

	DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 91.120.40	Entwurf	Einsprüche bis 2010-05-31 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10 und DIN EN 62305-4 Ber 1 (VDE 0185-305-4 Ber 1):2007-06
Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen (IEC 81/338/CDV:2009); Deutsche Fassung FprEN 62305-4:2009 Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures (IEC 81/338/CDV:2009); German version FprEN 62305-4:2009 Protection contre la foudre – Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures (CEI 81/338/CDV:2009); Version allemande FprEN 62305-4:2009 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-03-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 184 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 62305-4:2009 „Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 81/338/CDV:2009 „Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures“ unverändert in den Entwurf FprEN 62305-4:2009 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 81 „Lightning protection“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Ein vollständiger Blitzschutz besteht aus dem Blitzschutzsystem LPS nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) und dem Schutzsystem von elektrischen und elektronischen Einrichtungen nach DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4).

Dieser Norm-Entwurf behandelt den Schutz von baulichen Anlagen mit elektrischen und elektronischen Systemen gegen die Wirkungen des elektromagnetischen Blitzimpulses LEMP durch ein Schutzsystem von elektrischen und elektronischen Einrichtungen. Weil isolierte oder nicht integrierte Einzelmaßnahmen keinen wirksamen Schutz bieten, wird ein solches Schutzsystem aus einer individuell angepassten Kombination aus folgenden Schutzmaßnahmen aufgebaut:

- Erdung und Potentialausgleich,
- räumliche Schirmung,
- Leitungsführung und -schirmung,
- koordiniertes SPD-System,
- isolierende Schnittstellen.

Die Kennwerte der Schutzmaßnahmen müssen dem gewählten Gefährdungspegel LPL entsprechen. Die Basis für den Aufbau des Schutzsystems von elektrischen und elektronischen Einrichtungen ist das Blitzschutz-zonen-Konzept. Das Schutzsystem von elektrischen und elektronischen Einrichtungen wird nachfolgend ESP [en: electrical und electronic system protection] abgekürzt.

Die Anhänge zu diesem Norm-Entwurf zeigen die Grundlagen zur Bestimmung der elektromagnetischen Umgebung in einer Blitzschutzzone, ergänzende Hinweise für den ESP-Schutz in bestehenden baulichen Anlagen, Regeln zur Auswahl und Installation eines koordinierten SPD-Systems und Kennwerte, die bei der Auswahl von SPDs zu beachten sind.

Im Abschnitt 9 wird für die Planung, Errichtung und Prüfung von LEMP-Schutzsystemen eine Blitzschutz-Fachkraft gefordert, die nach Tabelle 2 auch über fundierte Kenntnisse der EMV und der Installationspraxis verfügen soll.

Der Begriff der Blitzschutz-Fachkraft wurde im Text der internationalen Norm IEC 62305-4 nicht festgelegt. Aus diesem Grund hat das für die nationale Norm zuständige Komitee K 251 eine Erläuterung für den Begriff der Blitzschutz-Fachkraft verabschiedet, in der die Bereiche der Planung, Prüfung und Errichtung berücksichtigt werden.

Erläuterung zur Blitzschutz-Fachkraft:

Eine Blitzschutz-Fachkraft ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen Blitzschutzsysteme planen, errichten und prüfen kann. Die Bereiche Planung, Prüfung und Errichtung erfordern unterschiedliche Kenntnisse. Eine Blitzschutz-Fachkraft muss sich laufend über die örtlich geltenden bauaufsichtlichen Vorschriften und die einschlägigen, allgemein anerkannten Regeln der Technik informieren. Der Nachweis kann durch die regelmäßige Teilnahme an nationalen Weiterbildungsmaßnahmen geführt werden.

Die Blitzschutz-Fachkraft verfügt über eine mehrjährige Berufserfahrung und zeitnahe berufliche Tätigkeiten im Bereich des Blitzschutzes.

Die Blitzschutz-Fachkraft erfüllt wenigstens eine der nachfolgenden Anforderungen:

a) Planung:

Für den Bereich Planung sind Kenntnisse über umfassende physikalische Zusammenhänge, Einsatz und Anwendung der unterschiedlichen Planungsmethoden und der anzuwendenden normativen Berechnungsverfahren, Installationsrichtlinien von Blitzschutzbauteilen und Überspannungs-Schutzgeräten sowie der bautechnischen Erfordernisse und grundlegender Montagetechniken erforderlich.

b) Errichtung/Montage:

Für den Bereich Errichtung und Montage sind Kenntnisse über physikalische Zusammenhänge, detaillierte Kenntnisse der Installationsrichtlinien von Blitzschutzbauteilen und Überspannungs-Schutzgeräten sowie umfangreiche bautechnische Erfordernisse und Montagetechniken erforderlich.

c) Prüfung:

Für den Bereich Prüfung sind Kenntnisse über physikalische Zusammenhänge, Einsatz der unterschiedlichen Planungsmethoden und anzuwendende normative Berechnungsverfahren, Installationsrichtlinien von Blitzschutzbauteilen und Überspannungs-Schutzgeräten, allgemeine bautechnische Erfordernisse und Montagetechniken erforderlich.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 251 „Blitzschutzanlagen und Blitzschutzbauteile“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10 und DIN EN 62305-4 Ber 1 (VDE 0185-305-4 Ber 1):2007-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) ein vollständiger Blitzschutz LP besteht aus dem Blitzschutzsystem LPS und dem Schutzsystem von elektrischen und elektronischen Einrichtungen ESP. Diese Begriffe wurden eingeführt, um deutlich zu machen, dass nur ein vollständiges, in sich abgestimmtes Schutzsystem wirksamen Schutz bietet;
- b) die Anhänge A und B wurden redaktionell überarbeitet;
- c) der frühere Anhang C, der die physikalischen Grundlagen zur Koordination der unterschiedlichen SPD verschiedener Bauart enthielt, ist ganz entfallen;
- e) der neue Anhang C enthält ausführliche Regeln zur Auswahl und zur Installation eines koordinierten SPD-Systems. Ähnliche Regeln aus dem alten Anhang D wurden stark überarbeitet und dann integriert;

- f) der neue Anhang D behandelt die bei der Auswahl von SPDs zu berücksichtigenden Faktoren, wie Einbauort, Art der Einkopplung, Stromaufteilung, Wellenform und benachbarte Anlagen. Außerdem wird eine Bewertung des statistischen Bedrohungspegels für SPDs angegeben.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 60364-4-443:2006	IEC 60364-4-44:2001 (zurückgezogen) ersetzt durch: IEC 60364-4-44:2007	DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06	VDE 0100-443
–	IEC 60364-5-53:2001 + A1:2002	–	–
EN 60664-1:2007	IEC 60664-1:2002 (zurückgezogen) ersetzt durch: IEC 60664-1:2007	DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01	VDE 0110-1
–	IEC/TR3 61000-1-1:1992	–	–
EN 61400-4-5:2006	IEC 61000-4-5:1995 (zurückgezogen) ersetzt durch: IEC 61000-4-5:2005	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06	VDE 0847-4-5
EN 61000-4-9:1993 + A1:2001	IEC 61000-4-9:1993 + A1:2000	DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847-4-9):1994-05 (zurückgezogen) ersetzt durch: DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847-4-9):2001-12	VDE 0847-4-9

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 61000-4-10:1993 + A1:2001	IEC 61000-4-10:1993 + A1:2000	DIN EN 61000-4-10 (VDE 0847-4-10):1994-05 (zurückgezogen) ersetzt durch: DIN EN 61000-4-10 (VDE 0847-4-10):2001-12	VDE 0847-4-10
–	IEC/TR3 61000-5-2:1997	–	–
–	IEC/TR 61000-5-6:2002	–	–
–	IEC 61643-1:2005	–	–
CLC/TS 61643-12:2006	IEC 61643-12:2002 (zurückgezogen) ersetzt durch: IEC 61643-12:2008	DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12):2007-10	VDE V 0675-6-12
EN 61643-21:2001	IEC 61643-21:2000	DIN EN 61643-21 (VDE 0845-3-1):2002-03	VDE 0845-3-1
CLC/TS 61643-22:2006	IEC 61643-22:2004	DIN CLC/TS 61643-22 (VDE V 0845-3-2):2007-09	VDE V 0845-3-2
EN 62305 (Reihe)	IEC 62305 (Reihe)	DIN EN 62305 (VDE 0185-305) (Reihe)	VDE 0185-305 (Reihe)
EN 62305-1	IEC 62305-1	DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1)	VDE 0185-305-1
EN 62305-2	IEC 62305-2	DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2)	VDE 0185-305-2
EN 62305-3	IEC 62305-3	DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3)	VDE 0185-305-3

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12):2007-10, *Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 12: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Auswahl und Anwendungsgrundsätze (IEC 61643-12:2002, modifiziert); Deutsche Fassung LC/TS 61643-12:2006*

DIN CLC/TS 61643-22 (VDE V 0845-3-2):2007-09, *Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 22: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken – Auswahl- und Anwendungsprinzipien (IEC 61643-22:2004, modifiziert); Deutsche Fassung CLC/TS 61643-22:2006*

DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:2007); Deutsche Fassung EN 60664-1:2007*

E DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2010-03

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:2005); Deutsche Fassung EN 61000-4-5:2006*

DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847-4-9):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-9: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen impulsförmige Magnetfelder (IEC 61000-4-9:1993 + A1:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-9:1993 + A1:2001*

DIN EN 61000-4-10 (VDE 0847-4-10):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-10: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen gedämpft schwingende Magnetfelder (IEC 61000-4-10:1993 + A1:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-10:1993 + A1:2001*

DIN EN 61643-21 (VDE 0845-3-1):2002-03, *Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 21: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken – Leistungsanforderungen und Prüfverfahren (IEC 61643-21:2000 + Corrigendum:2001); Deutsche Fassung EN 61643-21:2001*

DIN EN 62305 (VDE 0185-305) (Reihe), *Blitzschutz*

DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1), *Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2), *Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management*

DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3), *Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen*

DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-44: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen – Abschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen (IEC 60364-4-44:2001 + A1:2003, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-443:2006*

Deutsche Fassung

**Blitzschutz –
Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen**

Inhalt

	Seite
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Planung und Installation von Schutzmaßnahmen für ESP	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Auslegung eines ESP	16
4.3 Blitzschutz zonen (LPZ)	17
4.4 Grundlegende Schutzmaßnahmen in einem ESP	21
5 Erdung und Potentialausgleich	22
5.1 Erdungsanlage	22
5.2 Potentialausgleich-Netzwerk	23
5.3 Potentialausgleichsschienen	28
5.4 Potentialausgleich an der Grenze einer LPZ	29
5.5 Werkstoffe und Maße von Komponenten für den Potentialausgleich	29
6 Magnetische Schirmung und Leitungsführung	30
6.1 Räumliche Schirmung	30
6.2 Schirmung von inneren Leitungen	30
6.3 Leitungsführung von inneren Leitungen	31
6.4 Schirmung von äußeren Leitungen	31
6.5 Werkstoffe und Abmessungen von magnetischen Schirmen	31
7 Koordiniertes SPD-System	31
8 Isolierende Schnittstellen	32
9 Management eines ESP	32
9.1 ESP-Managementplan	32
9.2 Prüfung eines ESP	34
9.2.1 Durchführung der Prüfung	34
9.2.2 Dokumentation der Prüfung	35
9.3 Instandhaltung	35
Anhang A (informativ) Grundlagen für die Bestimmung der elektromagnetischen Umgebung in einer LPZ	36

	Seite
A.1 Schäden an elektrischen und elektronischen Systemen durch Blitzeinschlag.....	36
A.1.1 Störquelle.....	36
A.1.2 Störsenke.....	36
A.1.3 Kopplungsmechanismus zwischen Störsenke und Störquelle.....	37
A.2 Räumliche Schirmung, Leitungsführung und -schirmung.....	37
A.2.1 Allgemeines.....	37
A.2.2 Gitterförmige räumliche Schirme.....	40
A.2.3 Leitungsführung und -schirmung.....	42
A.3 Magnetisches Feld innerhalb der LPZs.....	45
A.3.1 Näherung für das magnetische Feld innerhalb von LPZs.....	45
A.3.2 Theoretische Ermittlung des magnetischen Feldes bei direkten Blitzeinschlägen.....	52
A.3.3 Experimentelle Bestimmung des magnetischen Feldes bei direkten Blitzeinschlägen.....	55
A.4 Berechnung von induzierten Spannungen und Strömen.....	56
A.4.1 Situation innerhalb LPZ 1 bei direkten Blitzeinschlägen.....	57
A.4.2 Situation innerhalb LPZ 1 bei nahen Blitzeinschlägen.....	59
A.4.3 Situation innerhalb LPZ 2 und höher.....	60
Anhang B (informativ) Realisierung des ESP-Schutzes für eine bestehende bauliche Anlage.....	61
B.1 Allgemeines.....	61
B.2 Checklisten.....	61
B.3 Auslegung des ESP-Schutzes für eine bestehende bauliche Anlage.....	62
B.4 Planung grundsätzlicher Schutzmaßnahmen für LPZ 1.....	63
B.4.1 Planung grundsätzlicher Schutzmaßnahmen für LPZ 2.....	63
B.4.2 Planung grundsätzlicher Schutzmaßnahmen für LPZ 3.....	63
B.5 Installation eines koordinierten SPD-Systems.....	63
B.6 Aufrüstung eines bestehenden LPS durch räumliche Schirmung von LPZ 1.....	64
B.7 Einrichtung von LPZs für elektrische und elektronische Systeme.....	64
B.8 Schutz durch ein Potentialausgleichsnetzwerk.....	68
B.9 Schutz durch Überspannungsschutzgeräte.....	68
B.10 Schutz durch isolierende Schnittstellen.....	69
B.11 Schutzmaßnahmen durch Leitungsführung und -schirmung.....	69
B.11.1 Schutzmaßnahmen für außen angebrachte Betriebsmittel.....	71
B.11.2 Schutz von außen angebrachten Betriebsmitteln.....	71
B.11.3 Verringerung von Überspannungen in Kabeln.....	72
B.12 Aufrüstung von Verbindungsleitungen zwischen baulichen Anlagen.....	73
B.12.1 Isolierende Leitungen.....	73
B.12.2 Metallene Leitungen.....	73
B.13 Integration von neuen elektronischen Systemen in bestehende bauliche Anlagen.....	74
B.14 Übersicht über mögliche Schutzmaßnahmen.....	75

	Seite
B.14.1 Stromversorgung	75
B.14.2 Überspannungsschutzgeräte.....	75
B.14.3 Isolierende Schnittstellen.....	75
B.14.4 Leitungsführung und -schirmung.....	75
B.14.5 Räumliche Schirmung	75
B.14.6 Potentialausgleich	75
B.15 Aufrüstung von Stromversorgung und Kabelinstallation innerhalb einer baulichen Anlage	76
Anhang C (informativ) Auswahl und Installation eines koordinierten SPD-Systems.....	77
C.1 Einführung	77
C.2 Auswahl der SPDs.....	78
C.2.1 Auswahl hinsichtlich des Schutzpegels.....	78
C.2.2 Auswahl hinsichtlich Einbauort und Entladestrom.....	80
C.3 Installation eines koordinierten SPD-Systems	81
C.3.1 Einbauorte der SPDs.....	81
C.3.2 Verbindungsleiter.....	82
C.3.3 Koordination von SPDs	82
C.3.4 Vorgehensweise zur Installation eines koordinierten SPD-Systems.....	82
Anhang D (informativ) Bei der Auswahl von SPDs zu berücksichtigende Faktoren	83
D.1 Einführung	83
D.1.1 Bestimmende Faktoren für die Belastung eines SPDs	83
D.2 Bewertung des statistischen Bedrohungspegels für ein SPD	85
D.2.1 Einfluss der Installation auf die Stromaufteilung	86
D.2.2 Wahl der SPD Kennwerte: I_{imp} , I_{max} , I_n , U_{oc}	86
Literaturhinweise.....	88
Bilder	
Bild 1 – Allgemeines Prinzip für die Einteilung in verschiedene LPZs	13
Bild 2a – ESP mit räumlichen Schirmen und einem koordinierten SPD-System – Die Betriebsmittel sind gut geschützt gegen leitungsgeführte Stoßwellen ($U_2 \ll U_0$ und $I_2 \ll I_0$) sowie gegen abgestrahlte magnetische Felder ($H_2 \ll H_0$)	14
Bild 2b – ESP mit räumlichem Schirm von LPZ 1 und mit Überspannungsschutz am Eintritt in LPZ 1 – Die Betriebsmittel sind geschützt gegen leitungsgeführte Stoßwellen ($U_1 < U_0$ und $I_1 < I_0$) sowie gegen abgestrahlte magnetische Felder ($H_1 < H_0$)	14
Bild 2 – Schutz gegen LEMP – Beispiele für mögliche LEMP-Schutzsysteme (ESP)	15
Bild 3a – Verbindung von zwei LPZs 1 mit SPDs	18
Bild 3b – Verbindung von zwei LPZs 1 mit geschirmten Kabeln oder geschirmten Kabelkanälen	18
Bild 3c – Verbindung von zwei LPZs 2 mit SPDs	19
Bild 3d – Verbindung von zwei LPZs 2 mit geschirmten Kabeln oder geschirmten Kabelkanälen	19
Bild 3 – Beispiele für miteinander verbundene LPZs.....	19
Bild 4 – Beispiele für ein- oder ausgestülpte Blitzschutzzonen	20

Bild 5 – Beispiel eines dreidimensionalen Erdungssystems, das durch die Verbindung des Potentialausgleichsnetzwerks mit der Erdungsanlage entsteht	22
Bild 6 – Vermaschte Erdungsanlage eines Fabrikgeländes	23
Bild 7 – Verwendung der Bewehrungsstäbe einer baulichen Anlage für den Potentialausgleich	25
Bild 8 – Potentialausgleich in einer baulichen Anlage unter Nutzung der Stahlbewehrung	26
Bild 9 – Integration von elektronischen Systemen in das Potentialausgleichsnetzwerk	27
Bild 10 – Kombination von Integrationsmethoden von elektronischen Systemen in das Potentialausgleichsnetzwerk	28
Bild A.1 – LEMP-Situation im Fall eines Blitzeinschlags.....	37
Bild A.2a – Simulation der Stirn des Magnetfeldes des ersten Teilblitzes (10/350 μ s) durch einen Einzelimpuls 8/20 μ s (gedämpfte Schwingung 25 kHz)	39
Bild A.2b – Simulation der Stirn des Magnetfeldes des Folgeblitzes (0,25/100 μ s) durch eine gedämpfte Schwingung 1 MHz (Mehrfachimpuls 0,2/0,5 μ s)	40
Bild A.2 – Simulation des magnetischen Feldes im Anstiegsbereich durch gedämpfte Schwingungen	40
Bild A.3 – Großer räumlicher Schirm, gebildet durch metallene Bewehrungen und Rahmen.....	41
Bild A.4 – Volumen für elektrische und elektronische Systeme innerhalb einer LPZ n	42
Bild A.5a – Ungeschütztes System	43
Bild A.5b – Verringerung des Magnetfeldes innerhalb einer LPZ durch räumliche Schirmung.....	43
Bild A.5c – Verringerung der Magnetfeldwirkung durch geschirmte Leitungen	43
Bild A.5d – Verringerung der Fläche der Induktionsschleife durch geeignete Leitungsführung	43
Bild A.5 – Verringerung der Induktionswirkung durch Leitungsführung und -schirmung	43
Bild A.6 – Beispiel für ein ESP eines Bürogebäudes.....	45
Bild A.7a – Magnetische Feldstärke innerhalb von LPZ 1	46
Bild A.7b – Magnetische Feldstärke innerhalb von LPZ 2	46
Bild A.7 – Berechnung der Werte der magnetischen Feldstärke bei direktem Blitzeinschlag	46
Bild A.8 – Bestimmung der Werte des magnetischen Feldes bei nahem Blitzeinschlag.....	48
Bild A.9 – Abstand s_a in Abhängigkeit vom Radius der Blitzkugel und den Maßen der baulichen Anlage	51
Bild A.10 – Typen von ausgedehnten, gitterförmigen, räumlichen Schirmen.....	53
Bild A.11 – Magnetische Feldstärke $H_{1/\max}$ innerhalb eines gitterförmigen Schirms Typ 1	54
Bild A.12 – Magnetische Feldstärke $H_{1/\max}$ innerhalb eines gitterförmigen Schirms Typ 1	54
Bild A.13a – Prüfanordnung	55
Bild A.13b – Blitzstromgenerator.....	56
Bild A.13 – Low-level-Prüfung zur Bestimmung des magnetischen Feldes innerhalb einer geschirmten baulichen Anlage.....	56
Bild A.14 – In eine Leiterschleife der Verkabelung induzierte Spannungen und Ströme	57
Bild B.1 – ESP Planungs-Schritte für eine bestehende bauliche Anlage	64
Bild B.2a – Ungeschirmte LPZ 1 mit LPS und SPDs an der Eintrittsstelle der Versorgungsleitungen in die bauliche Anlage (z. B. bei erhöhter Spannungsfestigkeit der Systeme oder bei nur kleinen Leiterschleifen innerhalb der baulichen Anlage)	66

	Seite
Bild B.2b – Ungeschirmte LPZ 1 mit Schutz für die neuen elektronischen Systeme durch Verwendung geschirmter Datenleitungen und durch ein koordiniertes SPD-System für die Stromversorgungsleitungen.....	66
Bild B.2c – Ungeschirmte LPZ 1 und große geschirmte LPZ 2 für die neuen elektronischen Systeme	67
Bild B.2 – Möglichkeiten für die Einrichtung von LPZs in bestehenden baulichen Anlagen	67
Bild B.3 – Verkleinerung der Schleifenfläche unter Verwendung von geschirmten Kabeln dicht an einer Metallplatte	70
Bild B.4 – Beispiel für die Nutzung einer Metallplatte als zusätzliche Schirmung.....	70
Bild B.5 – Schutz von Antennen und anderen außen angebrachten Geräten	71
Bild B.6 – Inhärente Schirmung durch in den Potentialausgleich einbezogene metallene Leitern und Rohre	72
Bild B.7 – Ideale Position für Leitungen an einem Mast (Querschnitt durch einen Stahlgittermast)	73
Bild B.8 – Verbesserung des ESP-Schutzes und elektromagnetische Verträglichkeit in bestehenden baulichen Anlagen	74
Bild C.1 – Stoßspannung zwischen Phasenleiter und Potentialausgleichsschiene	80
Bild D.1 – Beispiel für die Installation nach Klasse I, Klasse II und Klasse III geprüfter SPDs	84
Bild D.2 – Grundsätzliches Beispiel für verschiedene Schadensquellen für eine bauliche Anlage und für die Stromaufteilung im System	85
Bild D.3 – Grundbeispiel für eine ausgewogene Stromaufteilung	86
 Tabellen	
Tabelle 1 – Mindestquerschnitte von Komponenten für den Potentialausgleich.....	30
Tabelle 2 – ESP-Managementplan für neue Gebäude und für umfassende Änderungen des Aufbaus oder der Nutzung von Gebäuden.....	33
Tabelle A.1 – Beispiele für $I_{0/\max} = 100 \text{ kA}$ und $w = 2 \text{ m}$	48
Tabelle A.2 – Magnetische Dämpfung von gitterförmigen räumlichen Schirmen gegen eine ebene Welle.....	49
Tabelle A.3 – Blitzkugelradius abhängig vom maximalen Blitzstrom	51
Tabelle A.4 – Beispiele für $I_{0/\max} = 100 \text{ kA}$ und $w = 2 \text{ m}$ entsprechend $SF = 12,6 \text{ dB}$	52
Tabelle B.1 – Strukturelle Kenndaten und Umgebungsbedingungen	61
Tabelle B.2 – Installations-Kenndaten	62
Tabelle B.3 – Kenndaten der Betriebsmittel	62
Tabelle B.4 – Weitere für das Schutzkonzept wichtige Fragen	62
Tabelle D.1 – Vorzugswerte für I_{imp}	83

Einleitung

Der Blitz als Schadensursache weist eine sehr hohe Energie auf. Blitzeinschläge setzen eine Energie von vielen hundert Megajoule frei. Vergleicht man dies mit den Millijoule an Energie, die ausreichen können, um empfindliche elektronische Geräte in elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen zu beschädigen, so ist klar, dass zusätzliche Schutzmaßnahmen nötig sind, um einige dieser Geräte zu schützen.

Die Notwendigkeit für diese Internationale Norm ergab sich aus anwachsenden Kosten von Ausfällen elektrischer und elektronischer Systeme, die durch die elektromagnetischen Auswirkungen eines Blitzeinschlags verursacht werden. Von besonderer Bedeutung sind elektronische Systeme, die zur Verarbeitung und Speicherung von Daten sowie zur Prozesssteuerung und Sicherheitsüberwachung in Fertigungsanlagen mit hohem Kapitalwert, großen Abmessungen und hoher Komplexität verwendet werden (bei denen Stillstandszeiten aus Kosten- und Sicherheitsgründen äußerst unerwünscht sind).

Blitzeinschlag kann verschiedene Schadensarten in einer baulichen Anlage verursachen, die in IEC 62305-1 definiert sind:

- D1 Verletzungen von Lebewesen durch Berührungs- und Schrittspannungen;
- D2 physikalische Schäden durch mechanische, thermische, chemische und explosive Auswirkungen;
- D3 Ausfälle von elektrischen und elektronischen Systemen durch elektromagnetische Auswirkungen.

IEC 62305-3 behandelt Schutzmaßnahmen zur Verringerung des Risikos physikalischer Schäden und von Lebensgefahren, jedoch nicht den Schutz von elektrischen und elektronischen Systemen.

IEC 62305-4 liefert deshalb Angaben zu Schutzmaßnahmen, um das Risiko bleibender Schäden an elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen zu verringern.

Bleibende Schäden an elektrischen und elektronischen Systemen können verursacht werden durch den elektromagnetischen Blitzimpuls (LEMP) aufgrund von:

- a) leitungsgeführten und induzierten Stoßwellen, die über die Anschlussleitungen in die Geräte übertragen werden;
- b) Auswirkungen direkt in die Geräte eingestrahlter elektromagnetischer Felder.

Stoßwellen in der baulichen Anlage können außerhalb oder innerhalb der baulichen Anlage erzeugt werden:

- äußere Stoßwellen für die bauliche Anlage werden durch Blitzeinschläge in eingeführte Leitungen oder in die Erde neben den Leitungen erzeugt und über diese Leitungen an die elektrischen und elektronischen Systeme übertragen;
- innere Stoßwellen für die bauliche Anlage werden durch Blitzeinschläge in die bauliche Anlage oder in die Erde neben der baulichen Anlage erzeugt.

ANMERKUNG Innere Stoßwellen für die bauliche Anlage können auch durch Schaltvorgänge, z. B. durch Schalten von induktiven Lasten, erzeugt werden.

Die Kopplung kann durch verschiedene Mechanismen entstehen:

- galvanische Kopplung (z. B. aufgrund des Stoßerdungswiderstands des Erdungssystems oder durch den Schirmwiderstand der Kabel);
- Magnetfeldkopplung (z. B. durch Schleifen in der Verkabelung der elektrischen und elektronischen Systeme oder durch Induktivitäten der Potentialausgleichsleiter);
- Kopplung durch elektrisches Feld (z. B. durch Stabantennen).

ANMERKUNG Die Kopplung durch das elektrische Feld ist im Allgemeinen klein im Vergleich zur Kopplung durch das magnetische Feld und kann vernachlässigt werden.

Abgestrahlte elektromagnetische Felder können erzeugt werden von:

- dem im Blitzkanal fließenden Blitzstrom;
- in Leitern fließenden anteiligen Blitzströmen (z. B. in Ableitern eines äußeren Blitzschutzsystems nach IEC 62305-3 oder in einer äußeren räumlichen Schirmung nach IEC 62305-4).

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62305 liefert Angaben für Planung, Installation, Inspektion, Instandhaltung und Prüfung von Schutzsystemen von elektrischen und elektronischen Einrichtungen (ESP), und für Schutzmaßnahmen, mit denen das Risiko bleibender Schäden durch elektromagnetische Blitzimpulse (LEMP) in baulichen Anlagen verringert werden kann.

Diese Norm behandelt nicht den Schutz gegen elektromagnetische Störungen durch Blitzeinschlag, die Fehlfunktionen elektronischer Systeme verursachen können. Die Angaben in Anhang A können jedoch auch verwendet werden, um derartige Störgrößen abzuschätzen. Schutzmaßnahmen gegen elektromagnetische Störungen werden in IEC 60364-4-44 und in der Reihe IEC 61000 [1]¹⁾ beschrieben.

Die vorliegende Norm enthält Leitlinien für die Zusammenarbeit des Planers der elektrischen und elektronischen Systeme mit dem Planer der Schutzmaßnahmen, um einen optimalen Schutz zu erzielen.

Diese Norm behandelt nicht den detaillierten Entwurf der elektrischen und elektronischen Systeme.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60364-4-44:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60364-5-53:2001, *Electrical installations of building – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60664-1:2002, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-9:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-9: Testing and measurement techniques – Pulse magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-10:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-10: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory magnetic field immunity test*

IEC 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*

IEC 61643-1:2005, *Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Part 1: Performance requirements and testing methods*

IEC 61643-12:2002, *Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles*

IEC 61643-21:2000, *Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods*

IEC 61643-22:2004, *Low voltage surge protective devices – Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Selection and application principles*

IEC 62305-1, *Protection against lightning – Part 1: General principles*

¹⁾ Nummern in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

IEC 62305-3, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

ITU-T Recommendation K.20:2003, *Resistibility of telecommunication equipment installed in a telecommunication centre to overvoltages and overcurrents*

ITU-T Recommendation K.21:2003, *Resistibility of telecommunication equipment installed in customer premises to overvoltages and overcurrents*

ITU-T Recommendation K.45: 2003, *Resistibility of telecommunication equipment installed in the access and trunk networks to overvoltages and overcurrents*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden sowie die in weiteren Teilen von IEC 62305 angegebenen Begriffe.

3.1

elektrisches System

System, das Niederspannungsbauteile für die elektrische Stromversorgung enthält

3.2

elektronisches System

System, das empfindliche elektronische Bauteile enthält, wie Kommunikationseinrichtungen, Rechner, Steuer- und Messsysteme, Funkanlagen, Anlagen der Leistungselektronik

3.3

inneres System

elektrische und elektronische Systeme in einer baulichen Anlage

3.4

Blitzschutz

LP

(en: lightning protection)

vollständiges System für den Schutz von baulichen Anlagen und/oder elektrischen und elektronischen Einrichtungen gegen die Auswirkungen von Blitzeinschlägen. Es besteht aus dem Blitzschutzsystem LPS und dem Schutzsystem von elektrischen und elektronischen Einrichtungen ESP

3.5

Blitzschutzsystem

LPS

(en: lightning protection system)

vollständiges System, das zur Verringerung physikalischer Schäden an einer baulichen Anlage durch direkte Blitzeinschläge angewendet wird

ANMERKUNG Es besteht sowohl aus dem äußeren als auch aus dem inneren Blitzschutzsystem.

3.6

elektromagnetischer Blitzimpuls

LEMP

(en: lightning electromagnetic impulse)

alle elektromagnetischen Auswirkungen des Blitzstroms die durch galvanische, induktive oder kapazitive Kopplung leitungsgeführte Stoßwellen und elektromagnetische Impulsfelder erzeugen

3.7

Stoßwelle

(en: surge)

durch LEMP verursachte transiente Welle, die als Überspannung und/oder Überstrom auftritt

3.8

Bemessungs-Stehstoßspannung

U_w

einem Betriebsmittel oder einem Teil davon vom Hersteller zugewiesene Stehstoßspannung, die das festgelegte Stehvermögen seiner Isolierung gegen Überspannungen charakterisiert

ANMERKUNG Für die Zwecke dieser Norm wird nur die Stehstoßspannung zwischen Leiter und Erde betrachtet.

3.9

Gefährdungspegel

LPL

(en: lightning protection level)

Zahlenwert, der auf einen Satz von Blitzstrom-Parameterwerten hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit bezogen wird, mit der zugehörige größte und kleinste Bemessungswerte bei natürlich auftretenden Blitzen nicht überschritten werden

ANMERKUNG Der Gefährdungspegel wird zur Auslegung von Schutzmaßnahmen entsprechend dem zutreffenden Satz der Blitzstromparameter verwendet.

3.10

Blitzschutzzone

LPZ

(en: lightning protection zone)

Zone, in der die elektromagnetische Umgebung hinsichtlich Blitzgefährdung festgelegt ist

ANMERKUNG Die Zonengrenzen einer LPZ sind nicht unbedingt physikalische Grenzen (z. B. Wände, Boden oder Decke).

3.11

Schutzsystem von elektrischen und elektronischen Einrichtungen

(en: electrical and electronic system protection)

ESP

Maßnahmen zur Verringerung des Risikos von Ausfällen elektrischer und elektronischer Einrichtungen durch LEMP

ANMERKUNG Dieses Schutzsystem ist Bestandteil des vollständigen Blitzschutzes LP.

3.12

gitterförmiger räumlicher Schirm

magnetischer Schirm, gekennzeichnet durch Öffnungen

ANMERKUNG Für ein Gebäude oder einen Raum besteht er vorzugsweise aus durchverbundenen, natürlichen metallenen Bauteilen der baulichen Anlage (z. B. Bewehrungsstäbe im Beton, metallene Rahmen und Träger).

3.13

Erdungsanlage

Teil des äußeren Blitzschutzes, der den Blitzstrom in die Erde ableitet und dort verteilt

3.14

Potentialausgleichsnetzwerk

Netzwerk, das alle leitfähigen Teile der baulichen Anlage und von inneren Systemen (spannungsführende Leiter ausgenommen) untereinander und mit dem Erdungssystem verbindet

3.15

Erdungssystem

gesamtes System, das die Erdungsanlage und das Potentialausgleichsnetzwerk umfasst

3.16

Überspannungsschutzgerät SPD

(en: surge protective device)

Gerät, das dazu bestimmt ist, transiente Überspannungen zu begrenzen und Stoßströme abzuleiten. Es enthält mindestens ein nichtlineares Bauelement.

3.17

mit I_{imp} geprüftes SPD

SPDs, die anteiligen Blitzströmen mit einer typischen Wellenform 10/350 standhalten müssen, erfordern einen entsprechenden Prüf-Stoßstrom I_{imp}

ANMERKUNG Für Stromversorgungsleitungen ist ein geeigneter Prüfstrom I_{imp} im Klasse-I-Prüfverfahren nach IEC 61643-1 definiert.

3.18

mit I_n geprüftes SPD

SPDs, die induzierten Stoßströmen mit einer typischen Wellenform 8/20 standhalten müssen, erfordern einen entsprechenden Prüf-Stoßstrom I_n

ANMERKUNG Für Stromversorgungsleitungen ist ein geeigneter Prüfstrom I_n im Klasse-II-Prüfverfahren nach IEC 61643-1 definiert.

3.19

mit einem kombinierten Stoß geprüftes SPD

SPDs, die induzierten Stoßströmen mit einer typischen Wellenform 8/20 standhalten müssen, erfordern einen entsprechenden Prüf-Stoßstrom I_{sc}

ANMERKUNG Für Stromversorgungsleitungen ist eine geeignete Kombinations-Prüfung im Klasse-III-Prüfverfahren nach IEC 61643-1 definiert, in der die Leerlaufstoßspannung U_{oc} 1,2/50 und der Kurzschlussstoßstrom I_{sc} 8/20 eines 2- Ω -Hybridgenerators festgelegt ist.

3.20

spannungsschaltendes SPD

SPD, das eine hohe Impedanz hat, wenn keine Stoßspannung anliegt, das aber mit einem plötzlichen Wechsel zu niedrigerer Impedanz auf eine Stoßspannung reagieren kann

ANMERKUNG 1 Typische Beispiele für Bauelemente solcher SPDs sind Funkenstrecken, Gasentladungsableiter (GDT), Thyristoren (gesteuerte Siliziumgleichrichter) und Triacs. Diese SPDs werden manchmal als Crowbar-Typ (Kurzschließer) bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Ein spannungsschaltendes SPD hat eine diskontinuierliche Spannung-Strom-Kennlinie.

3.21

spannungsbegrenzendes SPD

SPD, das eine hohe Impedanz hat, wenn keine Stoßspannung anliegt, das aber seine Impedanz mit steigenden Werten von Stoßstrom und Stoßspannung kontinuierlich verringert

ANMERKUNG 1 Typische Beispiele für Bauelemente solcher SPDs sind Varistoren und Suppressordioden. Diese SPDs werden manchmal als Clamping-Typ (Begrenzer) bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Ein spannungsbegrenzendes SPD hat eine kontinuierliche Spannung-Strom-Kennlinie.

3.22

kombiniertes SPD

SPD, das sowohl spannungsschaltende als auch spannungsbegrenzende Bauelemente beinhaltet. Abhängig von der angelegten Spannung kann es spannungsschaltendes, spannungsbegrenzendes oder beiderlei Verhalten aufweisen.

3.23

koordiniertes SPD-System

SPDs, die fachgerecht ausgewählt, koordiniert und installiert werden, um ein System zu bilden, das Ausfälle von elektrischen und elektronischen Systemen verringert

3.24

isolierende Schnittstellen

Geräte, die Stoßwellen auf Leitungen, die in eine LPZ eintreten, vermindern können. Solche Geräte umfassen: Isoliertransformatoren mit geerdetem Schirm zwischen den Wicklungen, metallfreie Lichtwellenleiter und Optokoppler

ANMERKUNG Die Isolationsfestigkeit dieser Vorrichtungen muss dieser Anwendung entsprechen.

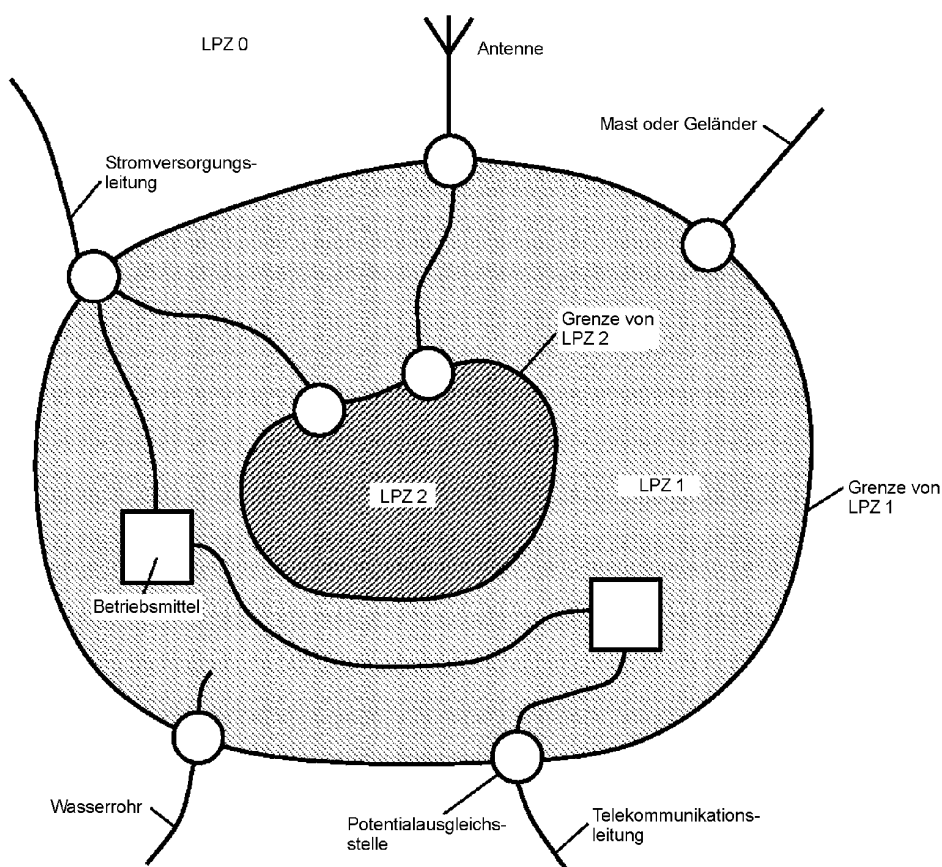
4 Planung und Installation von Schutzmaßnahmen für ESP

4.1 Allgemeines

Elektrische und elektronische Systeme sind durch elektromagnetische Blitzimpulse (LEMP) gefährdet. Aus diesem Grund ist ein ESP zur Vermeidung von Ausfällen innerer Systeme vorzusehen.

Die Planung der ESP Schutzmaßnahmen sollte von Blitzschutz- und Überspannungsschutz-Fachkräften ausgeführt werden, die auch über umfassende Kenntnisse der EMV und über Installationspraxis verfügen.

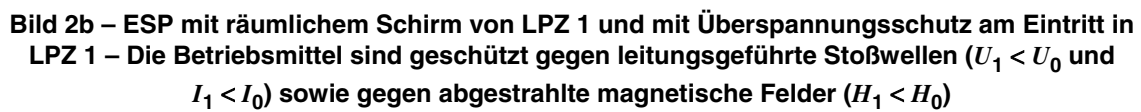
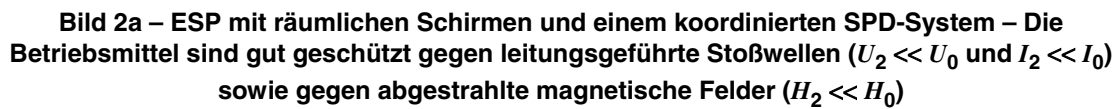
Der Schutz gegen LEMP beruht auf dem Blitzschutzzone(LPZ)-Konzept: der Bereich, der die zu schützenden Systeme enthält, ist in LPZs einzuteilen. Diese Zonen sind theoretisch festgelegte räumliche Bereiche (oder Bereiche von inneren Systemen), in denen der LEMP-Bedrohungspegel mit dem Störfestigkeitspegel der inneren Systeme verträglich ist (siehe Bild 1). Aufeinanderfolgende Zonen sind durch deutliche Änderungen des LEMP-Bedrohungspegels gekennzeichnet. Die Grenze einer LPZ wird durch die angewandten Schutzmaßnahmen bestimmt (siehe Bild 2).



○ Potentialausgleich von eingeführten Versorgungsleitungen direkt oder durch geeignete SPD

ANMERKUNG Dieses Bild zeigt ein Beispiel für die Einteilung einer baulichen Anlage in innere LPZ. Für alle metallenen Versorgungsleitungen, die in die bauliche Anlage eingeführt sind, erfolgt der Potentialausgleich über Potentialausgleichsschienen an den Grenzen von LPZ 1. Zusätzlich erfolgt für metallene Versorgungsleitungen, die in LPZ 2 eingeführt sind (z. B. Rechnerraum), ein Potentialausgleich über Potentialausgleichsschienen an der Grenze von LPZ 2.

Bild 1 – Allgemeines Prinzip für die Einteilung in verschiedene LPZs



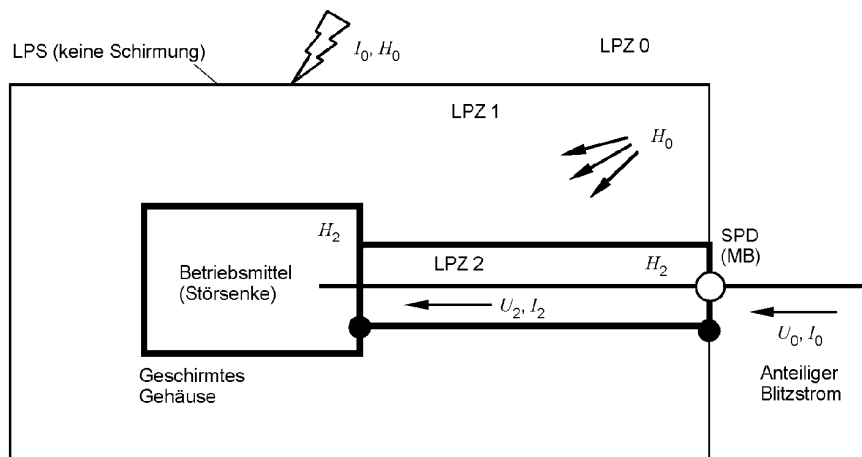


Bild 2c – ESP mit geschirmten Leitungen und Geräten innen und mit Überspannungsschutz am Eintritt in LPZ 1 – Die Betriebsmittel sind geschützt gegen leitungsgeführte Stoßwellen ($U_2 < U_0$ und $I_2 < I_0$) sowie gegen abgestrahlte magnetische Felder ($H_2 < H_0$)

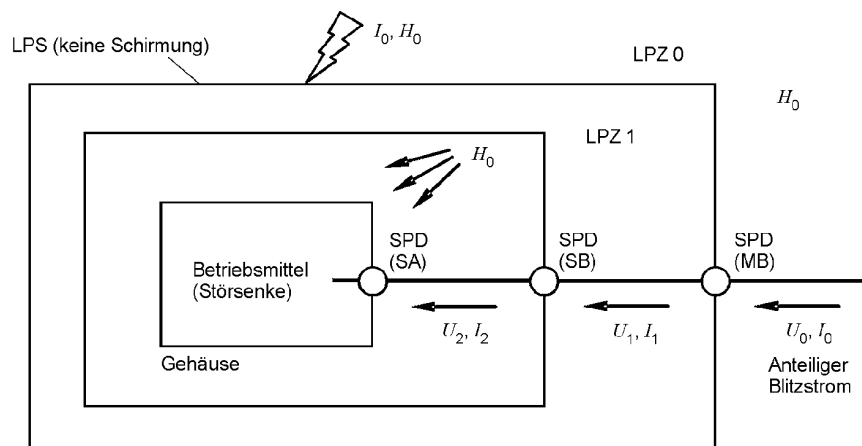


Bild 2d – ESP nur mit einem koordinierten SPD-System – Die Betriebsmittel sind geschützt gegen leitungsgeführte Stoßwellen ($U_2 \ll U_0$ und $I_2 \ll I_0$), aber nicht gegen das abgestrahlte magnetische Feld (H_0)

- Geschirmte Grenze
- Nicht geschirmte Grenze

ANMERKUNG 1 SPDs können an den folgenden Punkten eingebaut werden:

- an der Grenze von LPZ 1 (z. B. im Hauptverteiler MB);
- an der Grenze von LPZ 2 (z. B. im Unterverteiler SB);
- an oder nahe an den Geräten (z. B. an der Steckdose SA).

ANMERKUNG 2 Für genaue Installationsregeln siehe auch IEC 60364-5-53.

Bild 2 – Schutz gegen LEMP – Beispiele für mögliche LEMP-Schutzsysteme (ESP)

Dauerhafte Ausfälle von elektrischen und elektronischen Systemen durch LEMP können verursacht werden durch:

- leitungsgeführte und induzierte Stoßwellen, die durch die Verkabelung zu den Betriebsmitteln übertragen werden;
- Wirkungen der abgestrahlten elektromagnetischen Felder, die direkt in die Betriebsmittel eindringen.

Für den Schutz gegen die Wirkungen von direkt in die Betriebsmittel eingestrahlten elektromagnetischen Feldern sollte ein ESP verwendet werden, das aus räumlichen Schirmen und/oder geschirmten Leitungen zusammen mit geschirmten Betriebsmittel-Gehäusen besteht.

Für den Schutz gegen die Wirkungen von leitungsgeführten und induzierten Stoßwellen, die durch die Verkabelung zu den Betriebsmitteln übertragen werden, sollte ein ESP bestehend aus einem koordinierten SPD-System verwendet werden.

Ausfälle durch direkt in die Betriebsmittel eingestrahlte elektromagnetische Felder können vernachlässigt werden, wenn die Betriebsmittel die entsprechenden EMV-Produktnormen für die Abstrahlung von und die Störfestigkeit gegen Hochfrequenz erfüllen.

Im Allgemeinen erfüllen die Betriebsmittel die entsprechenden EMV-Produktnormen, so dass ein ESP bestehend aus einem koordinierten SPD-System üblicherweise ausreicht, diese Betriebsmittel gegen die Wirkungen des LEMP zu schützen.

Für Betriebsmittel, die die entsprechenden EMV-Produktnormen nicht erfüllen, ist ein ESP bestehend aus einem koordinierten SPD-System allein nicht ausreichend, diese Betriebsmittel gegen die Wirkungen des LEMP zu schützen. Für diesen Fall bietet Anhang A weitere Informationen, wie wie der beste Schutz gegen direkt eingestrahlte elektromagnetische Felder erreicht werden kann. Die Störfestigkeit der Betriebsmittel gegen eingestrahlte magnetische Felder ist nach IEC 61000-4-9 and IEC 61000-4-10 auszuwählen.

Soweit bei speziellen Anwendungen nötig, kann eine Prüfung im Labor auf Systemebene durchgeführt werden, die die SPD(s), die Verkabelung und die betroffenen Betriebsmittel einschließt, um so die Koordination der Festigkeiten zu prüfen.

4.2 Auslegung eines ESP

Ein ESP kann für den Schutz von Betriebsmitteln gegen Stoßwellen und gegen elektromagnetische Felder ausgelegt werden. Bild 2 zeigt Beispiele:

- Ein ESP mit räumlichen Schirmen und mit einem koordinierten SPD-System schützt gegen abgestrahlte magnetische Felder sowie gegen leitungsgeführte Stoßwellen (siehe Bild 2a). Hintereinandergeschaltete räumliche Schirme und koordinierte SPD-Systeme können magnetisches Feld und Stoßwellen auf kleinere Bedrohungspegel reduzieren.
- Ein ESP mit einem räumlichen Schirm von LPZ 1 und mit einem Überspannungsschutz am Eintritt in LPZ 1 kann Betriebsmittel gegen abgestrahlte magnetische Felder sowie gegen leitungsgeführte Stoßwellen schützen (siehe Bild 2b).

ANMERKUNG 1 Der Schutz ist nicht ausreichend, wenn das magnetische Feld zu hoch bleibt (durch zu geringe Schirmung von LPZ 1) oder wenn die Stoßwellen-Amplitude zu hoch bleibt (durch einen hohen Schutzpegel der SPDs und durch Induktionswirkungen auf die Verkabelung hinter den SPDs).

- Ein ESP mit geschirmten Leitungen, kombiniert mit Betriebsmitteln in Schirmgehäusen, schützt gegen abgestrahlte magnetische Felder. Die SPDs am Eintritt in LPZ 1 schützen gegen leitungsgeführte Stoßwellen (siehe Bild 2c). Um einen niedrigeren Bedrohungspegel zu erreichen (in einem Schritt von LPZ 0 nach LPZ 2), können spezielle SPDs nötig sein (z. B. mit weiteren, koordinierten inneren Stufen).
- Ein ESP nur mit einem koordinierten SPD-System kann nur Betriebsmittel schützen, die unempfindlich gegen abgestrahlte magnetische Felder sind, weil die SPDs nur gegen leitungsgeführte Stoßwellen Schutz bieten (siehe Bild 2d). Mit koordinierten SPDs kann ein niedrigerer Bedrohungspegel erreicht werden.

ANMERKUNG 2 Lösungen nach Bildern 2a bis 2c werden insbesondere für Betriebsmittel empfohlen, die entsprechende EMV-Produktnormen nicht erfüllen.

ANMERKUNG 3 Ein LPS nach IEC 62305-3, das nur den Blitzschutz-Potentialausgleich durch SPDs aufweist, bietet keinen wirksamen Schutz gegen Ausfälle empfindlicher elektrischer und elektronischer Systeme. Das LPS kann aufgerüstet werden durch Verringerung der Maschenweiten und durch die Wahl geeigneter SPDs, wodurch es zu einem wirksamen Teil eines ESP gemacht werden kann.

4.3 Blitzschutzzonen (LPZ)

Abhängig von der Art der Blitzbedrohung sind folgende LPZ definiert (siehe IEC 62305-1):

Äußere Zonen:

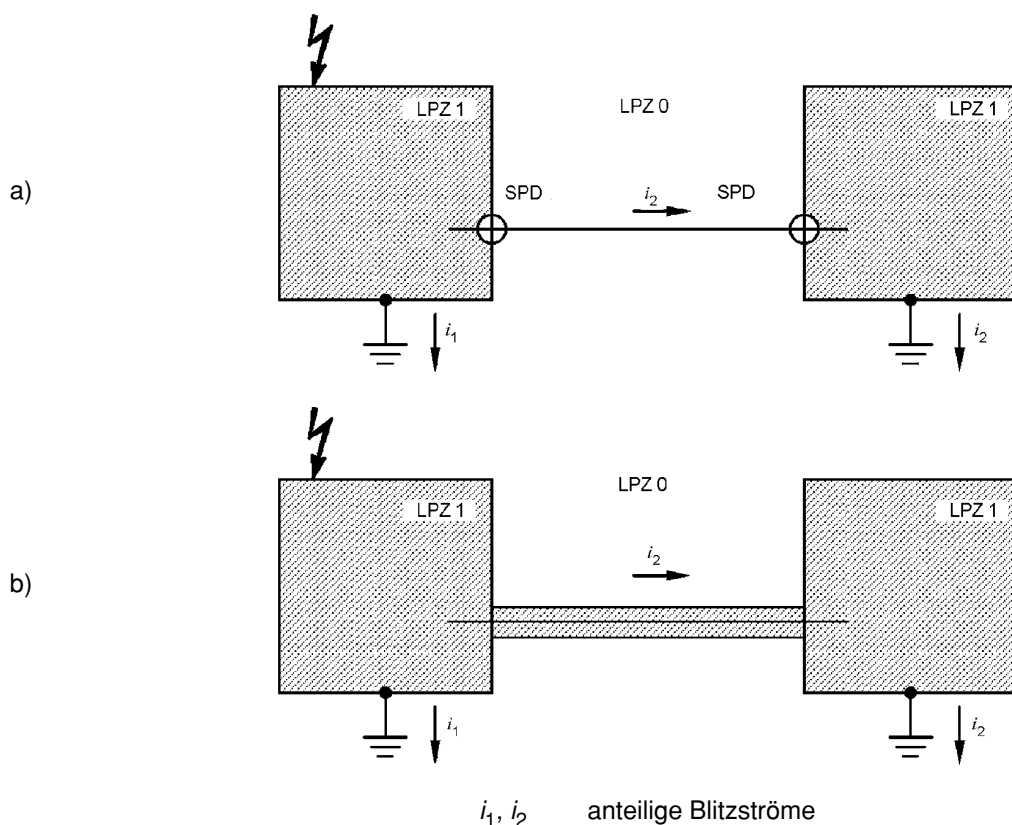
- LPZ 0 Zone, die durch das ungedämpfte elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist, und in der die inneren Systeme dem vollen oder anteiligen Blitzstrom ausgesetzt sein können. LPZ 0 wird unterteilt in:
- LPZ 0_A Zone, die durch direkte Blitzeinschläge und das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist. Die inneren Systeme können dem vollen Blitzstrom ausgesetzt sein.
- LPZ 0_B Zone, die gegen direkte Blitzeinschläge geschützt, aber durch das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist. Die inneren Systeme können anteiligen Blitzströmen ausgesetzt sein.

Innere Zonen: (Geschützt gegen direkte Blitzeinschläge)

- LPZ 1 Zone, in der Stoßströme durch Stromaufteilung und durch SPDs an den Zonengrenzen begrenzt werden. Das elektromagnetische Feld des Blitzes kann durch räumliche Schirmung gedämpft sein.
- LPZ 2 ... n Zone, in der Stoßströme durch Stromaufteilung und durch zusätzliche SPDs an den Zonengrenzen weiter begrenzt werden können. Das elektromagnetische Feld des Blitzes kann durch zusätzliche räumliche Schirmung weiter gedämpft sein.

Die LPZ werden eingerichtet durch die Installation des ESP, z. B. durch Installation eines koordinierten SPD-Systems und/oder von magnetischen Schirmen (siehe Bild 2). In Abhängigkeit von Anzahl, Art und Festigkeit der zu schützenden Betriebsmittel können geeignete LPZs festgelegt werden. Das können kleine lokale Zonen (z. B. Gehäuse von Betriebsmitteln) oder große umfassende Zonen (z. B. das Gesamtvolumen der baulichen Anlage) (siehe Bild B.2) sein.

Die Verbindung von LPZ der gleichen Art kann entweder erforderlich sein, wenn zwei getrennte bauliche Anlagen durch elektrische oder Signalleitungen verbunden sind oder die Anzahl erforderlicher SPDs verringert werden soll (siehe Bild 3).

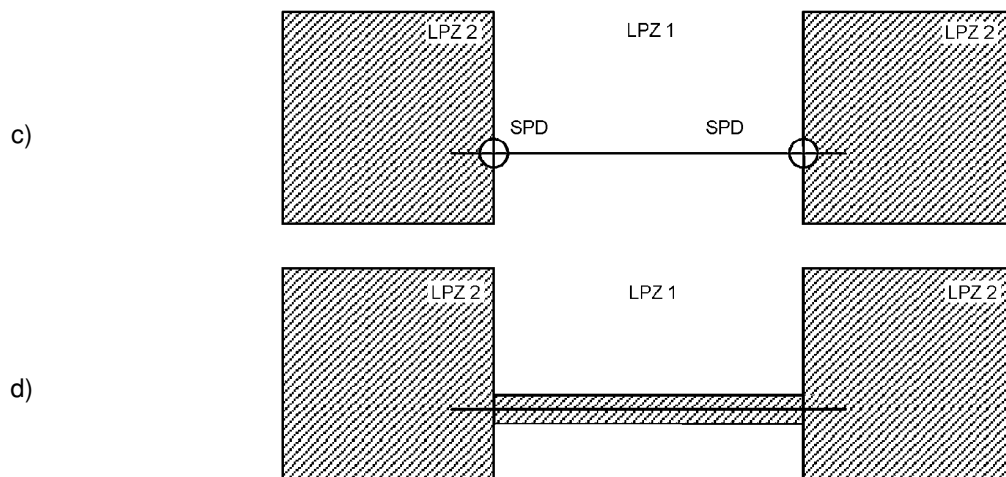


ANMERKUNG 1 Bild 3a zeigt zwei LPZs 1, die mit Stromversorgungs- oder Signal-Leitungen miteinander verbunden sind. Besondere Sorgfalt ist notwendig, wenn beide LPZs 1 getrennte bauliche Anlagen mit getrennten Erdungssystemen darstellen, die einige zehn oder hundert Meter voneinander entfernt sind. In diesem Fall kann ein großer Teil des Blitzstroms entlang der Verbindungsleitungen fließen, die nicht geschützt sind.

Bild 3a – Verbindung von zwei LPZs 1 mit SPDs

ANMERKUNG 2 Bild 3b zeigt, dass dieses Problem mit geschirmten Leitungen oder geschirmten Kabelkanälen bei der Verbindung beider LPZs 1 gelöst werden kann, vorausgesetzt, die Schirme können den anteiligen Blitzstrom führen. Die SPDs können entfallen, wenn der Spannungsfall entlang des Schirms nicht zu groß ist.

Bild 3b – Verbindung von zwei LPZs 1 mit geschirmten Kabeln oder geschirmten Kabelkanälen



ANMERKUNG 3 Bild 3c zeigt zwei LPZs 2, die mit Stromversorgungs- oder Signalleitungen miteinander verbunden sind. Da die Leitungen dem Bedrohungspegel der LPZ 1 ausgesetzt sind, sind SPDs an den Einführungsstellen in jede LPZ 2 erforderlich.

ANMERKUNG 4 Bild 3d zeigt, dass derartige Störungen vermieden werden und die SPDs entfallen können, wenn geschirmte Leitungen oder geschirmte Kabelkanäle für die Verbindung beider LPZs 2 verwendet werden.

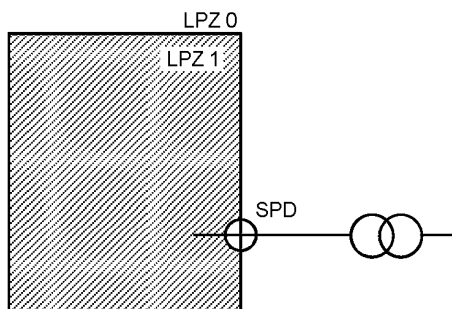
Bild 3c – Verbindung von zwei LPZs 2 mit SPDs

Bild 3d – Verbindung von zwei LPZs 2 mit geschirmten Kabeln oder geschirmten Kabelkanälen

Bild 3 – Beispiele für miteinander verbundene LPZs

Die Ausstülpung einer LPZ in den Bereich einer anderen LPZ kann in speziellen Fällen nötig werden oder kann dazu verwendet werden, um die erforderliche Anzahl von SPDs zu verringern (siehe Bild 4).

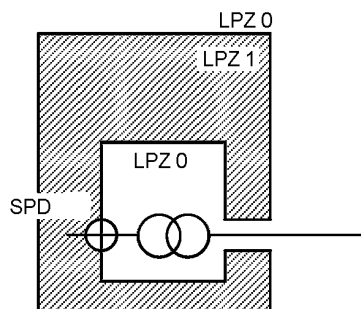
Ausführliche Angaben zur Bestimmung der elektromagnetischen Umgebung in einer LPZ enthält Anhang A.



a)

ANMERKUNG 1 Bild 4a zeigt eine bauliche Anlage, die von einem Transformator gespeist wird. Wenn sich der Transformator außerhalb der baulichen Anlage befindet, brauchen nur die in die bauliche Anlage eingeführten Niederspannungsleitungen durch SPDs geschützt zu werden.

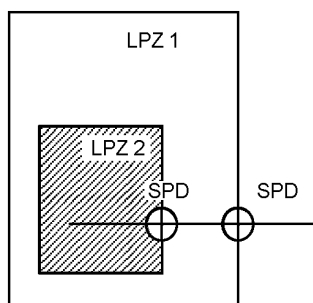
Bild 4a – Transformator außerhalb der baulichen Anlage



b)

ANMERKUNG 2 Wenn der Transformator innerhalb der baulichen Anlage angeordnet werden sollte, ist es dem Eigentümer des Gebäudes oftmals nicht gestattet, Schutzmaßnahmen auf der Hochspannungsseite des Transformators vorzusehen. Bild 4b zeigt, dass dieses Problem mit der Einstülpung der LPZ 0 in LPZ 1 gelöst werden kann, was wieder nur SPDs an der Niederspannungsseite erforderlich macht.

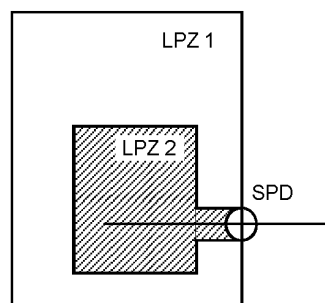
Bild 4b – Transformator innerhalb der baulichen Anlage (LPZ 0 eingestülpt in LPZ 1)



c)

ANMERKUNG 3 Bild 4c zeigt eine LPZ 2, die von einer Stromversorgungs- oder Signalleitung gespeist wird. Diese Leitung erfordert zwei koordinierte SPDs: ein SPD an der Grenze der LPZs 0/1, das andere SPD an der Grenze der LPZs 1/2.

**Bild 4c – Zwei koordinierte SPDs sind nötig:
SPD (zwischen LPZs 0/1) und
SPD (zwischen LPZs 1/2)**



d)

ANMERKUNG 4 Bild 4d zeigt, dass die Leitung unmittelbar in LPZ 2 eingeführt werden kann und nur ein SPD erforderlich ist, wenn LPZ 2 in LPZ 1 ausgestülpt wird, indem geschirmte Kabel oder geschirmte Kabelkanäle verwendet werden. Jedoch muss dieses SPD die Bedrohungspegel unmittelbar auf den Wert von LPZ 2 verringern.

**Bild 4d – Nur ein SPD (0/1/2) ist nötig:
SPD (zwischen LPZs 0/2)
(LPZ 2 ausgestülpt in LPZ 1)**

Bild 4 – Beispiele für ein- oder ausgestülpte Blitzschutzzonen

4.4 Grundlegende Schutzmaßnahmen in einem ESP

Die grundlegenden Schutzmaßnahmen gegen LEMP umfassen:

- **Erdung und Potentialausgleich (siehe 5)**

Das Erdungssystem soll den Blitzstrom ableiten und in die Erde verteilen.

Das Potentialausgleichsnetzwerk minimiert Potentialunterschiede und kann das magnetische Feld verringern.

- **Magnetische Schirmung und Leitungsführung (siehe 6)**

Räumliche Schirmung dämpft das magnetische Feld innerhalb der LPZ, das durch Blitzeinschläge in die oder neben der baulichen Anlage verursacht wird, und verringert innere Stoßwellen.

Schirmung innerer Leitungen mit geschirmten Kabeln oder Kabelkanälen minimiert innere Stoßwellen, die in die Installation induziert werden.

Die Leitungsführung von inneren Leitungen kann Induktionsschleifen minimieren und innere Stoßwellen verringern.

ANMERKUNG 1 Räumliche Schirmung, Schirmung und Leitungsführung von inneren Leitungen können kombiniert oder einzeln angewendet werden.

Die Schirmung von äußeren Leitungen, die in die bauliche Anlage eingeführt werden, verringert äußere Stoßwellen, die an die inneren Systeme geleitet werden.

- **Koordiniertes SPD-System (siehe 7)**

Ein koordiniertes SPD-System begrenzt die Wirkung von äußeren und inneren Stoßwellen.

- **Isolierende Schnittstellen (siehe 8)**

Isolierende Schnittstellen begrenzen die Wirkung von leitungsgeführten Stoßwellen auf Leitungen, die in die bauliche Anlage eingeführt werden.

Erdung und Potentialausgleich sollten immer sichergestellt werden, besonders der Potentialausgleich jeder leitfähigen Versorgungsleitung an der Einführungsstelle in die bauliche Anlage, direkt oder über ein SPD des Blitzschutzpotentialausgleichs.

Andere ESP-Schutzmaßnahmen dürfen einzeln oder in Kombination angewendet werden.

ESP-Schutzmaßnahmen müssen den am Installationsort zu erwartenden Beanspruchungen standhalten (z. B. durch Temperatur, Luftfeuchte, korrosive Atmosphäre, Schwingungen, Spannung und Strom).

Die Auswahl der am besten geeigneten ESP-Schutzmaßnahmen muss durch eine Risikoanalyse nach IEC 62305-2 unter Berücksichtigung von technischen und wirtschaftlichen Faktoren erfolgen.

Angaben für die praktische Umsetzung von ESP-Schutzmaßnahmen für elektronische Systeme in bestehenden baulichen Anlagen enthält Anhang B.

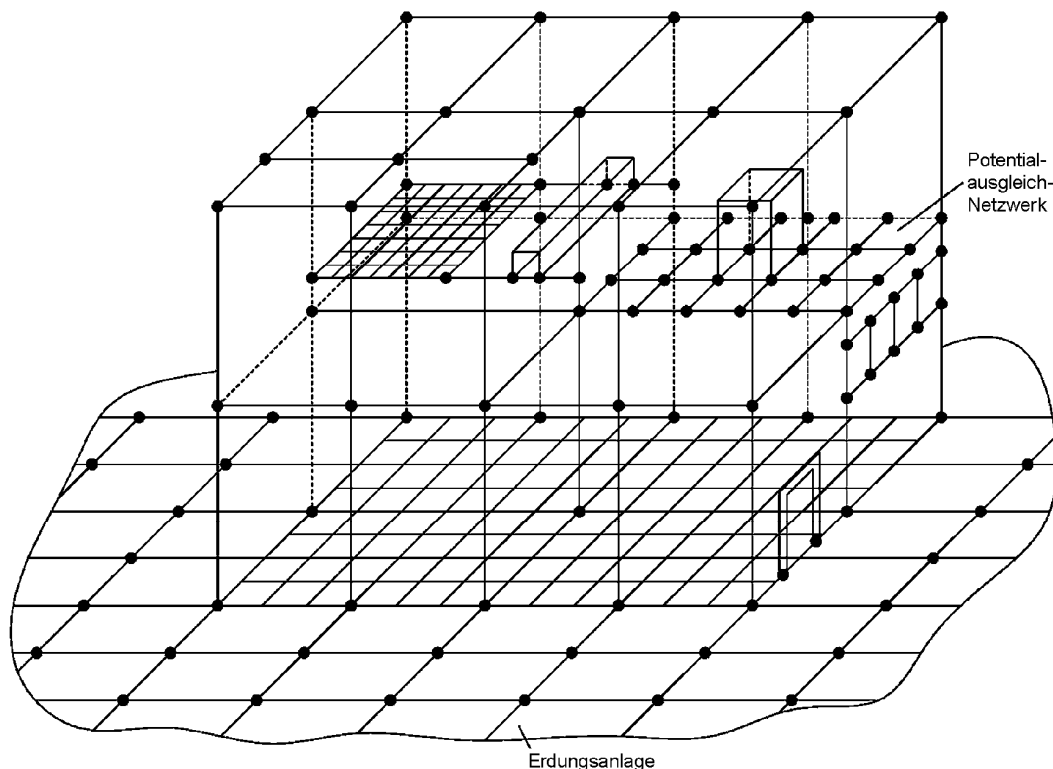
ANMERKUNG 2 Ein Blitzschutzpotentialausgleich (EB) nach IEC 62305-3 schützt nur gegen gefährliche Funkenbildung. Der Schutz von inneren Systemen gegen Stoßwellen erfordert ein koordiniertes SPD-System nach dieser Norm.

ANMERKUNG 3 Weitere Angaben für die Umsetzung von ESP-Schutzmaßnahmen findet man in IEC 60364-4-44.

5 Erdung und Potentialausgleich

Geeignete Erdung und geeigneter Potentialausgleich beruhen auf einem vollständigen Erdungssystem (siehe Bild 5), welches

- die Erdungsanlage (Verteilung des Blitzstroms in die Erde); und
- das Potentialausgleichsnetzwerk (Minimierung von Potentialunterschieden und Verringerung des magnetischen Feldes) umfasst.



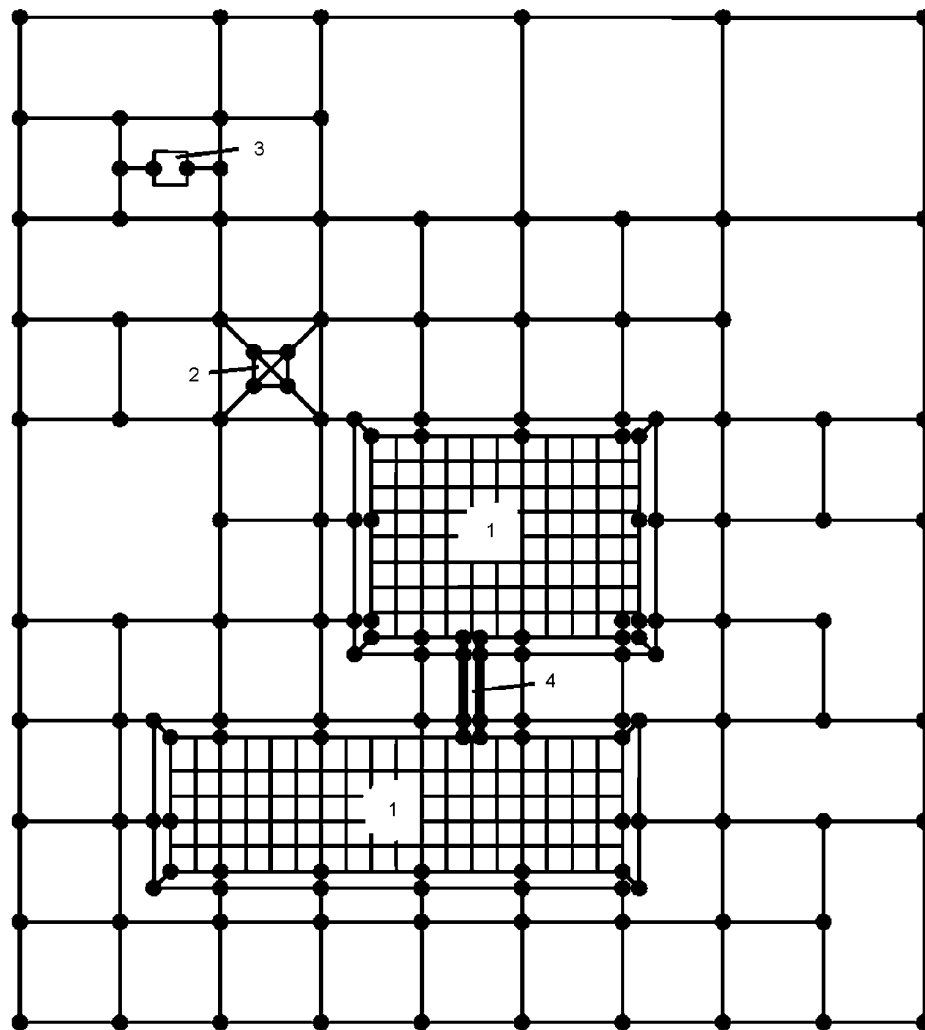
ANMERKUNG Alle eingezeichneten Verbindungen sind entweder metallene Elemente des Potentialausgleichs der baulichen Anlage oder Potentialausgleichsverbindungen. Einige von ihnen können auch zum Einfangen, Ableiten und Verteilen des Blitzstroms in die Erde dienen.

Bild 5 – Beispiel eines dreidimensionalen Erdungssystems, das durch die Verbindung des Potentialausgleichsnetzwerks mit der Erdungsanlage entsteht

5.1 Erdungsanlage

Die Erdungsanlage der baulichen Anlage muss IEC 62305-3 entsprechen. In baulichen Anlagen, in denen nur elektrische Systeme vorgesehen sind, darf eine Erdungsanordnung Typ A angewendet werden, wobei jedoch eine Erdungsanordnung Typ B vorzuziehen ist. In baulichen Anlagen mit elektronischen Systemen wird eine Erdungsanordnung Typ B empfohlen.

Der Ringerder um die bauliche Anlage herum oder der Ringerder im Beton an der Umgrenzung des Fundaments sollte in ein vermaschtes Netz unter und um die bauliche Anlage herum eingebunden sein, dessen Maschenweite üblicherweise 5 m beträgt. Dadurch wird die Wirksamkeit der Erdungsanlage stark verbessert. Wenn die Betonbewehrung im Fußboden des Kellergeschosses der baulichen Anlage ein gut durchverbundenes Gitter bildet und mit der Erdungsanlage üblicherweise alle 5 m verbunden ist, erfüllt sie ebenfalls diese Funktion. Ein Beispiel einer vermaschten Erdungsanlage eines Fabrikgeländes ist in Bild 6 dargestellt.



Legende

- 1 Gebäude mit vermaschtem Netzwerk in der Bewehrung
- 2 Turm innerhalb des Geländes
- 3 Freistehende Einrichtung
- 4 Kabeltrasse

Bild 6 – Vermaschte Erdungsanlage eines Fabrikgeländes

Zur Verringerung von Potentialunterschieden zwischen zwei inneren Systemen, die mit getrennten Erdungssystemen verbunden sind, können die folgenden Methoden verwendet werden:

- mehrere parallele Potentialausgleichsleiter, verlegt in derselben Route wie die elektrischen Leitungen, oder Führung der Kabel in gitterförmig bewehrten Betonkanälen (oder in durchverbundenen metallenen Kabelkanälen), die in beide Erdungssysteme integriert sind;
- geschirmte Kabel mit einem Schirm ausreichender Dicke, der an beiden Enden mit den getrennten Erdungssystemen verbunden ist.

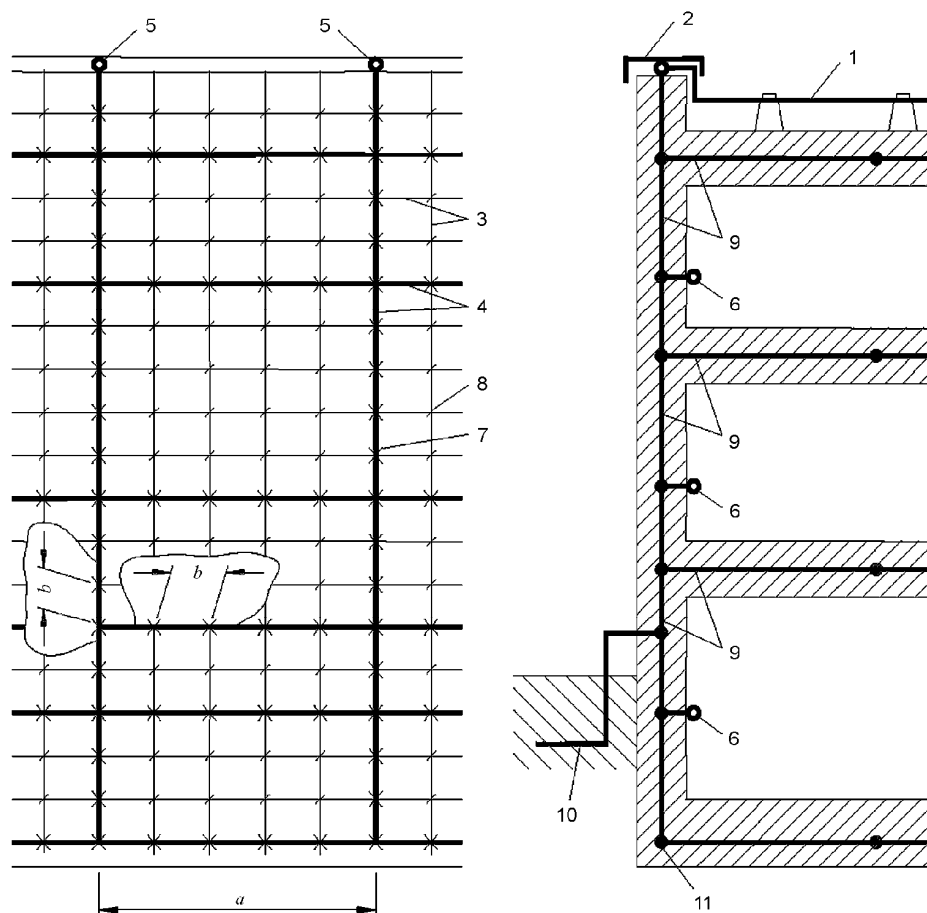
5.2 Potentialausgleich-Netzwerk

Zur Vermeidung gefährlicher Potentialunterschiede zwischen allen Betriebsmitteln in der inneren LPZ ist ein Potentialausgleich-Netzwerk mit niedriger Impedanz erforderlich. Ein derartiges Potentialausgleich-Netzwerk verringert auch das magnetische Feld (siehe Anhang A).

Dies kann durch ein vermaschtes Potentialausgleich-Netzwerk erreicht werden, in das alle leitfähigen Teile der baulichen Anlage und des inneren Systems einbezogen sind und in dem alle metallenen Teile oder leitfähigen Versorgungsleitungen an den Grenzen jeder LPZ direkt oder durch geeignete SPDs verbunden werden.

Es kann als dreidimensionales vermaschtes Potentialausgleich-Netzwerk mit einer typischen Maschenweite von 5 m aufgebaut werden (siehe Bild 5). Dies erfordert die vielfache Verbindung aller metallenen Teile in und an der baulichen Anlage (wie Betonbewehrung, Aufzugschienen, Krane, metallene Dächer, Metallfassaden, metallene Rahmen von Fenstern und Türen, metallene Bodenrahmen, Versorgungsleitungen und Kabeltrassen). Die Potentialausgleichsschienen (z. B. Ringpotentialausgleichsschienen, mehrere Potentialausgleichsschienen in unterschiedlichen Ebenen der baulichen Anlage) und die magnetischen Schirme der LPZ müssen in der gleichen Weise integriert werden.

Beispiele für Potentialausgleichsnetzwerke werden in den Bildern 7 und 8 dargestellt.



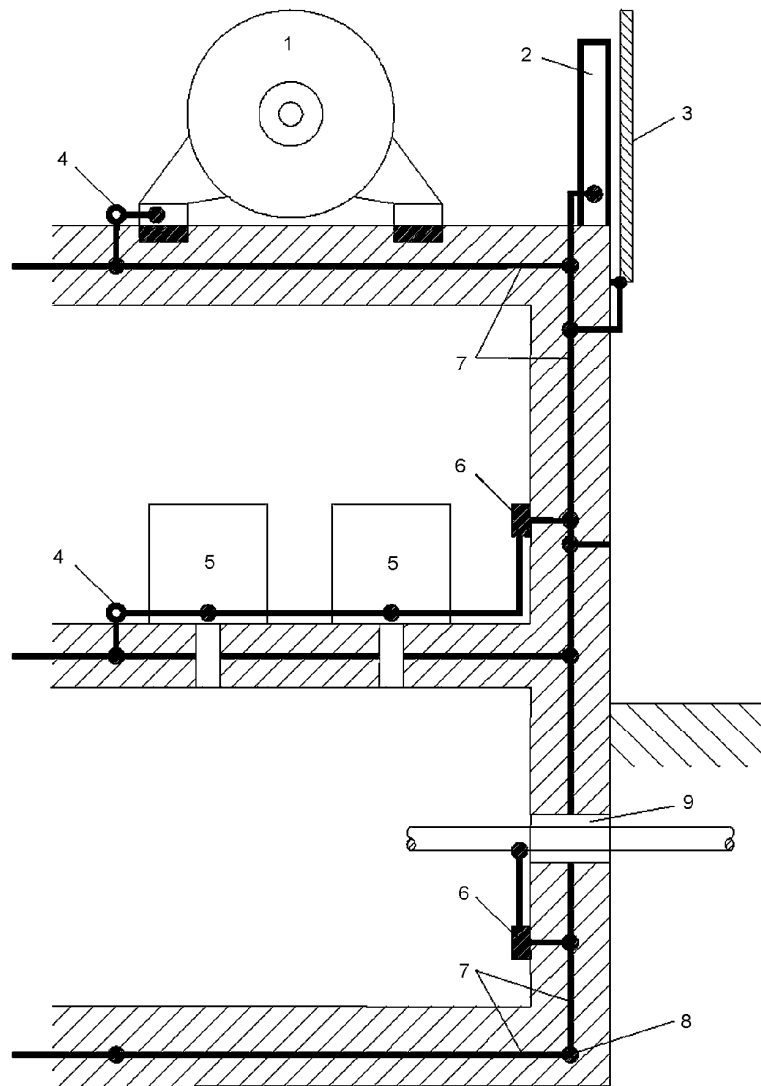
Legende

- 1 Leiter der Fangeinrichtung
- 2 metallene Abdeckung der Dachbrüstung
- 3 Bewehrungsstäbe aus Stahl
- 4 der Bewehrung überlagertes Maschengitter
- 5 Anschluss an das Gitter
- 6 Anschluss für eine interne Potentialausgleichsschiene
- 7 Verbindung durch Schweißen oder Klemmen
- 8 willkürliche Verbindung
- 9 Stahlbewehrung im Beton (mit überlagertem Maschengitter)
- 10 Ringerder (soweit vorhanden)
- 11 Fundamenterder

a typischer Abstand von 5 m im überlagerten Maschengitter

b typischer Abstand von 1 m für Verbindungen dieses Gitters mit der Bewehrung

Bild 7 – Verwendung der Bewehrungsstäbe einer baulichen Anlage für den Potentialausgleich

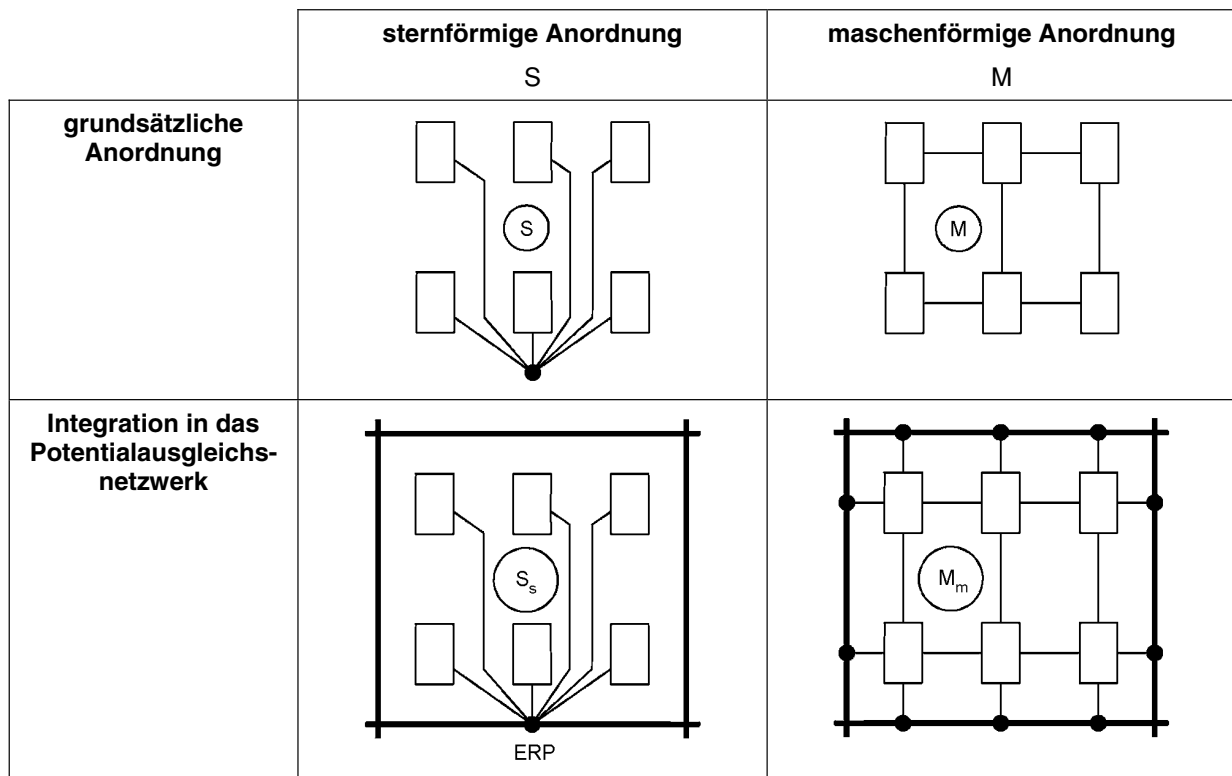


Legende

- 1 Geräte der elektrischen Stromversorgung
- 2 Stahlträger
- 3 metallene Verkleidung der Fassade
- 4 Anschluss für den Potentialausgleich
- 5 elektrische oder elektronische Betriebsmittel
- 6 Potentialausgleichsschiene
- 7 Bewehrung im Beton (mit überlagertem Maschengitter)
- 8 Fundamenterder
- 9 gemeinsame Eintrittsstelle für verschiedene Versorgungsleitungen

Bild 8 – Potentialausgleich in einer baulichen Anlage unter Nutzung der Stahlbewehrung

Leitfähige Teile (z. B. Schränke, Gehäuse, Gestelle) und der Schutzleiter (PE) der inneren Systeme müssen entsprechend den folgenden Konfigurationen mit dem Potentialausgleichsnetzwerk verbunden werden (siehe Bild 9):



Legende

- Potentialausgleichsnetzwerk
- Potentialausgleichsleiter
- Betriebsmittel
- Anschlusspunkt an das Potentialausgleichsnetzwerk
- ERP Erdungsbezugspunkt
- S_s sternförmige Anordnung integriert über einen Sternpunkt
- M_m maschenförmige Anordnung integriert über ein Maschengitter

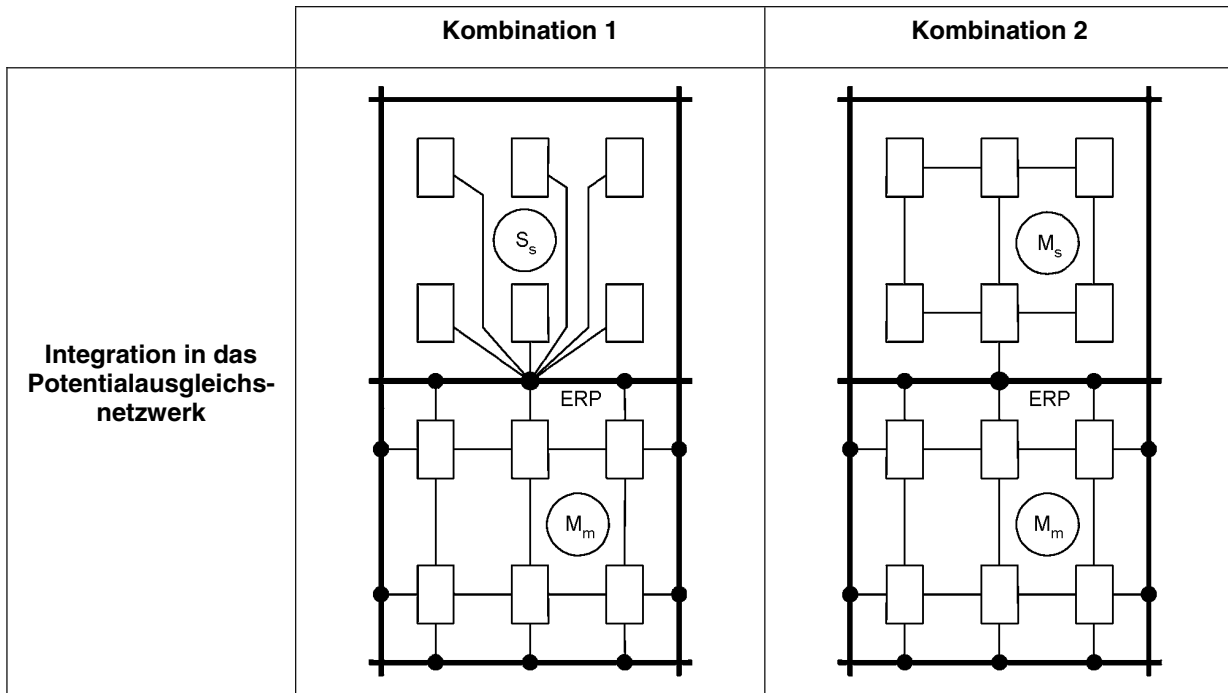
Bild 9 – Integration von elektronischen Systemen in das Potentialausgleichsnetzwerk

Wenn die Sternpunktanordnung S verwendet wird, müssen alle metallenen Komponenten (z. B. Schränke, Gehäuse, Gestelle) des elektrischen und elektronischen Systems gegen das Erdungssystem isoliert sein. Die Anordnung S darf nur durch eine einzige Potentialausgleichsschiene in das Erdungssystem integriert werden, die als Erdbezugspunkt (ERP) wirkt und wodurch sich die Anordnung S_s ergibt. Zur Vermeidung von Induktionsschleifen müssen bei der Anordnung S alle Leitungen zwischen den einzelnen Betriebsmitteln parallel zu und nahe den Potentialausgleichsleitern der Sternpunktanordnung verlaufen. Die Sternpunktanordnung S kann angewendet werden, wo sich die elektrischen und elektronischen Systeme in relativ kleinen Zonen befinden und alle Leitungen an nur einem Punkt in die Zone eingeführt sind.

Wenn die Maschenanordnung M verwendet wird, müssen die metallenen Teile (z. B. Schränke, Gehäuse, Gestelle) der elektrischen und elektronischen Systeme nicht gegen das Erdungssystem isoliert sein, sondern sie müssen an mehreren Potentialausgleichspunkten in das Erdungssystem integriert sein, wodurch sich die Anordnung M_m ergibt. Die Maschenanordnung M ist im Allgemeinen für elektrische und elektronische Systeme vorzuziehen, die sich über relativ große Zonen oder eine gesamte bauliche Anlage erstrecken, wo viele

Leitungen zwischen den einzelnen Betriebsmitteln verlaufen und wo die Leitungen an mehreren Stellen in die bauliche Anlage eingeführt sind.

In komplexen Systemen können die Vorteile der beiden Anordnungen (Sternpunktanordnung S_s und Maschenanordnung M_m) kombiniert werden, wie es in Bild 10 dargestellt ist, wodurch sich die Kombination 1 (S_s kombiniert mit M_m) oder die Kombination 2 (M_s kombiniert mit M_m) ergibt.



Legende

- Potentialausgleichsnetzwerk
- Potentialausgleichsleiter
- Betriebsmittel
- Anschlusspunkt an das Potentialausgleichsnetzwerk
- ERP Erdungsbezugspunkt
- S_s sternförmige Anordnung integriert über einen Sternpunkt
- M_m maschenförmige Anordnung integriert über ein Maschengitter
- M_s maschenförmige Anordnung integriert über einen Sternpunkt

Bild 10 – Kombination von Integrationsmethoden von elektronischen Systemen in das Potentialausgleichsnetzwerk

5.3 Potentialausgleichsschienen

Potentialausgleichsschienen müssen installiert werden für den Potentialausgleich von:

- allen leitfähigen Versorgungsleitungen, die in eine LPZ eingeführt werden (direkt oder durch geeignete SPDs);
- Schutzleitern PE;
- metallenen Komponenten der inneren Systeme (z. B. Schränke, Gehäuse, Gestelle);
- magnetischen Schirmen der LPZ an der Peripherie und innerhalb der baulichen Anlage.

Für einen wirksamen Potentialausgleich sind die folgenden Installationsregeln wichtig:

- die Basis für alle Potentialausgleichsmaßnahmen ist ein niederinduktives Potentialausgleichsnetzwerk;
- Potentialausgleichsschienen sollten an das Erdungssystem mit kürzestmöglichen Leitungen angeschlossen werden;
- Werkstoffe und Maße der Potentialausgleichsschienen und der Potentialausgleichsleiter müssen mit 5.5 übereinstimmen;
- SPDs sollten über kürzestmögliche Leitungen an die Potentialausgleichsschiene und ebenso an die spannungsführenden Leiter angeschlossen werden, um induktive Spannungsfälle auf ein Mindestmaß zu senken;
- auf der geschützten Seite des Stromkreises (hinter einem SPD) sollten Gegeninduktionswirkungen auf ein Mindestmaß verringert werden, indem die Flächen der Leiterschleifen klein gehalten oder indem geschirmte Kabel oder Kabelkanäle verwendet werden.

5.4 Potentialausgleich an der Grenze einer LPZ

Wo eine LPZ festgelegt ist, muss der Potentialausgleich für alle metallenen Teile und Versorgungsleitungen (z. B. Metallrohre, Stromversorgungsleitungen oder Signalleitungen) vorgesehen werden, die die Grenze einer LPZ durchdringen.

ANMERKUNG Der Potentialausgleich von Versorgungsleitungen, die in eine LPZ 1 eingeführt sind, sollten mit dem betreffenden Netzbetreiber (z. B. Stromversorger oder Telekommunikationsanbieter) diskutiert werden, weil sich widersprechende Anforderungen auftreten könnten.

Der Potentialausgleich ist mit Potentialausgleichsschienen vorzunehmen, die so nahe wie möglich an der Einführungsstelle an der Grenze zu installieren sind.

Soweit möglich, sollten eingeführte Versorgungsleitungen an derselben Stelle in die LPZ eingeführt und an dieselbe Potentialausgleichsschiene angeschlossen werden. Wenn Versorgungsleitungen an verschiedenen Stellen in die LPZ eingeführt werden, muss jede Versorgungsleitung an eine Potentialausgleichsschiene angeschlossen werden und diese Potentialausgleichsschienen müssen untereinander verbunden werden. Zu diesem Zweck wird eine Ringpotentialausgleichsschiene (ringförmiger Leiter) empfohlen.

SPDs für den Potentialausgleich sind immer an den Grenzen der LPZ nötig, um die eingeführten Leitungen, die mit den inneren Systeme innerhalb der LPZ verbunden sind, an die Potentialausgleichsschiene anzuschließen. Durch Nutzung durchverbundener oder ausgestülpter LPZ kann die Anzahl der erforderlichen SPDs verringert werden.

Geschirmte Kabel oder durchverbundene metallene Kabelkanäle mit Potentialausgleich an jeder LPZ-Grenze dürfen entweder zur Verbindung mehrerer LPZ der gleichen Art zu einer gemeinsamen LPZ oder zur Ausstülpung einer LPZ bis zur nächsten Grenze verwendet werden.

5.5 Werkstoffe und Maße von Komponenten für den Potentialausgleich

Werkstoffe, Maße und Anwendungsbedingungen müssen IEC 62305-3 entsprechen. Der Mindestquerschnitt von Komponenten für den Potentialausgleich muss Tabelle 1 entsprechen.

Klemmen müssen unter Berücksichtigung der Werte des Blitzstroms entsprechend dem Gefährdungspegel LPL (siehe IEC 62305-1) und der ermittelten Stromaufteilung (siehe IEC 62305-3) bemessen werden.

SPD müssen nach Abschnitt 7 bemessen werden.

Tabelle 1 – Mindestquerschnitte von Komponenten für den Potentialausgleich

Komponente für den Potentialausgleich		Werkstoff	Querschnitt mm ²
Potentialausgleichsschienen (Kupfer oder verzinkter Stahl)		Cu, Fe	50
Leiter für die Verbindung von Potentialausgleichsschienen zum Erdungssystem oder zu weiteren Potentialausgleichsschienen. (Sie führen den vollen oder einen großen Teil des Blitzstroms.)		Cu	16
		Al	22
		Fe	50
Leiter für die Verbindung von inneren metallenen Teilen zu Potentialausgleichsschienen. (Sie führen anteilige Blitzströme.)		Cu	6
		Al	10
		Fe	16
Leiter für den Anschluss von SPD. (Sie führen den vollen oder einen großen Teil des Blitzstroms.)	Klasse I	Cu	16
	Klasse II		6
	Klasse III		1

ANMERKUNG 1 Werden andere Werkstoffe verwendet, müssen sie einen widerstandsgleichen Querschnitt haben.

ANMERKUNG 2 Für Verbindungsleiter von SPDs, die in Stromversorgungssystemen eingesetzt werden, sind weitere Informationen in IEC 60364-5-53 und IEC 61643-12 angegeben.

ANMERKUNG 3 In manchen Ländern können kleinere Leiterabmessungen verwendet werden, solange sie die thermischen und mechanischen Anforderungen erfüllen (siehe IEC 62305-1, Anhang D).

6 Magnetische Schirmung und Leitungsführung

Die magnetische Schirmung verringert das elektromagnetische Feld sowie induzierte innere Stoßwellen. Eine geeignete Leitungsführung innerer Leitungen kann ebenfalls induzierte innere Stoßwellen auf ein Mindestmaß verringern. Beide Maßnahmen sind gegen bleibende Schäden an elektrischen und elektronischen Systemen wirksam.

6.1 Räumliche Schirmung

Räumliche Schirme legen geschützte Zonen fest, die die gesamte bauliche Anlage, einen Teil davon, einen einzelnen Raum oder nur das Gehäuse eines Betriebsmittels umfassen können. Es können gitterförmige oder durchgängige metallene Schirme sein oder sie können die natürlichen Komponenten der baulichen Anlage einbeziehen (siehe IEC 62305-3).

Räumliche Schirmungen sind ratsam, wenn es praktischer und sinnvoll ist, eine bestimmte Zone der baulichen Anlage anstatt mehrere Betriebsmittel einzeln zu schützen. Räumliche Schirme sollten in frühen Planungsphasen einer neuen baulichen Anlage oder eines neuen inneren Systems vorgesehen werden. Nachrüstung von bestehenden Installationen kann höhere Kosten und größere technische Schwierigkeiten verursachen.

6.2 Schirmung von inneren Leitungen

Die Schirmung kann auf die Verkabelung und die Betriebsmittel des zu schützenden Systems beschränkt sein: metallene Schirme von Kabeln, geschlossene metallene Kabelkanäle und Metallgehäuse von Betriebsmitteln werden für diese Zwecke eingesetzt.

6.3 Leitungsführung von inneren Leitungen

Eine geeignete Leitungsführung von inneren Leitungen minimiert Induktionsschleifen und verringert die Entstehung von Überspannungen innerhalb der baulichen Anlage. Die Schleifenfläche kann minimiert werden, indem die Leitungen in der Nähe von geerdeten natürlichen Komponenten der baulichen Anlage und/oder indem Stromversorgungs- und Signalleitungen nebeneinander geführt werden.

ANMERKUNG Ein gewisser Abstand zwischen Stromversorgungsleitungen und ungeschirmten Signalleitungen kann noch nötig sein, um Störungen zu vermeiden.

6.4 Schirmung von äußeren Leitungen

Die Schirmung von äußeren Leitungen, die in die bauliche Anlage eingeführt werden, umfasst: Kabelschirme, geschlossene metallene Kabelkanäle oder Kabelkanäle aus Beton mit durchverbundener Bewehrung. Die Schirmung äußerer Leitungen ist hilfreich, liegt jedoch häufig nicht in der Verantwortung des ESP-Planers (weil der Eigentümer der äußeren Leitungen meistens der Netzbetreiber ist).

6.5 Werkstoffe und Abmessungen von magnetischen Schirmen

An der Grenze der Zonen LPZ 0_A und LPZ 1 müssen die Werkstoffe und Abmessungen der magnetischen Schirme (z. B. gitterförmige räumliche Schirme, Kabelschirme und Gehäuse von Betriebsmitteln) den Anforderungen nach IEC 62305-3 für Leiter der Fangeinrichtung und/oder für Ableitungen entsprechen. Dies betrifft besonders:

- Mindestdicke von Metallmänteln, Metallkanälen, Rohren und Kabelschirmen müssen IEC 62305-3, Tabelle 3, entsprechen;
- Anordnung und Mindestquerschnitt der Leiter von gitterförmigen räumlichen Schirmen müssen IEC 62305-3, Tabelle 6, entsprechen.

Für magnetische Schirme, die keine Blitzströme führen sollen, ist die Einhaltung der IEC 62305-3, Tabellen 3 und 6, nicht gefordert:

- an den Grenzen der Zonen LPZ 1/2 oder höher, vorausgesetzt, dass der Trennungsabstand s zwischen magnetischen Schirmen und LPS eingehalten wird (siehe IEC 62305-3, 6.3);
- an der Grenze jeder LPZ, wenn die Zahl der gefährlichen Ereignisse N_D durch Blitzeinschläge in die bauliche Anlage vernachlässigbar ist, d. h. $N_D < 0,01$ pro Jahr.

7 Koordiniertes SPD-System

Der Schutz innerer Systeme gegen Stoßwellen erfordert eine systematische Lösung bestehend aus koordinierten SPDs für Stromversorgungs- und Signalleitungen. Die Regeln für Auswahl und Installation eines koordinierten SPD-Systems sind in beiden Fällen ähnlich (siehe Anhang C).

In einem ESP nach dem Blitzschutzonen-Konzept mit mehr als einer LPZ (LPZ 1, LPZ 2 und höher) müssen SPDs an der Eintrittsstelle in jede LPZ angeordnet werden (siehe Bild 2).

In einem ESP mit nur LPZ 1 müssen SPDs zumindest an der Leitungseinführung in LPZ 1 angeordnet sein.

Zusätzliche SPDs können in beiden Fällen erforderlich sein, wenn der Abstand zwischen dem Einbauort des SPD und dem zu schützenden Betriebsmittel zu groß wird (siehe Anhang C).

Die Prüfanforderungen für die SPDs müssen entsprechen:

- IEC 61643-1 für Stromversorgungssysteme;
- IEC 61643-21 für Telekommunikations- und Signalsysteme.

Informationen zu Auswahl und Einbau eines koordinierten SPD-Systems sind in Anhang C angegeben. Auswahl und Einbau eines koordinierten SPD-Systems müssen auch entsprechen:

- IEC 61643-12 und IEC 60364-5-53 für den Schutz von Stromversorgungssystemen;
- IEC 61643-22 für den Schutz von Telekommunikations- und Signalsystemen.

Für die Auslegung von SPDs an verschiedenen Einbauorten der baulichen Anlage enthält Anhang D dieser Norm und IEC 62305-1, Anhang E, einige Angaben zur Größe der durch Blitzeinschlag verursachten Stoßwellen.

8 Isolierende Schnittstellen

Isolierende Schnittstellen können verwendet werden um die Wirkungen des LEMP zu verringern. Sie erfordern eine üblicherweise eine Stoßspannungsfestigkeit von 5 kV bei einer Wellenform von 1,2/50 µs. Der Schutz solcher Schnittstellen gegen höhere Überspannungen kann – soweit nötig – durch den Einsatz von SPDs erreicht werden. Der Schutzpegel U_p dieser SPDs muss so gewählt werden, dass er nur knapp unter der Stoßspannungsfestigkeit der isolierenden Schnittstelle liegt. Ein kleinerer Wert von U_p kann Sicherheitsanforderungen verletzen (siehe B.10).

9 Management eines ESP

Um ein kostengünstiges und wirksames Schutzsystem zu erreichen, sollte die Auslegung während der Planungsphase der baulichen Anlage und vor ihrer Errichtung festgelegt werden. Auf diese Weise kann die Nutzung natürlicher Komponenten der baulichen Anlage optimiert und die beste Alternative für die Leitungsführung und für die Aufstellung der Betriebsmittel gefunden werden.

Für die Nachrüstung von bestehenden baulichen Anlagen sind die Kosten eines ESP im Allgemeinen höher als bei neuen baulichen Anlagen. Die Kosten können aber minimiert werden, indem die LPZ geeignet ausgewählt und bestehende Installationen genutzt oder aufgerüstet werden.

Ein geeigneter Schutz kann nur erreicht werden, wenn:

- die Maßnahmen von einer Blitzschutz-Fachkraft geplant werden;
- gute Abstimmung zwischen den Experten für den Bau und für das ESP (z. B. zwischen Bau- und Elektroingenieuren) besteht;
- dem Managementplan nach 9.1 gefolgt wird.

Das ESP muss durch Prüfung und Wartung aufrechterhalten bleiben. Nach wesentlichen Änderungen an der baulichen Anlage oder an den Schutzmaßnahmen muss eine erneute Risikobewertung durchgeführt werden.

9.1 ESP-Managementplan

Planung und Koordination eines ESP erfordern einen Managementplan (siehe Tabelle 2), der mit einer ersten Risikobewertung (IEC 62305-2) zur Bestimmung der Schutzmaßnahmen beginnt, die nötig sind, um das Risiko auf oder unter einen annehmbaren Wert zu verringern. Dazu müssen die Blitzschutzzonen festgelegt werden.

Tabelle 2 – ESP-Managementplan für neue Gebäude und für umfassende Änderungen des Aufbaus oder der Nutzung von Gebäuden

Schritt	Ziel	Maßnahme ist durchzuführen von
Erste Risikoanalyse ^{a)}	Prüfung der Notwendigkeit eines LEMP-Schutzes. Falls erforderlich, ist ein geeignetes ESP anhand einer Risikobewertung auszuwählen. Prüfung der Verminderung des Risikos nach jeder schrittweise vorgenommenen Schutzmaßnahme.	Blitzschutz-Fachkraft ^{b)} Eigentümer
Abschließende Risikoanalyse ^{a)}	Das Kosten/Nutzen-Verhältnis für die ausgewählten Schutzmaßnahmen sollte noch einmal mit einer Risikobewertung optimiert werden. Als Ergebnis werden bestimmt: – LPL und die Blitzparameter – LPZ und deren Grenzen	Blitzschutz-Fachkraft ^{b)} Eigentümer
Planung des ESP	Definition des ESP: – Maßnahmen für räumliche Schirmung – Potentialausgleichsnetzwerke – Erdungsanlagen – Leitungsführung und -schirmung – Schirmung eingeführter Versorgungsleitungen – koordiniertes SPD-System	Blitzschutz-Fachkraft Eigentümer Architekt Planer der inneren Systeme Planer maßgeblicher Installationen
Auslegung des ESP	Allgemeine Zeichnungen und Beschreibungen Vorbereitung der Ausschreibungsunterlagen Detailzeichnungen und Zeitpläne für die Installation	Ingenieurbüro oder gleichwertig
Installation und Überprüfung des ESP	Qualität der Installation Dokumentation mögliche Revision von Detailzeichnung	Blitzschutz-Fachkraft Errichter des ESP Ingenieurbüro Prüfungsbeauftragter
Abnahme des ESP	Prüfung und Dokumentation des Zustands des Systems	unabhängige Blitzschutz-Fachkraft Prüfungsbeauftragter
Wiederkehrende Prüfungen	Sicherstellung eines angemessenen ESP	Blitzschutz-Fachkraft Prüfungsbeauftragter
^{a)} Siehe IEC 62305-2. ^{b)} Mit fundierten Kenntnissen der EMV und der Installationspraxis.		

Entsprechend dem Gefährdungspegel LPL nach IEC 62305-1 und den anzuwendenden Schutzmaßnahmen sind die folgenden Schritte auszuführen:

- ein Erdungssystem, bestehend aus Potentialausgleichsnetzwerk und Erdungsanlage, muss vorgesehen werden;
- äußere Metallteile und eingeführte Versorgungsleitungen müssen direkt oder durch geeignete SPDs an den Potentialausgleich angeschlossen werden;
- das innere System muss in das Potentialausgleichsnetzwerk integriert werden;
- räumliche Schirmung in Kombination mit Leitungsführung und -schirmung können eingeplant werden;

- Anforderungen an ein koordiniertes SPD-System sind festzulegen;
- bei bestehenden baulichen Anlagen können besondere Maßnahmen nötig werden (siehe Anhang B).

Danach sollte das Kosten/Nutzen-Verhältnis für die ausgewählten Schutzmaßnahmen durch Anwendung des Verfahrens zur Risikoabschätzung neu bewertet und optimiert werden.

9.2 Prüfung eines ESP

Die Prüfung umfasst die Prüfung der technischen Dokumentation, Sichtprüfungen und Messungen. Mit der Prüfung soll sichergestellt werden, dass:

- das ESP mit den Plänen übereinstimmt;
- das ESP seine geplanten Funktionen erfüllen kann;
- jede neu hinzugefügte Schutzmaßnahme sachgerecht in das ESP einbezogen ist.

Prüfungen müssen durchgeführt werden:

- während der Installation des ESP;
- nach der Installation des ESP;
- periodisch;
- nach jeder Änderung von Komponenten, die für das ESP relevant sind;
- gegebenenfalls nach einem Blitzeinschlag in die bauliche Anlage (z. B. nach dem Ansprechen eines Blitzzählers oder wenn ein Augenzeuge einen Blitzeinschlag in die bauliche Anlage beobachtet hat oder wenn ein augenscheinlich durch Blitzeinschlag verursachter Schaden an der baulichen Anlage vorliegt).

Die Häufigkeit der periodischen Prüfungen muss festgelegt werden unter Berücksichtigung:

- der lokalen Umgebungsbedingungen, wie korrosiver Boden und Atmosphäre;
- der Art der angewendeten Schutzmaßnahmen.

ANMERKUNG Wenn keine bestimmten Anforderungen durch eine Behörde mit Gerichtsbarkeit festgelegt sind, werden die Zeitintervalle nach IEC 62305-3, Tabelle E.2, empfohlen.

9.2.1 Durchführung der Prüfung

9.2.1.1 Prüfung der technischen Dokumentation

Nach der Installation eines neuen ESP muss die technische Dokumentation auf Übereinstimmung mit den zutreffenden Normen und auf Vollständigkeit geprüft werden. Die technische Dokumentation muss anschließend kontinuierlich auf dem neuesten Stand gehalten werden, z. B. nach jeder Änderung oder Erweiterung des ESP.

9.2.1.2 Sichtprüfung

Die Sichtprüfung muss sicherstellen, dass

- es keine lockeren Verbindungen oder Unterbrechungen an Leitungen und Klemmen gibt;
- kein Teil des Systems, insbesondere auf Erdniveau, durch Korrosion beschädigt ist;
- Potentialausgleichsleitungen und Kabelschirme unbeschädigt sind;
- keine Erweiterungen oder Änderungen vorgenommen wurden, die zusätzliche Schutzmaßnahmen erfordern;
- es keine Anzeichen für Schäden an SPDs und deren Sicherungen oder Abtrennvorrichtungen gibt;
- die geeignete Leitungsführung erhalten geblieben ist;
- die Sicherheitsabstände zu räumlichen Schirmungen eingehalten sind.

9.2.1.3 Messungen

An den Teilen eines Erdungs- und Potentialausgleich-Systems, die einer Sichtprüfung nicht zugänglich sind, sollten Durchgangsmessungen gemacht werden.

9.2.2 Dokumentation der Prüfung

Zur Erleichterung der Prüfung sollte ein Prüfprotokoll vorbereitet sein. Das Prüfprotokoll sollte ausreichende Angaben enthalten, um den Prüfer so durch seine Aufgabe zu leiten, dass er alle Prüfergebnisse an der Installation und an den Komponenten, die Prüfverfahren und die aufgezeichneten Messwerte dokumentieren kann.

Der Prüfer muss einen Prüfbericht erstellen, der der technischen Dokumentation und den vorhergehenden Prüfberichten hinzugefügt werden muss. Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- allgemeiner Zustand des ESP;
- jede Abweichung von der technischen Dokumentation;
- Ergebnisse aller durchgeführten Messungen.

9.3 Instandhaltung

Nach einer Prüfung müssen alle festgestellten Mängel unverzüglich beseitigt werden. Wenn nötig, muss die technische Dokumentation auf den neuesten Stand gebracht werden.

Anhang A (informativ)

Grundlagen für die Bestimmung der elektromagnetischen Umgebung in einer LPZ

Dieser Anhang enthält Angaben für die Bestimmung der elektromagnetischen Umgebung innerhalb einer LPZ, die für den Schutz gegen LEMP verwendet werden können. Die Angaben sind auch für den Schutz gegen elektromagnetische Störungen geeignet.

A.1 Schäden an elektrischen und elektronischen Systemen durch Blitzeinschlag

A.1.1 Störquelle

Die hauptsächliche Störquelle ist der Blitzstrom und das damit verbundene magnetische Feld, das die gleiche Wellenform wie der Blitzstrom hat.

ANMERKUNG Für Schutzzwecke ist der Einfluss des elektrischen Blitzfeldes meist von untergeordneter Bedeutung.

A.1.2 Störsenke

Die inneren Systeme einer baulichen Anlage haben nur eine begrenzte Störfestigkeit gegen Stoßwellen und magnetische Felder. Deshalb können sie zerstört werden oder Fehlfunktionen zeigen, wenn sie den Wirkungen des Blitzes und seiner magnetischen Felder ausgesetzt werden.

Systeme, die außen an einer baulichen Anlage angebracht sind, sind durch das ungedämpfte magnetische Feld und, soweit sie in einer exponierten Lage angebracht sind, durch direkte Blitzeinschläge mit Stoßwellen bis zum vollen Blitzstrom gefährdet.

Systeme im Inneren einer baulichen Anlage sind durch das verbleibende gedämpfte magnetische Feld, durch leitungsgebundene oder induzierte innere Stoßwellen und durch äußere Stoßwellen auf eingeführten Leitungen gefährdet.

Zur Störfestigkeit der Betriebsmittel wird auf die folgenden Normen verwiesen:

- Die Störfestigkeit der Stromversorgung ist in IEC 60664-1, Tabelle 1, definiert. Die Störfestigkeit ist definiert durch die Bemessungs-Stehstoßspannung von 1,5 – 2,5 – 4 und 6 kV;
 - Die Störfestigkeit von Telekommunikationseinrichtungen ist festgelegt in ITU-T K.20, K.21 und K.45.
 - Die Störfestigkeit von Betriebsmitteln ist üblicherweise in ihren Produktbeschreibungen festgelegt oder kann geprüft werden:
 - gegen leitungsgeführte Stoßwellen nach IEC 61000-4-5 mit Prüfwerten für die Spannung: 0,5 – 1 – 2 – 4 kV bei einer Wellenform von 1,2/50 µs und für den Strom: 0,25 – 0,5 – 1 – 2 kA bei einer Wellenform von 8/20 µs;
- ANMERKUNG Um die Anforderungen an die Störfestigkeit entsprechend der vorstehenden Norm einzuhalten, können einige Betriebsmittel innere SPDs enthalten. Die Kennwerte dieser inneren SPDs können die Koordination beeinflussen.
- gegen magnetische Felder nach IEC 61000-4-9 mit Prüfwerten: 100 – 300 – 1 000 A/m bei einer Wellenform von 8/20 µs und nach IEC 61000-4-10 mit Prüfwerten: 10 – 30 – 100 A/m bei 1 MHz.

Wenn Betriebsmittel die in den entsprechenden EMV-Produktnormen festgelegten Prüfungen für Hochfrequenz-Abstrahlung und -Störfestigkeit nicht erfüllen, können sie durch direkt eingestrahlte magnetische Felder gefährdet sein. Andererseits kann der Ausfall von Betriebsmitteln vernachlässigt werden, wenn diese Normen erfüllt sind.

A.1.3 Kopplungsmechanismus zwischen Störsenke und Störquelle

Das Betriebsmittel mit seiner Störfestigkeit muss mit der Störquelle verträglich sein. Dazu muss die Kopplung zwischen Störquelle und Störsenke durch die Einrichtung geeigneter Blitzschutz-zonen (LPZ) ausreichend verringert werden.

A.2 Räumliche Schirmung, Leitungsführung und -schirmung

A.2.1 Allgemeines

Das magnetische Feld, das von Blitzeinschlägen in die bauliche Anlage oder neben der baulichen Anlage innerhalb einer LPZ erzeugt wird, kann nur durch räumliche Schirmung der LPZ reduziert werden. Andererseits können Stoßwellen, die in dem elektronischen System induziert werden, entweder durch räumliche Schirmung oder durch Leitungsführung und -schirmung oder durch Kombination beider Maßnahmen reduziert werden.

Bild A.1 gibt ein Beispiel für den LEMP bei einem Blitzeinschlag in die bauliche Anlage und zeigt die Blitzschutz-zonen LPZ 0, LPZ 1 und LPZ 2. Das zu schützende elektronische System ist in LPZ 2 installiert.

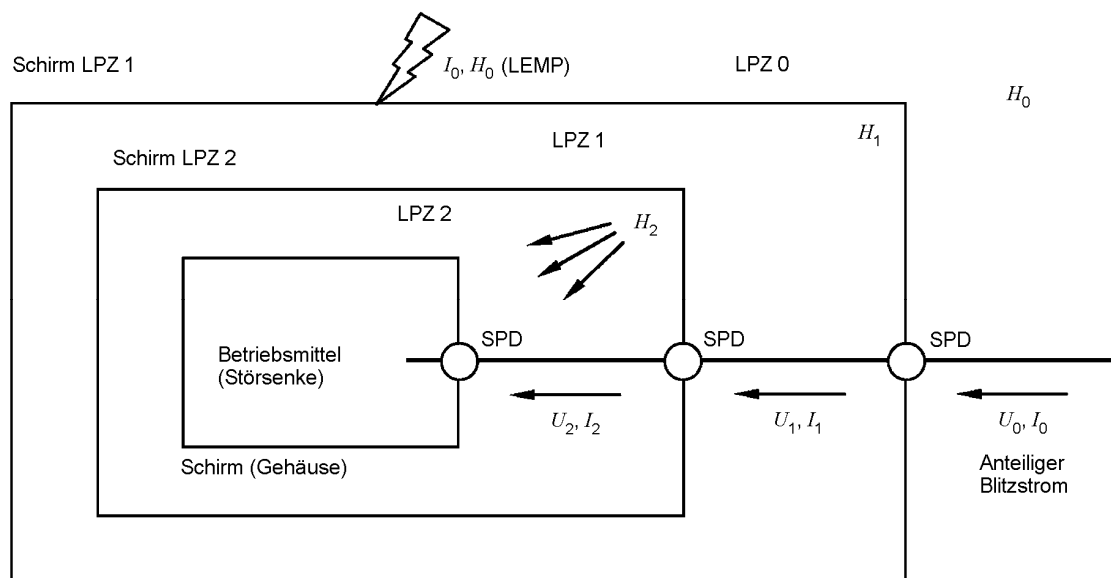


Bild A.1 – LEMP-Situation im Fall eines Blitzeinschlags

1. Primäre Störquelle LEMP

Definiert durch die Parameter entsprechend LPL I bis IV:

		Impuls μs	Amplitude für LPL I – II – III – IV kA	Steilheit für LPL I – II – III – IV kA/ μs	Einfluss auf:
IEC 62305-1	I_0	10/350 1/200 0,25/100	200 – 150 – 100 – 100 100 – 75 – 50 – 50 50 – 37,5 – 25 – 25	20 – 15 – 10 – 10 100 – 75 – 50 – 50 200 – 150 – 100 – 100	Anteiligen Blitzstrom Induktion Induktion
	H_0	Ableitet vom zugehörigen I_0 .			

2. Störfestigkeit der Stromversorgungsinstallation

Definiert durch die Überspannungskategorie I bis IV für Nennspannungen von 230/400 V und 277/480 V:

IEC 60664-1 U_w Überspannungskategorie I bis IV 6 – 4 – 1,5 kV

3. Störfestigkeit der Telekommunikationsinstallation

ITU Empfehlungen K.20, 5.21 und K.45

4. Prüfungen für Betriebsmittel ohne passende EMV-Produktnormen

Störfestigkeit des Betriebsmittels (Störsenke), definiert für leitungsgeführte (U , I) Blitzwirkungen:

IEC 61000-4-5 U_{oc} Impuls 1,2/50 μs 4 – 2 – 1 – 0,5 kV

I_{sc} Impuls 8/20 μs 2 – 1 – 0,5 – 0,25 kA

5. Prüfungen für Betriebsmittel ohne passende EMV-Produktnormen

Störfestigkeit des Betriebsmittels (Störsenke), definiert für abgestrahlte (H) Blitzwirkungen:

IEC 61000-4-9 H Impuls 8/20 μs 1 000 – 300 – 100 A/m
 (gedämpfte Schwingung 25 kHz, $T_p = 10 \mu\text{s}$)

IEC 61000-4-10 H gedämpfte Schwingung 1 MHz,
 (Impuls 0,2/0,5 μs , $T_p = 10 \mu\text{s}$) 100 – 30 – 10 A/m

ANMERKUNG 1 IEC 61000-4-10 behandelt hauptsächlich Feldbeeinflussungen durch Schaltüberspannungen.

ANMERKUNG 2 Die Reihe IEC 61000 betrachtet die Störfestigkeit, wobei der zeitweise Verlust der Stromversorgung von Geräten durch niedrige Stoßwellen geprüft wird. Anteilige oder volle Blitzströme, die in IEC 61000 nicht abgedeckt sind, können dauerhafte Schäden an Geräten verursachen, wenn deren Isolationsfestigkeit überschritten wird. Der Schutz gegen anteilige oder volle Blitzströme ist durch IEC 61643-12 abgedeckt. Die gewählten SPDs sollten eine Schutzpegel U_p gegen Stoßspannungen haben, der unterhalb der Zerstörfestigkeit des Geräts oder – in Fällen, in denen die unterbrechungsfreie Funktion der Geräte kritisch ist – unterhalb der Störfestigkeit des Geräts liegt.

Die primäre elektromagnetische Bedrohung für das elektronische System ist der Blitzstrom I_0 und das magnetische Feld H_0 . Auf den eingeführten Versorgungsleitungen fließen anteilige Blitzströme. Diese Ströme und die magnetischen Felder haben annähernd die gleiche Wellenform. Der hier zu betrachtende Blitzstrom besteht aus einem positiven ersten Teilblitz I_t (typische Wellenform 10/350 μs mit langem Rücken), einem negativen ersten Teilblitz I_{fn} (Wellenform 1/200 μs mit langem Rücken) und aus Folgeblitzen I_s (Wellenform 0,25/100 μs). Der Strom des positiven ersten Teilblitzes I_t erzeugt das magnetische Feld H_t , der des negativen ersten Teilblitzes I_{fn} erzeugt das magnetische Feld H_{fn} , und die Ströme der Folgeblitze I_s die magnetischen Felder H_s .

Die magnetischen Induktionswirkungen sind im Wesentlichen durch den Anstieg des magnetischen Feldes bestimmt. Wie in Bild A.2 gezeigt, kann der Anstieg von H_t durch ein gedämpft schwingendes Feld von 25 kHz mit dem Scheitelwert $H_{t/\max}$ und der Zeit bis zum Scheitelwert $T_{p/f}$ von 10 μs charakterisiert werden. Auf gleiche Weise kann der Anstieg von H_s durch ein gedämpft schwingendes Feld von 1 MHz mit dem Scheitelwert $H_{s/\max}$ und der Zeit bis zum Scheitelwert $T_{p/s}$ von 0,25 μs charakterisiert werden. Ähnlich kann der Anstieg von H_{fn} durch ein gedämpft schwingendes Feld von 250 kHz mit dem Scheitelwert $H_{fn/\max}$ und der Zeit bis zum Scheitelwert $T_{p/fn}$ von 1 μs charakterisiert werden.

Daraus folgt, dass das magnetische Feld des positiven ersten Teilblitzes durch eine typische Frequenz von 25 kHz, das des negativen ersten Teilblitzes durch eine typische Frequenz von 250 kHz, und das der Folgeblitze durch eine typische Frequenz von 1 MHz charakterisiert werden kann. Gedämpft schwingende magnetische Felder mit diesen Frequenzen sind für Prüfzwecke in IEC 61000-4-9 und IEC 61000-4-10 definiert.

Durch den Einbau von magnetischen Schirmen und SPDs an den Grenzen der LPZ werden die ursprünglichen Blitzwirkungen bedingt durch I_0 und H_0 bis auf den Festigkeitspegel der Störsenke verringert. Wie in Bild A.1 gezeigt, muss die Störsenke dem umgebenden magnetischen Feld H_2 und den leitungsgeführten Strömen I_2 und Spannungen U_2 standhalten.

Die Verringerung von I_1 auf I_2 und von U_1 auf U_2 wird in Anhang C behandelt, während die Verringerung von H_0 auf einen ausreichend niedrigen Wert von H_2 hier behandelt wird:

Bei gitterförmigen räumlichen Schirmen kann angenommen werden, dass die Wellenform des magnetischen Feldes innerhalb der LPZ (H_1 , H_2) die gleiche ist wie die des äußeren magnetischen Feldes (H_0).

Die in Bild A.2 gezeigten gedämpft schwingenden Wellenformen entsprechen den Prüfungen nach IEC 61000-4-9 und IEC 61000-4-10 und können zur Bestimmung der Festigkeit des Betriebsmittels gegen magnetische Felder des ersten Teilblitzes H_t und der Folgeblitze H_s verwendet werden.

Die induzierten Stoßwellen, die durch die Einkopplung von magnetischen Feldern in Induktionsschleifen verursacht werden (siehe A.4), sollten den Festigkeitspegel des Betriebsmittels nicht überschreiten.

Grund-Norm: IEC 61000-4-9

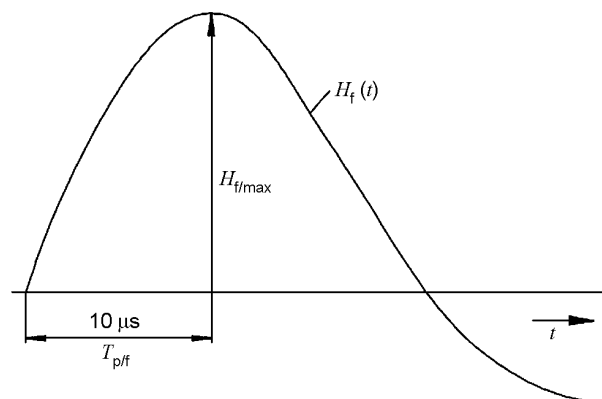


Bild A.2a – Simulation der Stirn des Magnetfeldes des ersten Teilblitzes (10/350 μs) durch einen Einzelimpuls 8/20 μs (gedämpfte Schwingung 25 kHz)

Grund-Norm: IEC 61000-4-10

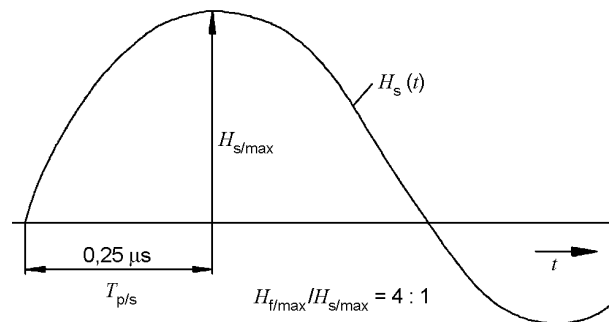


Bild A.2b – Simulation der Stirn des Magnetfeldes des Folgeblitzes (0,25/100 µs) durch eine gedämpfte Schwingung 1 MHz (Mehrfachimpuls 0,2/0,5 µs)

ANMERKUNG 1 Auch wenn die Definitionen der Zeit bis zum Höchstwert T_p und der Stirnzeit T_1 verschieden sind, können ihre Werte in erster Näherung gleichgesetzt werden.

ANMERKUNG 2 Das Verhältnis der Höchstwerte ist $H_{f/max} / H_{fn/max} / H_{s/max} = 4 : 2 : 1$.

Bild A.2 – Simulation des magnetischen Feldes im Anstiegsbereich durch gedämpfte Schwingungen

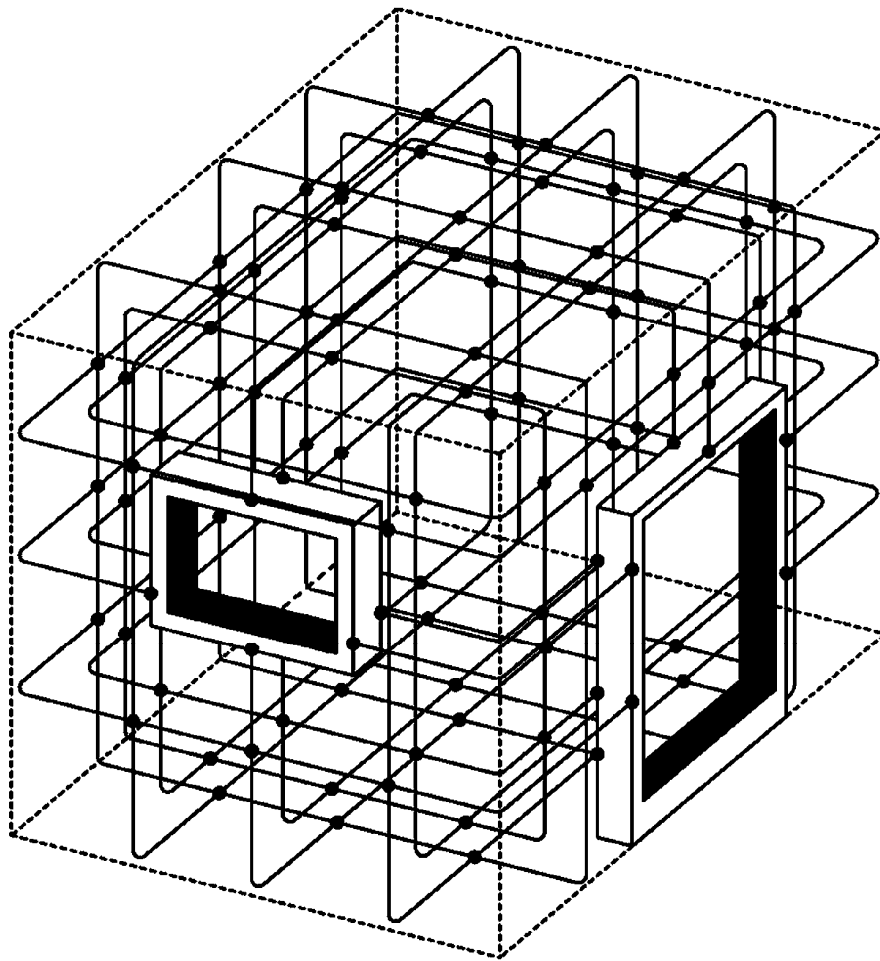
A.2.2 Gitterförmige räumliche Schirme

Große räumliche Schirme von inneren LPZ sind in der Praxis üblicherweise aus natürlichen Komponenten der baulichen Anlage aufgebaut, wie aus der metallenen Bewehrung in Decken, Wänden und Böden oder aus metallenen Rahmen, Dächern und Fassaden. Diese Komponenten bilden einen gitterförmigen räumlichen Schirm. Eine wirksame Schirmung erfordert typische Maschenweiten kleiner als 5 m.

ANMERKUNG 1 Deshalb kann die Schirmwirkung vernachlässigt werden, wenn eine LPZ 1 von einem normalen äußeren Blitzschutz nach IEC 62305-3 mit Maschenweiten und typischen Abständen größer als 5 m gebildet wird. Andererseits hat ein großes Gebäude in Stahlbauweise mit vielen Baustahlstreben eine bedeutende Schirmwirkung.

ANMERKUNG 2 Die Schirmung in weiteren inneren LPZ kann durch räumliche Schirmung, durch geschlossene metallene Gestelle oder Schränke oder durch die metallenen Gerätegehäuse bewirkt werden.

Bild A.3 zeigt, wie in der Praxis metallene Betonbewehrung und metallene Rahmen (für Metalltüren und möglicherweise für geschirmte Fenster) zum Aufbau eines großen räumlichen Schirms für einen Raum oder für ein Gebäude eingesetzt werden können.

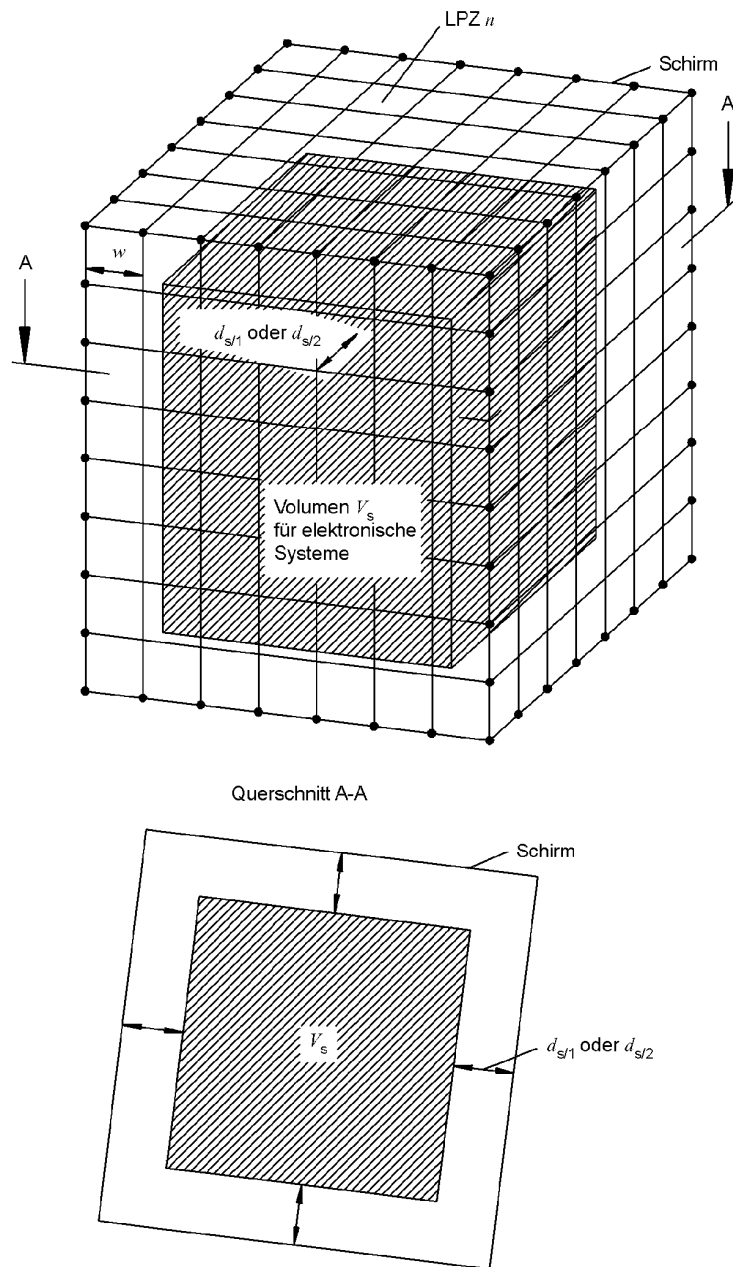


- geschweißt oder geklemmt an jedem Stab und an den Kreuzungspunkten

ANMERKUNG In der Praxis wird es für ausgedehnte bauliche Anlagen nicht möglich sein, tatsächlich an jedem Punkt zu schweißen oder zu klemmen. Aber die meisten Punkte sind natürlicherweise verbunden durch festen Berührungskontakt oder durch Verrödeln. Für die Praxis genügt deshalb etwa eine Verbindung je Meter.

Bild A.3 – Großer räumlicher Schirm, gebildet durch metallene Bewehrungen und Rahmen

Elektronische Systeme dürfen nur innerhalb eines Sicherheitsvolumens aufgestellt werden, das den Sicherheitsabstand vom Schirm der LPZ einhält (siehe Bild A.4). Der Grund sind die relativ hohen Werte des magnetischen Feldes nahe dem Schirm, der von anteiligen Blitzströmen durchflossen sein kann (besonders bei LPZ 1).



ANMERKUNG Das Volumen V_s muss einen Sicherheitsabstand $d_{s/1}$ oder $d_{s/2}$ vom Schirm der LPZ n einhalten (siehe A.3).

Bild A.4 – Volumen für elektrische und elektronische Systeme innerhalb einer LPZ n

A.2.3 Leitungsführung und -schirmung

Stoßwellen, die in ein elektronisches System induziert werden, können vermindert werden durch geeignete Leitungsführung (Minimieren der Fläche von Leiterschleifen) oder durch Verwendung von geschirmten Kabeln oder Kabelkanälen (Minimieren der Induktionswirkung innen) oder durch eine Kombination von beidem (siehe Bild A.5).

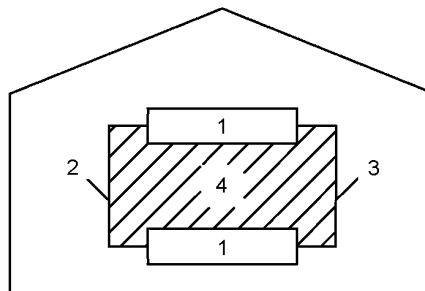


Bild A.5a – Ungeschütztes System

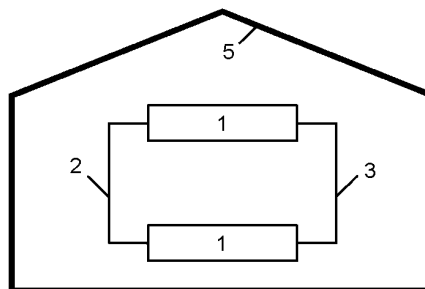


Bild A.5b – Verringerung des Magnetfeldes innerhalb einer LPZ durch räumliche Schirmung

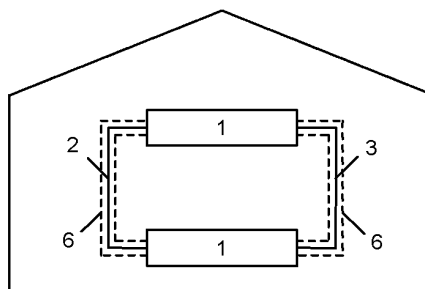


Bild A.5c – Verringerung der Magnetfeldwirkung durch geschirmte Leitungen

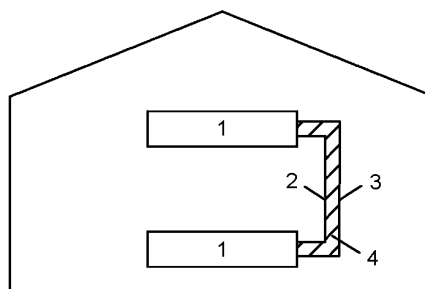


Bild A.5d – Verringerung der Fläche der Induktionsschleife durch geeignete Leitungsführung

Legende

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1 Betriebsmittel in Metallgehäuse | 4 Induktionsschleife |
| 2 Stromversorgungsleitung | 5 Äußerer räumlicher Schirm |
| 3 Datenleitung | 6 Metallener Leitungsschirm |

Bild A.5 – Verringerung der Induktionswirkung durch Leitungsführung und -schirmung

Die Leitungen und Kabel von elektronischen Systemen sind so nahe wie möglich entlang der metallenen Komponenten des Potentialausgleichsnetzwerks zu verlegen. Es ist vorteilhaft, die Leitungen und Kabel in metallene Schienen des Potentialausgleichsnetzwerks einzubetten, z. B. in U-förmige Kanäle oder in Rohre (siehe auch IEC 61000-5-2).

Nahe am Schirm einer LPZ (besonders LPZ 1) ist wegen der dort hohen magnetischen Feldstärken besondere Vorsicht bei der Installation von Leitungen nötig.

Wenn Leitungen, die zwischen getrennten baulichen Anlagen verlaufen, zu schützen sind, sollten sie in metallenen Kabelkanälen geführt werden. Diese Kabelkanäle sollten an beiden Enden an den Potentialausgleichsschienen der getrennten baulichen Anlagen angeschlossen werden. Wenn die (wie zuvor beidseitig an den Potentialausgleich angeschlossenen) Kabelschirme den zu erwartenden anteiligen Blitzstrom führen können, sind zusätzliche metallene Kabelkanäle nicht notwendig.

Spannungen und Ströme, die in Leiterschleifen von Installationen induziert werden, erzeugen leitungsgeführte Stoßwellen (Gleichtakt) im elektronischen System. Zur Berechnung dieser magnetisch induzierten Spannungen und Ströme siehe A.4.

Bild A.6 zeigt als Beispiel ein großes Bürogebäude:

- Die Schirmung wird durch die Stahlbewehrung und durch die metallenen Fassaden für LPZ 1 und durch geschirmte Schränke für empfindliche elektronische Systeme in LPZ 2 erreicht. Damit ein eng vermaschtes Potentialausgleichsnetzwerk installiert werden kann, sind mehrere Anschlüsse an den Potentialausgleich in jedem Raum vorgesehen.
- LPZ 0 ist in den Bereich von LPZ 1 eingestülpt, um die 20-kV-Energieeinspeisung aufzunehmen, weil die Installation von Überspannungsschutzgeräten an der Hochspannungsseite unmittelbar beim Gebäudeeintritt in diesem besonderen Fall nicht möglich ist.