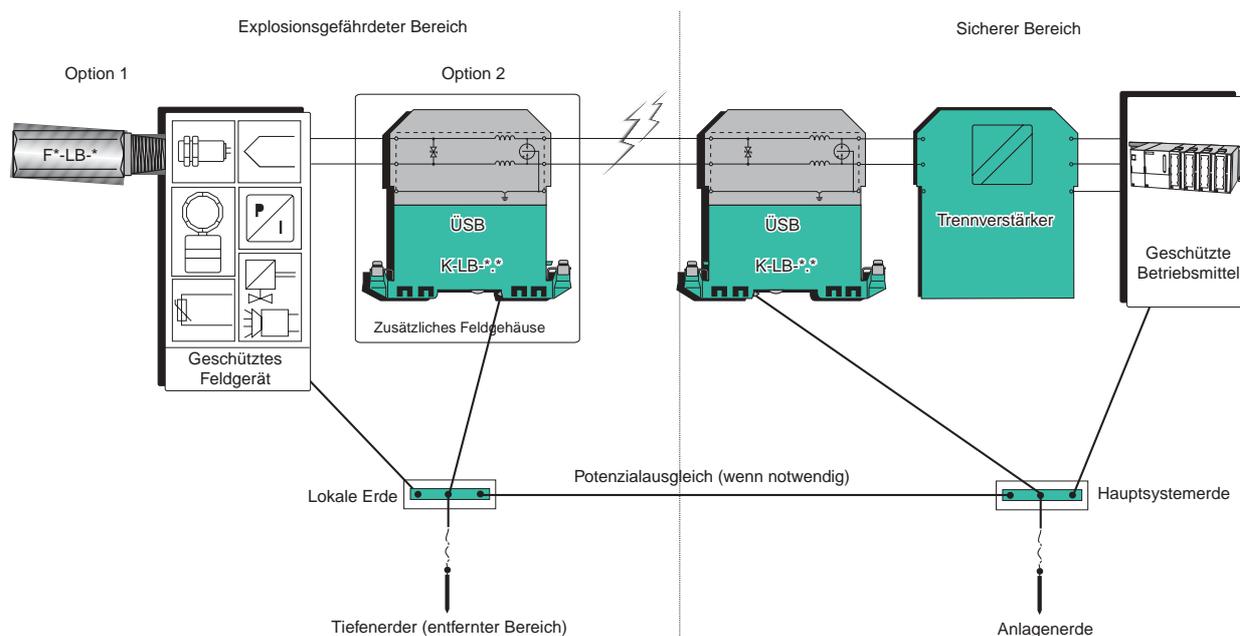


Bild 7.10: Gegen Erde isolierte Stromschleife

Im Schaltschrank werden die isolierten ÜSB auf einer Hutschiene befestigt (siehe Bild 7.11).

Die Erdverbindungen werden für Gruppen von 16 ÜSB über Gruppenanschlussklemmen mit der Erdungssammelschiene des Schrankes verbunden. Die Abschirmung hereinkommender Kabel werden direkt mit der Erdungssammelschiene des Schrankes verbunden. Die Trennverstärker (TV) sind galvanisch von Erde isoliert und benötigen keinen Erdanschluss.

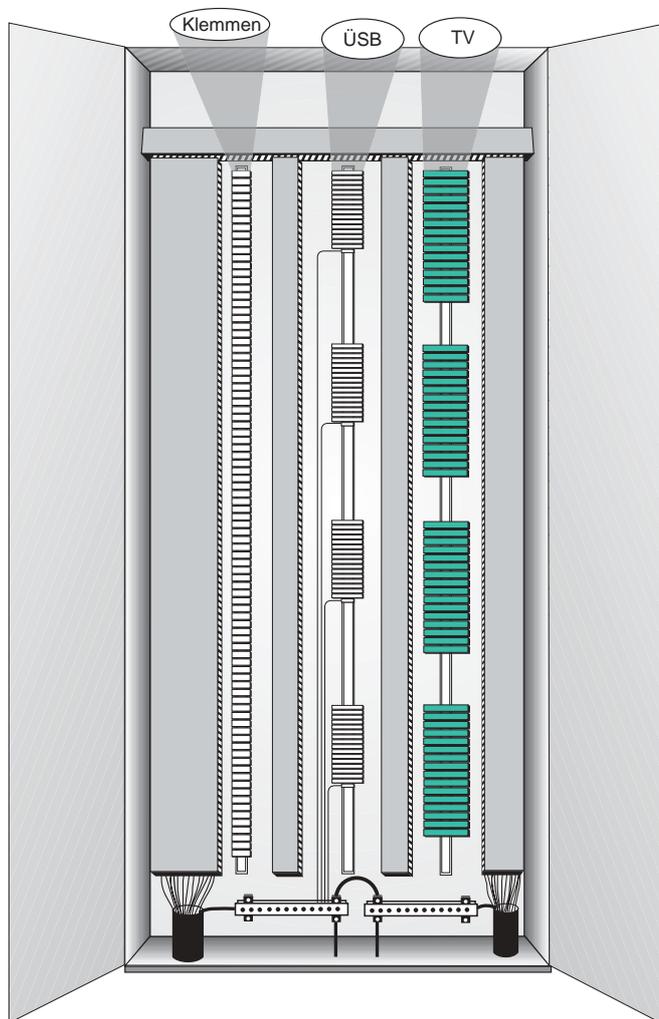


Bild 7.11: Aufbau von EEx 'i' Anwendungen im Schaltschrank



Hinweis

Um den mindestens erforderlichen Abstand von 50 mm zwischen Ex- und Nicht-Ex-Stromkreisen sicherzustellen, sollten die ÜSB und die eigensicheren Barrieren (Trennverstärker oder Zener-Barrieren), wie in Bild 7.11 zu sehen, auf getrennten Montageways befestigt werden.

7.7.2 An einer Stelle geerdeter Stromkreis

Die Ein-Punkt-Erdverbindung ist in Bild 7.12 dargestellt.

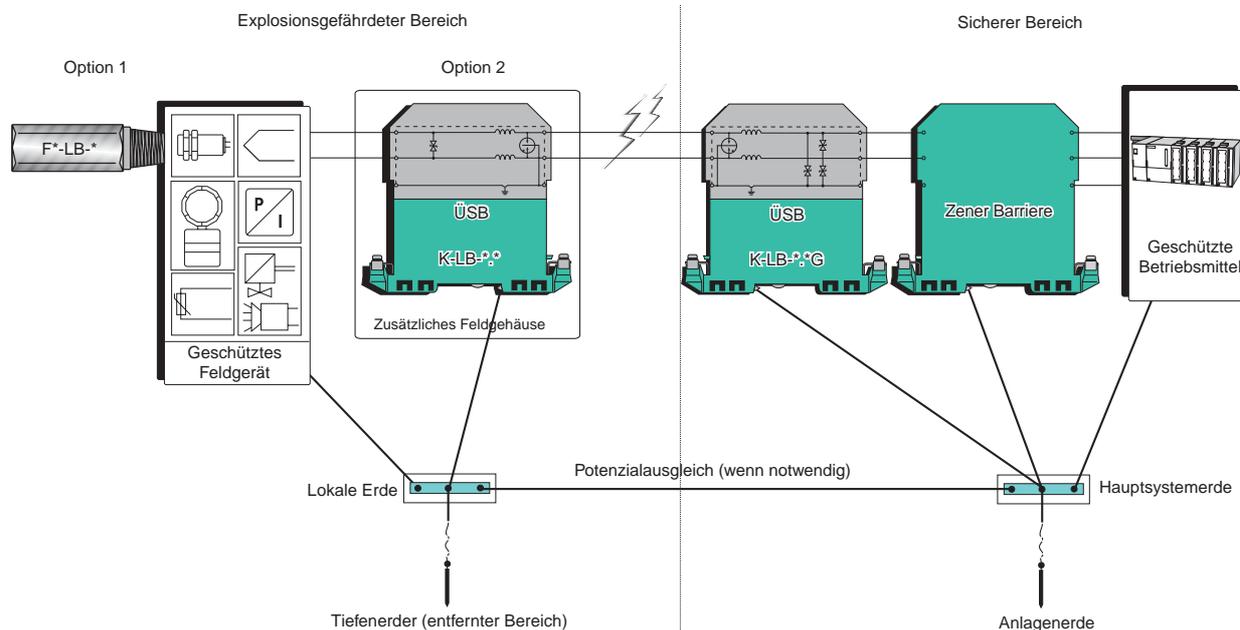


Bild 7.12: Ein-Punkt-Erdungsverbindung

Der eigensichere Stromkreis ist an einem Punkt mit dem Potenzialausgleichssystem oder mit einem hochwertigen Erdungspunkt verbunden. Die eigensichere Barriere ist eine Zener-Barriere ohne galvanische Isolation. Den Normen für Eigensicherheit zufolge muss eine geeignete Erdungsverbindung zwischen der Zener-Barriere und der Hauptsystemerde eingerichtet werden, und der gesamte Kabelwiderstand der Zener-Barrieren-Erdverbindung darf 1 Ohm nicht überschreiten. Um die Zener-Barriere zu schützen, muss eine nichtisolierte, separat montierte ÜSB installiert werden und mit der eigensicheren Seite der Zener-Barriere verbunden werden. Die Erdverbindung der ÜSB zur Hauptsystemerde wird unter Berücksichtigung der relevanten Normen parallel zur Betriebsmittel- und Zener-Barrieren-Erdung hergestellt.



Hinweis

Da die Erdungsverbindungen der nichtisolierten ÜSB und der Zener-Barriere die maximal erlaubte Ein-Punkt-Erdverbindung darstellen, muss das eigensichere Feldgerät durch eine isolierte ÜSB geschützt werden.

7.8 Kabelschirmung

Als Niederfrequenz-Signalleitung wird eine geschirmte Zweidraht-Leitungen bevorzugt, um Einflüsse aus elektrischen Streufeldern zu vermeiden. Der Einbau von ÜSB in eine elektrische Schleife ändert nichts an den allgemeinen Regeln und Normen zu Kabelabschirmungen. Unter Berücksichtigung des internationalen Standards IEC 61312-1 müssen Schirme von abgeschirmten Kabeln in einem zu schützenden Bereich an mindestens jedem Ende und an den Grenzen der Blitzschutzzone angebunden werden. Optional kann zwischen der ÜSB und dem geschützten Gerät ebenfalls ein geschirmtes Kabel verwendet werden (siehe Bild 7.13). Der Schirm dieser Verbindung muss jedoch ebenfalls an beiden Enden geerdet werden. Um in einem solchen Fall Erdschleifen zu vermeiden, sollte die Erdleitung der ÜSB so nahe wie möglich entlang dieser geschirmten Leitung verlegt werden.

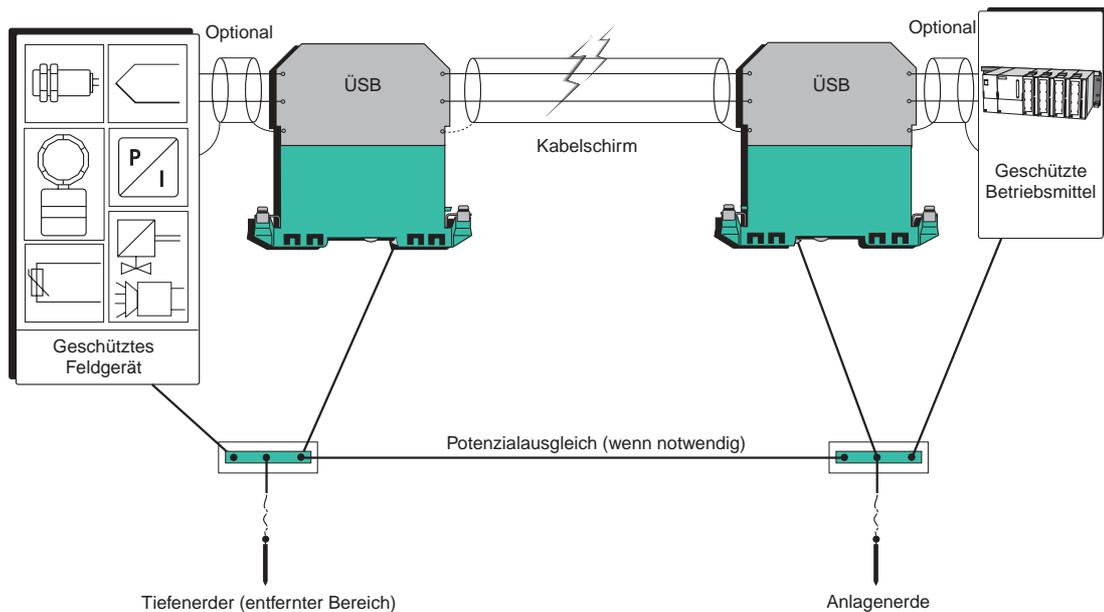


Bild 7.13: Kabelschirmung

Bei Anwendungen für explosionsgefährdete Bereiche wird der Schirm zwischen den beiden ÜSB vorzugsweise nur an einer Seite geerdet.

8 Hybride Schutzschaltung

Sinn einer Überspannungsschutzbarriere ist es, induzierte Überspannungen zum Schutz empfindlicher elektronischer Baugruppen zu begrenzen und Spitzenströme sicher gegen Erde abzuleiten. Überspannungsschutzbarrieren von Pepperl+Fuchs bieten Schutz zwischen den Leitern untereinander (Differenzmode) und zwischen den Leitern und Erde (Common-Mode). Dies wird durch die Integration geeigneter „Schaltelemente“ in die ÜSB erreicht. Diese Schutzelemente müssen in der Lage sein, besonders schnell auf Überspannungen und Spitzenströme zu reagieren. Ein einzelnes Element ist dazu nicht in der Lage, sodass mehrere Stufen hintereinander geschaltet werden müssen. Diese Anordnung heißt „hybride Schutzschaltung“.

Die erste Stufe bilden Gasentladungsröhren, die in der Lage sind, hohe Spannungen zu kappen und große Ströme abzuleiten. Aufgrund ihrer geringen Reaktionszeit können jedoch große Energien diese erste Stufe überwinden. Deshalb ist eine zweite Stufe notwendig, die die Restenergie begrenzt. Dazu eignen sich TVS-Dioden (Transient Voltage Suppressor), die extrem schnell auf kleinste Überspannungen und -ströme reagieren und auf für die nachfolgende Schaltung ungefährliche Werte begrenzen.

Diese beiden schützenden Stufen werden durch eine Induktivität entkoppelt. Bild 8.1 zeigt eine solche Barriere.

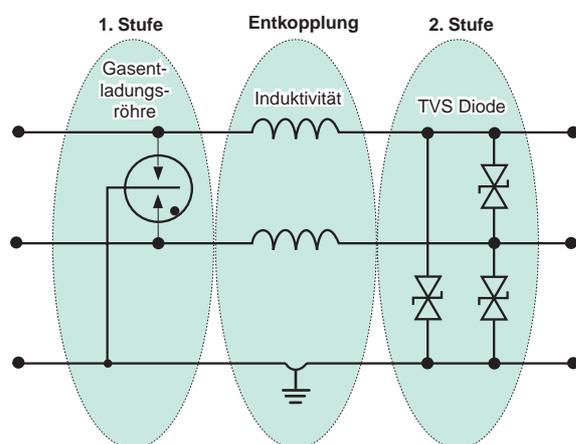


Bild 8.1: Hybrider Schaltungsschutz

8.1 Gasentladungsröhre

Gasentladungsröhren können Ströme von bis zu 40 kA verarbeiten. Liegen einkommende (Über-)Spannungen noch unterhalb der Zündspannung der Gasentladungsröhre, verhält sie sich wie eine hochohmige Impedanz und es fließt kein Strom zwischen ihren Elektroden. Wird die Zündspannung überschritten, so zündet das Gas (Argon-Wasserstoff-Gemisch), der Widerstand zwischen den Elektroden fällt unter 1 Ohm und ein Entladestrom fließt durch die Röhre nach Erde ab. Sinkt die Spannung, sinkt folglich auch der Strom. Unterhalb eines Mindeststromes erlischt die Gasentladungsröhre und bringt sich damit automatisch in den hochohmigen Zustand zurück.

Bei den Pepperl+Fuchs-ÜSB kommen 3-Elektroden-Gasentladungsröhren zum Einsatz, die den optimalen Schutz für Signalleitungen sicherstellen (siehe Bild 8.2).

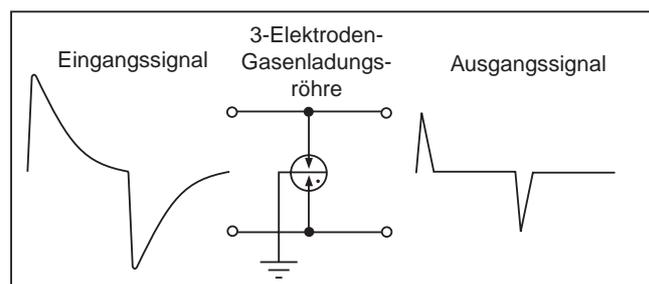


Bild 8.2: Gasentladungsröhre

8.2 TVS-Diode

TVS-Dioden wurden speziell dafür entworfen, kleinere Überspannungen auf für elektronische Baugruppen ungefährliche Werte zu reduzieren. Die TVS-Diode arbeitet als Schutzelement parallel zur Gasentladungsröhre. Unter Normalbedingungen wirkt sie ebenfalls wie eine hochohmige Impedanz. Bei Überschreiten der Durchbruchspannung geht sie in den niederohmigen Zustand über und bietet dem Überstrom einen idealen Pfad nach Erde. Damit kann der Strom nicht in die geschützten Baugruppen fließen und die Spannung wird auf die Durchbruchspannung der Diode begrenzt. Anschließend geht die Diode wieder in den hochohmigen Zustand über. Die besondere Schutzwirkung der TVS-Diode geht aus der extrem hohen Reaktionszeit hervor, die unterhalb einer Pikosekunde liegt. Dies macht sie zu einer idealen zweiten Stufe im hybriden Schaltungsschutz.

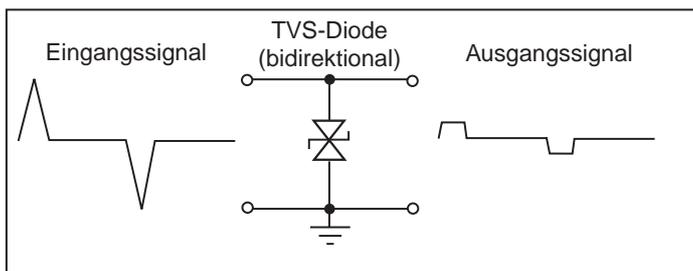


Bild 8.3: TVS Diode

8.3 Eigenschaften

Die folgende Tabelle zeigt eine Liste verschiedener Schutzelemente

Schutzelement	Reaktionszeit	Leistungsvermögen	Vor- und Nachteile
Sicherung	Sehr langsam	Sehr hoch	+ Sehr effektiv gegen Überströme - Schutz einmalig; muss ersetzt werden
Leistungsschalter	Langsam	Sehr hoch	+ Geeignet für Leistungssysteme - Nicht für Transienten geeignet
Luftspalt	Schnell	Hoch	Veraltet
Karbonspalt	Schnell	Hoch	Veraltet
Gasentladungsröhre	Schnell	Hoch	+ Automatische Bereitschaft + Geringe Kapazität + Hohe Isolationsspannung
Varistor	Sehr schnell	Hoch	- Langzeitinstabilität - Hoher Leckstrom
TVS-Diode	Sehr schnell	Niedrig	+ Automatische Bereitschaft + Geringe Durchbruchspannung

8.4 Testimpuls

Überspannungsschutzbarrieren müssen dem in der internationalen Norm DIN IEC 60060-1 definierten Prüfimpuls standhalten.

Die Form des Prüfimpulses wird darin als ansteigend von 0 zum Spitzenwert in einem kurzen Zeitintervall und anschließend entweder exponentiell oder in der Art einer stark gedämpften Sinuskurve abfallend nach 0 beschrieben. Um IEC-konform zu sein, muss eine Überspannungsschutzbarriere Prüfungen mit exponentiell abfallenden Prüfimpulsen (siehe Bild 8.4) bestehen.

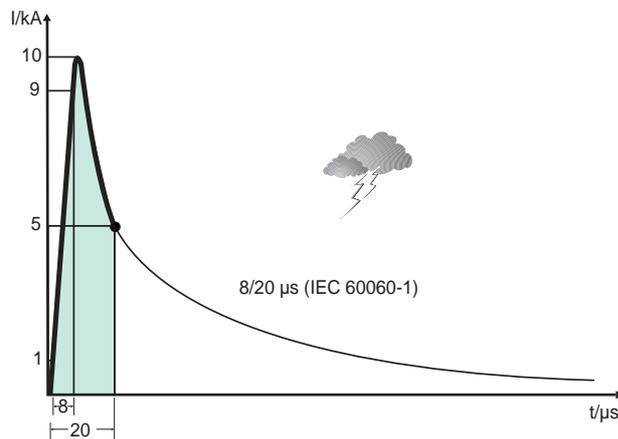


Bild 8.4: Prüfimpuls für Überspannungsschutzbarrieren

Die Prüfung entsprechend IEC 60060-1 sieht vor, dass ÜSB für Signalleitungen 10 Prüfimpulse von 10 kA (8/20 μs) sicher nach Erde ableiten müssen, ohne Schaden an der Erdkontaktierung, den inneren Schaltungsteilen oder der ÜSB zu verursachen.



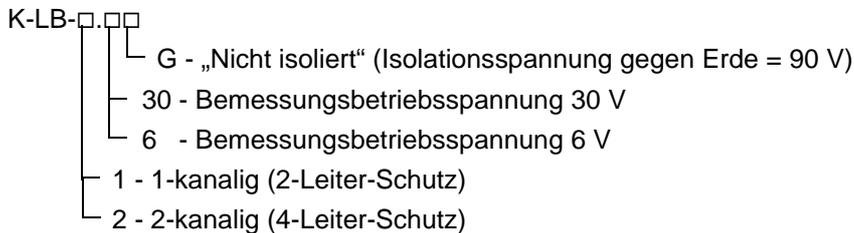
Hinweis

Die ÜSB von Pepperl+Fuchs entsprechen der DIN IEC 60060-1 sowie CCITT, mit einem Nennladungsstrom von 10 kA je Leiter.

9 Die ÜSB-Produktfamilie

9.1 ÜSB im Zenerbarrieren-Standardgehäuse, Typ 'K-LB-□.□□'

Typenschlüssel



Mechanische Eigenschaften

Befestigung: Schnappmontage auf 35 mm Hutschiene nach DIN EN 50022. Die Erdung erfolgt automatisch über die Hutschiene oder über eine der beiden Verschraubungen am Unterteil des Gehäuses. Alternativ kann der Montagesockel K-MS verwendet werden. Die Erdung erfolgt dann über eine der beiden Verschraubungen am Unterteil des Gehäuses.



Bei Bedarf können die ÜSB in ein zusätzliches Feldgehäuse eingebaut werden, um der ÜSB mechanischen Schutz zu gewährleisten. Der Einsatz kann auch im explosionsgefährdeten Bereich erfolgen, wenn sichergestellt ist, dass das umgebende Gehäuse für diesen Einsatz zertifiziert ist (europäische Normen erlauben jedoch nicht den Einsatz in Zone 0). Pepperl+Fuchs hält eine Broschüre bereit, die über verschiedene lieferbare Gehäuse informiert.

Gehäusematerial: Makrolon

Brennbarkeitsklasse: Nach UL 94: V - 0

Anschlussmöglichkeiten: Selbstöffnende Apparatklemmen, max. Aderquerschnitt 2 x 2,5 mm²

Kriterien zur Auswahl des geeigneten Typs

- Kanalzahl 1 oder 2 (Anzahl der zu schützenden Leiter 2 oder 4).
Die Kanalzahl richtet sich danach, wieviele Leiter geschützt werden sollen. Die Kanäle sind voneinander unabhängig, sie besitzen lediglich einen gemeinsamen Erdanschluss. Klemmenbelegung des 1-kanaligen Typs ist 1, 2 (ungeschützt), 7, 8 (geschützt), des 2-kanaligen Typs 1, 2 (ungeschützt), 7, 8 (geschützt) sowie 3, 4 (ungeschützt), 5, 6 (geschützt).
- Bemessungsbetriebsspannung 30 V oder 6 V (Betriebsspannung des Feldgerätes < 30 V oder < 6 V).
Die Betriebsspannung des Feldgerätes muss kleiner sein als die Bemessungsbetriebsspannung der ÜSB, um Leckströme zu vermeiden. Ist die Betriebsspannung des Feldgerätes kleiner als 6 V, so kommen die Typen K-LB-□.6□ zum Einsatz. Liegt die Betriebsspannung im Bereich 6 V ... 30 V, so kommen die Typen K-LB-□.30□ zum Einsatz.
- Isolationsspannung 500 V („isoliert“) oder 90 V („nicht isoliert“)
Kapitel 7 beschreibt die Kriterien zur Erdung, dabei gehen die Kapitel 7.6 und 7.7 speziell auf Nicht-Ex- und Ex-Anwendungen ein.
Zum Schutz des Feldgerätes wird üblicherweise ein „isolierter“ Typ (Typen K-LB-□.□ ohne G) eingesetzt, da die meisten Feldgeräte mit 500 V gegen Erde isoliert sind.
Bei Ex-Anwendungen sind in jedem Fall die relevanten Normen zu beachten. Für die Errichtung elektrischer Anlagen in gasexplosionsgefährdeten Bereichen ist dies die Norm DIN EN 60079-14. Nach dieser Norm dürfen eigensichere Stromkreise, dazu zählen auch Stromkreise mit Zener-Barrieren, entweder gegen Erde isoliert sein, oder „an einer Stelle an das Potenzialausgleichssystem angeschlossen sein, wenn sich dieses über den gesamten Bereich erstreckt, in dem die eigensicheren Stromkreise installiert sind“. Daraus ergeben sich zwei Möglichkeiten:
- *Der Stromkreis ist gegen Erde isoliert.*
Wie in Kapitel 7.7.1 beschrieben, muss an beiden Enden des Stromkreises der „isolierte“ ÜSB-Typ eingesetzt werden. Dies sind die Typen K-LB-□.□ (ohne G).
Für Anwendungen mit Trennschaltverstärkern des Pepperl+Fuchs K-Systems oder mit dem Pepperl+Fuchs RPI-System sind bevorzugt die Typen P-LB-... (s. Kapitel 9.3) zu verwenden.

Überspannungsschutzbarrieren

Die ÜSB-Produktfamilie

- Der Stromkreis ist an einer Stelle an das Potenzialausgleichssystem angeschlossen.
 Wie in Kapitel 7.7.2 beschrieben, wird zum Schutz der Zener-Barriere eine „nicht-isolierte“ ÜSB vom Typ K-LB-□.□G eingesetzt, zum Schutz des Feldgerätes muss ein „isolierter“ Typ K-LB-□.□ (ohne G) verwendet werden.

Montagehinweise

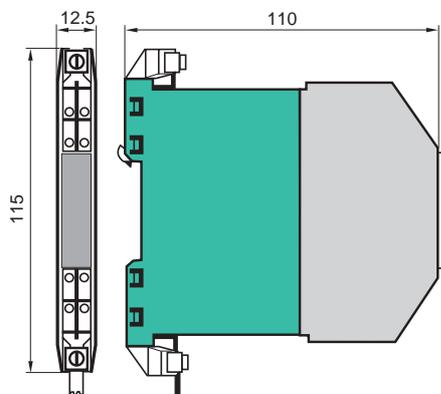
Die ÜSB auf Seite der Steuerung, der Zener-Barriere oder des Trennschaltverstärkers wird in der Warte auf einer separaten Hutschiene montiert.

Die ÜSB zum Schutz des Feldgerätes wird im Feld in einem gesonderten Feldgehäuse mit Hutschiene montiert.

Zertifikate/Bescheinigungen

PTB 00 ATEX 2176X

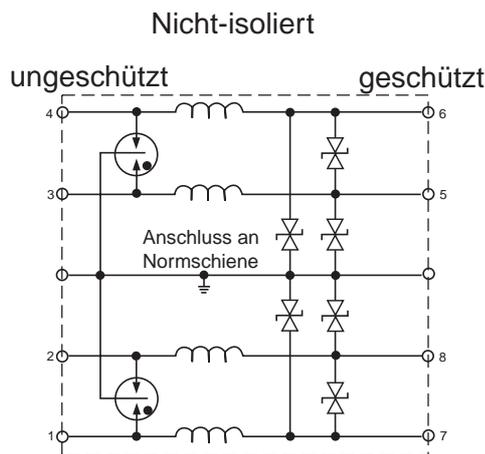
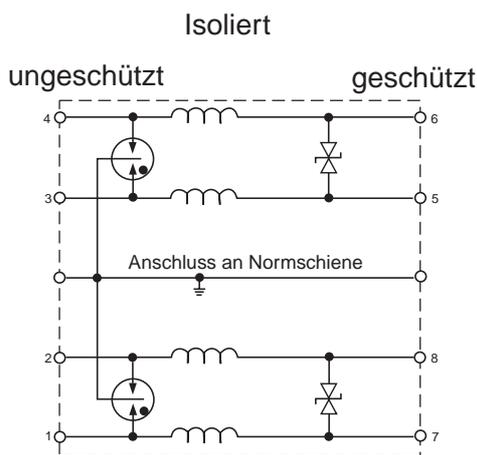
Mechanische Abmessungen, Kennzeichnung



„Isolierte“ und „Nicht-isolierte“ Barrieren können leicht durch den folgenden Farbcode unterschieden werden:

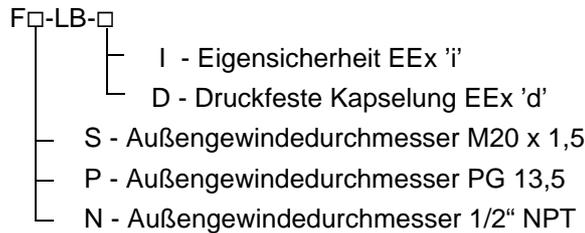
„Nicht-isolierter“ Typ, K-LB-□.□G: Graues Gehäuseoberteil
 „Isolierter“ Typ, K-LB-□.□: Rotes Gehäuseoberteil

Schaltbild (2-kanalig)



9.2 Einschraubtypen 'F□-LB-□'

Typenschlüssel



Mechanische Eigenschaften

Befestigung: Die Befestigung erfolgt durch Einschrauben in eine freie geeignete Kabeleinführung des Feldgerätes.

Alternativ kann auch ein geeigneter Kabelverteiler verwendet werden, dieser sollte sich dann jedoch in unmittelbarer Nähe zum Feldgerät befinden.

Gehäuse: ANSI 316 rostfreier Edelstahl, sechseckige Gehäusehülse mit Außengewinde, potenzialfrei, Gewicht 175 g.

Anschlussmöglichkeiten: Der Anschluss erfolgt durch drei herausgeführte Kabel: rot (+), schwarz (-) und gelb/grün (Erde). Die jeweilige Länge beträgt 300 mm, Aderquerschnitt 1 mm² (16 AWG).

Kriterien zur Auswahl des geeigneten Typs

- Gewindedurchmesser (M20 x 1,5, PG 13,5, 1/2" NPT)
Als Gewindedurchmesser stehen drei Varianten zur Auswahl:
Die Typen FS-... sind mit einem Außengewinde M20 x 1,5, die Typen FP-... mit PG 13,5 und die Typen FN-... mit 1/2" NPT ausgestattet.
- Ausführung der Zündschutzart ('i', 'd')
Die Typen F□-LB-I sind in der Zündschutzart „Eigensicherheit“ ('i'), die Typen F□-LB-D in der Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“ ('d') ausgeführt.

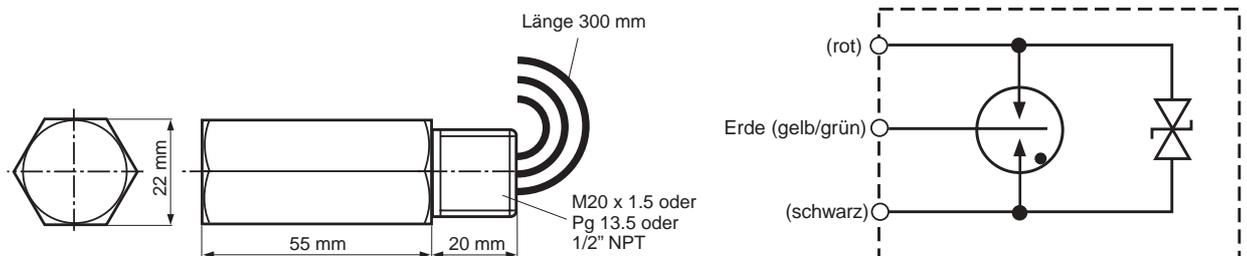
Hinweis

Die Isolationsspannung der ÜSB-Typen F□-LB-□ beträgt 500 V, es handelt sich somit immer um einen „isolierten“ Typ.

Zertifikate/Bescheinigungen

PTB 00 ATEX 2175

Mechanische Abmessungen, Schaltbild



9.3 ÜSB im Aufschnapp-Gehäuse für Trennverstärker des K-Systems und RPI, Typ 'P-LB-□.□'

Typenschlüssel

Aufgrund der unterschiedlichen Klemmenbelegung der zu schützenden Geräte ist passend zum vorhandenen Gerät eine zugehörige ÜSB nach den folgenden Tabellen auszuwählen.

Aufschnapptechnik für Trennverstärker-Anwendungen

ÜSB-Typ	Geeignet zum Schutz der Trennverstärker	Trennverstärker Funktion
P-LB-1.A	KFD□-S□2-Ex1, KFD2-CR-/-ST-□1(3)-Ex1 KFD□-SRÜ-/-DWB-/-DU-/-UFT-/-PWC-	Binäreingang, 2-Draht-Stromeingang Universelle Impulsauswerter
P-LB-2.A	KFD□-S□2-/-STC4-Ex2	Binäreingang, 2-Draht-Stromeingang
P-LB-1.B	KFD2-SD-/-SL(2)-/-SCD-Ex1	Binärausgang, Übertrager
P-LB-2.B	KFD2-SL(2)-Ex2, KFD0-CS-(Ex)2	Binärausgang, Übertrager
P-LB-1.C	KFD2-CR-/-STC4-Ex1□	2- und 3-Draht-Messumformer
P-LB-1.D	KFD2-UT-/-TR-Ex1□	Temperatur-Messumformer

Aufschnapptechnik für RPI-Anwendungen

ÜSB-Typ	Geeignet zum Schutz des Pepperl+Fuchs RPI-Moduls	RPI Funktion
P-LB-1.C	KSD2-CI-(S)-(Ex)	Stromeingang
P-LB-2.C	KSD2-BI-Ex2, KSD2-BO-Ex2	Binäreingang, Binärausgang
P-LB-4.A	KSD2-BI-(Ex)4, KSD2-FI-Ex2	Binäreingang, Frequenz-Strom-Umsetzer
P-LB-1.E	KSD2-BO-Ex, KSD2-CO-(S)-(Ex)	Binärausgang, Stromausgang
P-LB-2.D	KSD2-RO-(Ex)2	Relaisausgang
P-LB-2.E	KSD2-CI-Ex2	Stromeingang
P-LB-1.F	KSD2-TI-(Ex)	Temperatureingang
P-LB-2.F	KSD2-CO-(S)-Ex2, KSD2-FI-(Ex)	Stromausgang, Frequenz-Strom-Umsetzer

Mechanische Eigenschaften

Befestigung: Die ÜSB des Typs P-LB-... wird einfach auf das vorhandene Gerät aufgeschnappt. Die Erdung erfolgt über eine separate Erdungsschiene, an der die ÜSB mit der Erdungsklemme angeschraubt wird.

Gehäusematerial: Makrolon

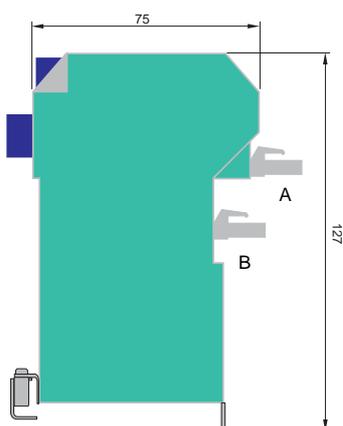
Brennbarkeitsklasse: Nach UL 94: V - 0

Anschlussmöglichkeiten: Abziehbare Stecker mit integrierten selbstöffnenden Apparatklemmen, max. Aderquerschnitt 1 x 2,5 mm²

Hinweis

Die Isolationsspannung der ÜSB-Typen P-LB-□ beträgt 500 V, es handelt sich somit immer um einen „isolierten“ Typ.

Mechanische Abmessungen, Schaltbild



Das Schaltbild entspricht dem „isolierten“ Typ K-LB-□.□, jedoch sind die Anschlussklemmen speziell an den zugehörigen Trennverstärker/RPI-Modul angepasst.

Die Steckklemmen sind passend für die zugehörigen Trennverstärker/RPI-Module ausgelegt. So gibt es Typen mit Klemme A oder B oder A und B.

9.4 Technische Daten

	K-LB-□.6(G)	K-LB-□.30(G)	P-LB-□.□	F□-LB-□
Netz				
Anschluss 1-kanalig	Klemmen 1, 2; 7, 8	Klemmen 1, 2; 7, 8		Rot +, schwarz -, gelb/grün Erde
Anschluss 2-kanalig	1, 2; 7, 8 / 3, 4; 5, 6	1, 2; 7, 8 / 3, 4; 5, 6		
Bemessungsbetriebsspannung	≤ 6 V	≤ 30 V	≤ 30 V	≤ 48 V
Bemessungsbetriebsstrom	≤ 250 mA	≤ 250 mA	≤ 250 mA	≤ 250 mA
Leckstrom	≤ 10 µA	≤ 5 µA	≤ 5 µA	≤ 5 µA
Durchlassspannung	≤ 12 V	≤ 45 V	≤ 45 V	≤ 85 V
Isolation gegen Erde	500 V (nur K-LB-□.6)	500 V (nur K-LB-□.30)	500 V	> 1 kV Sinus
Höchstwerte gemäß Konformitäts- bzw. Baumusterprüfbescheinigung				
Bescheinigungsnummer	PTB 00 ATEX 2176X	PTB 00 ATEX 2176X	Beantragt	PTB 00 ATEX 2175
Spannung U ₀	≤ 30 V	≤ 30 V	≤ 30 V	≤ 48 V
Strom I _i	≤ 250 mA	≤ 250 mA	≤ 250 mA	≤ 250 mA
Leistung P ₀	≤ 1,3W	≤ 1,3W	≤ 1,3W	≤ 1,3W
Innere Kapazität	≤ 7 nF	≤ 1,5 nF	≤ 1,5 nF	≤ 1,5 nF
Innere Induktivität	≤ 200 µH	≤ 200 µH	≤ 200 µH	≤ 200 µH
Nennableitstrom	10 kA (8/20 µs) per Ader gemäß DIN EN 60060-1 (IEC 60060-1)			
Nennansprechzeit				
- Symmetrisch			1ns	
- Asymmetrisch			100ns	
Längswiderstand	≤ 0,5 Ω pro Leiter			0 Ω pro Leiter
Bandbreite	≥ 40 kHz			
Umgebungstemperatur				
bei Nicht-Ex-Anwendungen	-30 °C ... +80 °C	-30 °C ... +80 °C		
bei Ex-Anwendungen	-30 °C ... +60 °C	-30 °C ... +60 °C	-30 °C ... +60 °C	-30 °C ... +70 °C

9.5 Montageanleitung

9.5.1 ÜSB im Zenerbarrieren-Standardgehäuse, Typ 'K-LB-□.□□'

Die folgenden Schritte fassen die Installation der ÜSB im Zenerbarrieren-Standardgehäuse zusammen (siehe dazu Bild 9.1).

1. Die Erdungsklemme auf der Unterseite der ÜSB wird unter die Hutschiene gehakt.
2. Die andere Seite wird fest heruntergedrückt, bis sie unter der Hutschiene einrastet.
3. Prüfen Sie den festen Sitz der ÜSB.

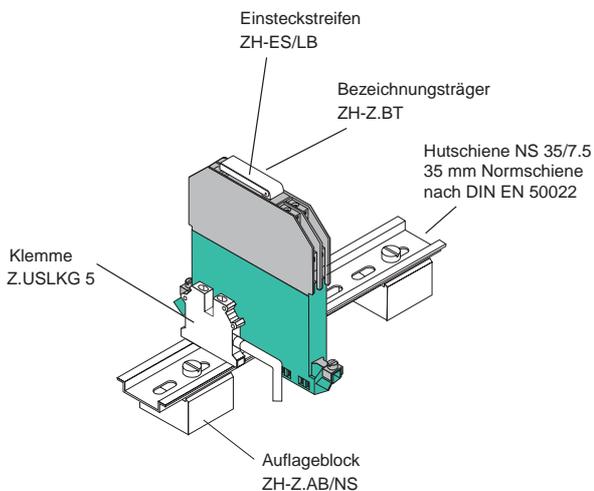


Bild 9.1: Installation K-LB-□.□□



Hinweis

Eine Beschreibung des Systems und des passenden Zubehörs befindet sich im Produktkatalog.

Hinweis zur Erdverbindung



Achtung

Für die ordnungsgemäße Funktion der Überspannungsschutzbarriere ist eine geeignete (niederohmige) Erdverbindung notwendig.

Die Erdverbindung wird bei den Typen K-LB-... durch Aufschnappen der ÜSB auf die Hutschiene hergestellt. Die Erdung von ÜSB-Gruppen (z. B. in Gruppen von 8 oder 16 ÜSB) wird über die Erdungsklemme ZH-Z.USLKG5 hergestellt. Ein Erdungskabel mit ausreichendem Querschnitt stellt nun die Verbindung dieser Klemme zum Potenzialausgleichssystem her (siehe Bild 9.2).

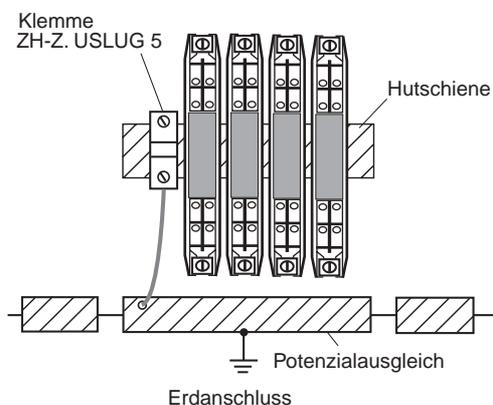


Bild 9.2: Gruppenerdung

9.5.2 Einschraubtypen 'F□-LB-□'

Die folgenden Schritte fassen die Installation der ÜSB im Einschraub-Gehäuse zusammen (siehe dazu Bild 9.3).

1. Kürzen Sie die drei Kabel der ÜSB auf eine angemessene Länge.
2. Schrauben Sie die ÜSB in eine freie Geräteverschraubung des Transmitters oder eines Klemmgehäuses.
3. Schließen Sie die drei Kabel an: rot (+), schwarz (-) und gelb/grün (Erde).
4. Achten Sie darauf, dass der Erdanschluss der ÜSB eine gute Verbindung nach Erde hat.

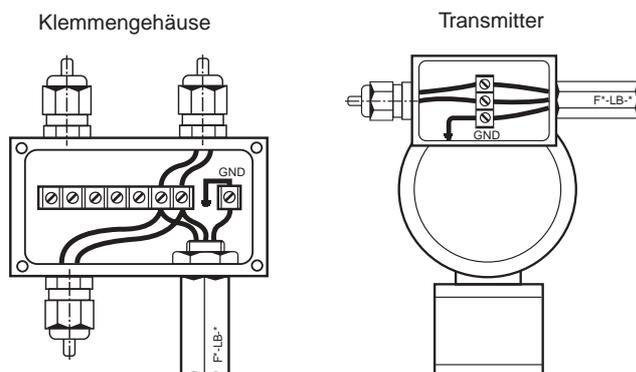


Bild 9.3: Installation Einschraubtypen F□-LB-□

9.5.3 ÜSB im Aufschnapp-Gehäuse für Trennverstärker des K-Systems und RPI, Typ 'P-LB-□.□'

Die folgenden Schritte fassen die Installation der ÜSB im Aufschnapp-Gehäuse zusammen (siehe dazu Bild 9.4).

1. Stecken Sie die ÜSB auf den zugehörigen Trennverstärker oder das RPI-Modul.
2. Schrauben Sie die Erdanschlussschelle an einer Erdschiene fest.
3. Achten Sie darauf, dass der Erdanschluss der ÜSB eine gute Verbindung nach Erde hat.

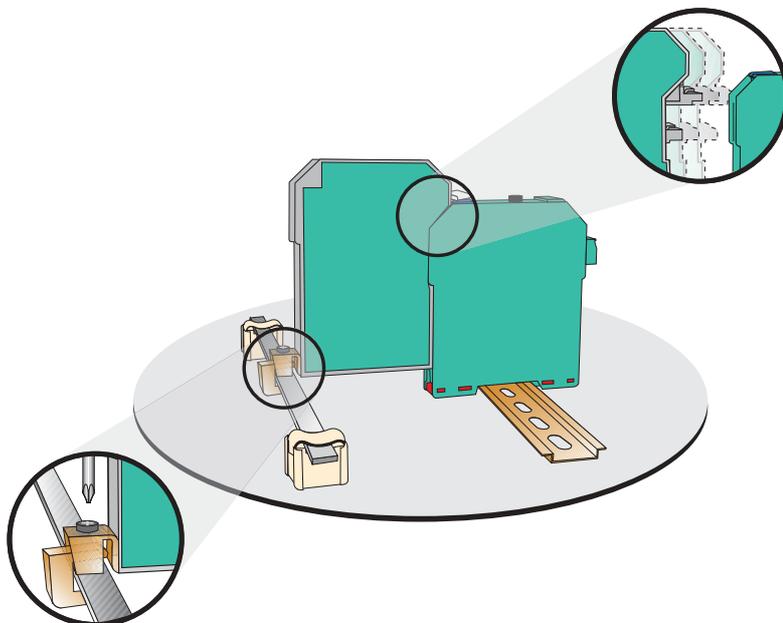


Bild 9.4: Installation Aufschnapptypen P-LB-□.□



Hinweis

Eine Beschreibung des Systems und des passenden Zubehörs befindet sich im Produktkatalog.

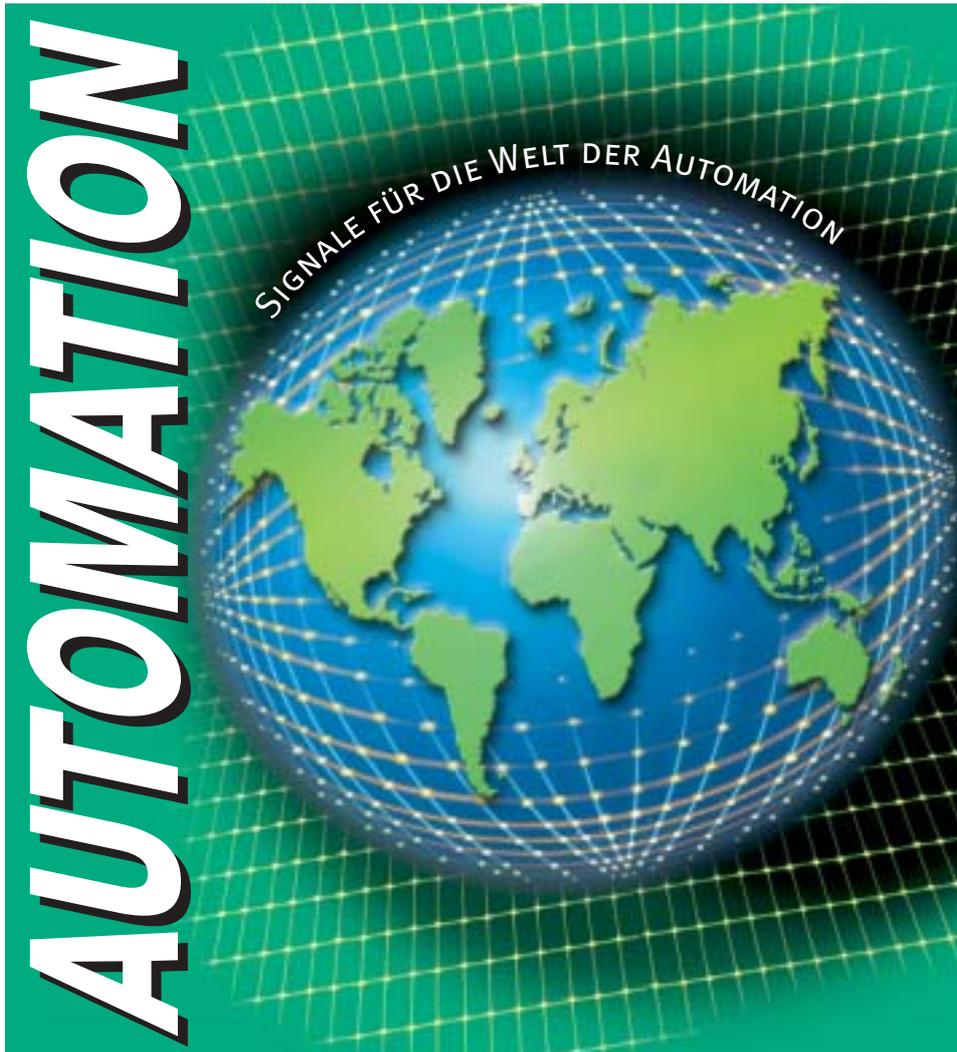
10 Anhang

Normenverweis

DIN V ENV 61024-1 (IEC 61024-1)	Blitzschutz baulicher Anlagen
IEC 61312-1 DIN VDE 0185-103 (IEC 61312-1 modifiziert)	Schutz gegen elektromagnetischen Blitzimpuls
DIN IEC 60060-1	Hochspannungs-Prüftechnik
DIN VDE 0845 Teil 1	Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Blitzeinwirkungen, statische Aufladungen und Überspannungen aus Starkstromanlagen Maßnahmen gegen Überspannungen
DIN EN 50020	Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche Eigensicherheit 'i'
DIN EN 60079-14 (IEC 60079-14)	Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue)

Es gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie,
herausgegeben vom Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie (ZVEI) e.V.
in ihrer neuesten Fassung sowie die Ergänzungsklausel: „Erweiterter Eigentumsvorbehalt“.

Wir von Pepperl+Fuchs fühlen uns verpflichtet, einen Beitrag für die Zukunft zu leisten,
deshalb ist diese Druckschrift auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.



www.pepperl-fuchs.com

Tel. (0621) 776-2222 · Fax (0621) 776-27-2222 · E-Mail: pa-info@de.pepperl-fuchs.com

Zentrale weltweit

Pepperl+Fuchs GmbH · Königsberger Allee 87
68307 Mannheim · Deutschland
Tel. 0621 776-0 · Fax 0621 776-1000
E-Mail: info@de.pepperl-fuchs.com

Zentrale Asien

Pepperl+Fuchs Pte Ltd. · P+F Building
18 Ayer Rajah Crescent · Singapore 139942
Tel. +65 67799091 · Fax +65 68731637
E-Mail: sales@sg.pepperl-fuchs.com

Zentrale USA

Pepperl+Fuchs Inc. · 1600 Enterprise Parkway
Twinsburg, Ohio 44087 · USA
Tel. +1 330 4253555 · Fax +1 330 4254607
E-Mail: sales@us.pepperl-fuchs.com

 **PEPPERL+FUCHS**
SIGNALE FÜR DIE WELT DER AUTOMATION