

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

	Seite
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 µs) durch einen Einzelimpuls 8/20 µs (gedämpfte Schwingung 25 kHz)	39
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)	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