



ÖVE/ÖNORM EN 62305-3

Ausgabe: 2008-01-01

Blitzschutz Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (IEC 62305-3:2006)

Protection against lightning –
Part 3: Physical damage to structures and life hazard
(IEC 62305-3:2006)

Protection contre la foudre –
Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains
(CEI 62305-3:2006)

Medieninhaber und Hersteller:

OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
ON Österreichisches Normungsinstitut

ICS 29.020; 91.120.40

Copyright © OVE/ON – 2008. Alle Rechte vorbehalten!

Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger nur mit Zustimmung des OVE/ON gestattet!

Ident (IDT) mit IEC 62305-3:2006 (Übersetzung)
Ident (IDT) mit EN 62305-3:2006

Ersatz für siehe nationales Vorwort

Verkauf von in- und ausländischen Normen und technischen Regelwerken durch:

ON Österreichisches Normungsinstitut
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: sales@on-norm.at
Internet: <http://www.on-norm.at>
Fax: +43 1 213 00-818
Tel.: +43 1 213 00-805

zuständig OVE/ON-Komitee
TK/ON-K BL
Blitzschutz

Alle Regelwerke für die Elektrotechnik auch erhältlich bei
OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Eschenbachgasse 9, 1010 Wien
E-Mail: verkauf@ove.at
Internet: <http://www.ove.at>
Telefax: +43 1 586 74 08
Telefon: +43 1 587 63 73
www.ris.bka.gv.at

ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2008**Nationales Vorwort**

Diese Europäische Norm EN 62305-3:2006 hat sowohl den Status von ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK gemäß ETG 1992 als auch den einer ÖNORM gemäß NG 1971. Bei ihrer Anwendung ist dieses Nationale Vorwort zu berücksichtigen.

Für den Fall einer undatierten normativen Verweisung (Verweisung auf einen Standard ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste Ausgabe dieses Standards.

Für den Fall einer datierten normativen Verweisung bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Standards.

Der Rechtsstatus dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM ist den jeweils geltenden Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz zu entnehmen.

Bei mittels Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz verbindlich erklärten ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORMEN ist zu beachten:

- Hinweise auf Veröffentlichungen beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf den Stand zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM. Zum Zeitpunkt der Anwendung dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM ist der durch die Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz oder gegebenenfalls auf andere Weise festgelegte aktuelle Stand zu berücksichtigen.
- Informative Anhänge und Fußnoten sowie normative Verweise und Hinweise auf Fundstellen in anderen, nicht verbindlichen Texten werden von der Verbindlicherklärung nicht erfasst.

Europäische Normen (EN) werden gemäß den „Gemeinsamen Regeln“ von CEN/CENELEC durch Veröffentlichung eines identen Titels und Textes in das Gesamtwerk der ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORMEN übernommen, wobei der Nummerierung der Zusatz ÖVE/ÖNORM bzw. ÖNORM vorangestellt wird.

Erläuterungen zum Ersatzvermerk

Gemäß Vorwort zur EN wird das späteste Datum, zu dem nationale Normen, die der vorliegenden Norm entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen, mit dow (date of withdrawal) festgelegt. Bis zum Zurückziehungsdatum (dow) 2009-02-01 ist somit die Anwendung folgender Norm(en) noch erlaubt:

ÖVE/ÖNORM E 8049-1:2001-07-01

Da die zu ersetzende Norm ÖVE/ÖNORM E 8049-1:2001 jedoch mit der ETV 2002/A1 verbindlich erklärt ist, kann die Zurückziehung dieser Bestimmungen erst mit Erscheinen einer neuen ETV erfolgen.

Allgemeines

Die ÖVE/ÖNORM EN 62305 Reihe besteht derzeit aus folgenden vier Teilen:

Teil 1: Allgemeine Grundsätze

Teil 2: Risiko-Management

Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen

Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen

Teil 5 dieser ÖVE/ÖNORM betreffend den Blitzschutz von Versorgungsleitungen ist bei IEC/TC 81 noch in Beratung.

Die Normenreihe ÖVE/ÖNORM EN 62305 stellt ein Gesamtkonzept zum Blitzschutz dar und es werden folgende Gesichtspunkte umfassend berücksichtigt:

- die Gefährdung durch den Strom und das Magnetfeld bei direkten und indirekten Blitzeinschlägen,
- die Schadensverursachung durch Schritt- und Berührungsspannungen, gefährliche Funkenbildung, Feuer, Explosion, mechanische und chemische Wirkungen und Überspannungen,
- die Art der zu schützenden Objekte, wie Gebäude, Personen, elektrische und elektronische Anlagen, Versorgungsleitungen und
- die möglichen Schutzmaßnahmen zur Schadensvermeidung bzw. Schadensminimierung, wie Erdung, Potentialausgleich, räumliche Schirmung, Leitungsführung und -schirmung.

Erläuterungen zu den einzelnen Teilen dieser Norm

Den eigentlichen Schutznormen (Teil 3 und Teil 4) sind zwei allgemein gültige Normen (Teil 1 und Teil 2) vorangestellt.

Teil 1 gibt Informationen über die Gefährdung durch den Blitz, die Schadensarten, die Notwendigkeit von Blitzschutz und die möglichen Schutzmaßnahmen. Außerdem wird ein Überblick über die gesamte Normenreihe zum Blitzschutz gegeben, der die Vorgehensweise und die Schutzprinzipien erläutert, die den folgenden Teilen zugrunde liegen.

In den Anhängen zu Teil 1 findet man für den Blitzstrom die Parameter und Gefährdungspegel, die Zeitfunktion und ihre Nachbildung für Prüfzwecke ebenso wie die Prüfparameter für Blitzschutz-Komponenten und die Ermittlung der vom Blitz erzeugten Stoßwellen an verschiedenen Einbauorten.

Teil 2 verwendet eine Risikoanalyse, um zuerst die Notwendigkeit des Blitzschutzes zu ermitteln und dann die technisch und wirtschaftlich optimalen Schutzmaßnahmen auszuwählen, die in den eigentlichen Schutznormen (Teil 3 und Teil 4) ausführlich beschrieben sind. Abschließend wird das verbleibende Risiko bestimmt.

In den Anhängen zu Teil 2 findet man die Abschätzung der Häufigkeit der gefährlichen Ereignisse N_x für Blitzeinschläge und für den Sonderfall von Schaltüberspannungen. Für bauliche Anlagen werden die Schadenswahrscheinlichkeiten P_x und die Verluste L_x bestimmt, für Versorgungsleitungen entsprechend die Schadenswahrscheinlichkeiten P'_x und die Verluste L'_x . Auch wird die Kosten-Nutzen-Rechnung für den Blitzschutz von Anlagen, bei denen mit rein wirtschaftlichen Verlusten zu rechnen ist, dargestellt. Fallstudien werden für bauliche Anlagen und für Versorgungsleitungen durchgeführt. Vorgaben und Anwendung der vereinfachten internationalen Software für die Risikoabschätzung (SIRAC) werden in einem eigenen Anhang erläutert.

Im Zuge der Risikoanalyse ist die Risikokomponente „Verlust von Personen“ vorrangig gegenüber den anderen Risikokomponenten zu erfüllen. Blitzschutzmaßnahmen, welche in anderen nationalen

ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2008

Rechtsvorschriften vorgeschrieben sind (zB Gesetze, Verordnungen, Bescheide, Normen), müssen auf jeden Fall umgesetzt werden, auch wenn auf Basis der Risikoanalyse kein Blitzschutz notwendig wäre.

Die in Tabelle 7 von ÖVE/ÖNORM EN 62305-2:2008 angegebenen repräsentativen Werte für das akzeptierbare Risiko R_T gelten als Mindestanforderungen, solange von verantwortlicher Stelle mit dem entsprechenden Kompetenzbereich (zB Bescheide oder Verordnungen) keine anderen Werte vorgegeben werden.

Teil 3 behandelt den Schutz von baulichen Anlagen gegen materielle Schäden und Lebensgefahr infolge von direkten Blitzeinschlägen durch ein Blitzschutzsystem (LPS). Dieses besteht aus dem äußeren Blitzschutz (Fangeinrichtung, Ableitungen, Erdungsanlage) und aus dem inneren Blitzschutz (Blitzschutzpotentialausgleich, Trennungsabstand). Die Kennwerte des LPS werden durch seine Blitzschutzklasse festgelegt, die auf dem entsprechenden Gefährdungspegel (LPL) basiert.

Die Anhänge zu Teil 3 behandeln die Anordnung von Fangeinrichtungen, die erforderlichen Mindestquerschnitte von Kabelschirmen zur Vermeidung von gefährlicher Funkenbildung und die Aufteilung des Blitzstroms auf die Ableitungen. Es gibt ergänzende Informationen für den Blitzschutz von explosionsgefährdeten Anlagen und Hinweise zur Auslegung, Konstruktion, Wartung und Prüfung von Blitzschutzsystemen.

Teil 4 behandelt den Schutz von baulichen Anlagen mit elektrischen und elektronischen Systemen gegen die Wirkungen des elektromagnetischen Blitzimpulses (LEMP) durch ein LEMP-Schutzsystem (LPMS). Es besteht aus einer individuellen Kombination aus folgenden Schutzmaßnahmen: Erdung und Potentialausgleich, räumliche Schirmung, Leitungsführung und -schirmung, koordinierter Überspannungsschutz. Die Kennwerte der Schutzmaßnahmen müssen dem gewählten Gefährdungspegel (LPL) entsprechen. Die Basis für den Aufbau des LPMS ist das Blitzschutz-zonen-Konzept.

Die Anhänge zu Teil 4 bieten die Grundlagen zur Bestimmung der elektromagnetischen Umgebung in einer Blitzschutzzone. Man findet dort ergänzende Hinweise für den LEMP-Schutz in bestehenden baulichen Anlagen und die Koordination von Überspannungsschutzgeräten sowie die Regeln zur Installation eines koordinierten Überspannungsschutzes.

Erläuterungen zum Ersatzvermerk

Im Jahr 2001 wurde ÖVE/ÖNORM E 8049-1 in Anlehnung an den damaligen Stand der internationalen Normung (ENV 61024-1:1995) zum Thema Blitzschutz bei IEC bzw. CENELEC veröffentlicht. Erstmals wurde in Österreich die Ausführung von Blitzschutzsystemen unterschiedlicher Blitzschutzklassen ermöglicht, wobei die Bestimmung der erforderlichen Blitzschutzklasse durch eine Risikoanalyse erfolgt.

Die inzwischen bei der Anwendung der Vornorm ENV 61024-1:1995 auf europäischer Ebene gewonnenen Erfahrungen haben zu der vorliegenden Neustrukturierung in fünf getrennte Teile geführt.

Die völlig neue Gliederung lässt eine direkte Gegenüberstellung mit ÖVE/ÖNORM E 8049-1:2001 nicht zu.

Die wesentlichen Änderungen sind nachfolgend angeführt, wobei diese Zusammenstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

- Der Anwendungsbereich ist nicht mehr auf bauliche Anlagen mit Höhen kleiner als 60 m begrenzt.
- Änderung der Mindestdicke von Metallblechen, wenn diese als natürliche Fangeinrichtungen verwendet werden (ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2008, Tabelle 3).
- Kleinere typische Abstände zwischen Ableitungen und Ringleitern (ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2008, Tabelle 4).
- Die Risikoanalyse nach ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 basiert auf einem völlig anderen Konzept als die in Anhang F, Anhang G und Anhang H gemäß ÖVE/ÖNORM E 8049-1:2001 angegebene Ermittlung der Blitzschutzklasse.

- Reduzierung der Werte des Koeffizienten k_i (ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2008, Tabelle 10) zur Berechnung des erforderlichen Trennungsabstandes um 20 %.
- Erstmalige Behandlung der Anforderungen an den Schutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen in ÖVE/ÖNORM EN 62305-4.
- Umfangreiche Ausführungsbeispiele in den informativen Anhängen zu den jeweiligen Normteilen.

Anmerkungen zu ÖVE/ÖNORM EN 62305-3

Die Europäische Norm EN 62305-3 wurde mit gemeinsamen Abänderungen zur Internationalen Norm IEC 62305-3 ratifiziert. In dieser ÖVE/ÖNORM sind die gemeinsamen Abänderungen, die einen Bezug zur Europäischen Normenreihe ÖVE/ÖNORM EN 50164 herstellen, durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Der Originaltext der EN 62305-3 enthält einige Fehler, die vor der Veröffentlichung der internationalen Norm nicht mehr korrigiert werden konnten. Um die Lesbarkeit dieser Norm für den Anwender zu verbessern, hat das nationale Technische Komitee Blitzschutz beschlossen, betroffene Stellen durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand zu kennzeichnen.

Bild E.40b ist ident mit Bild E.40a. Das korrigierte Bild ist nachfolgend angeführt und ersetzt an der gekennzeichneten Stelle das Bild im Anhang E.

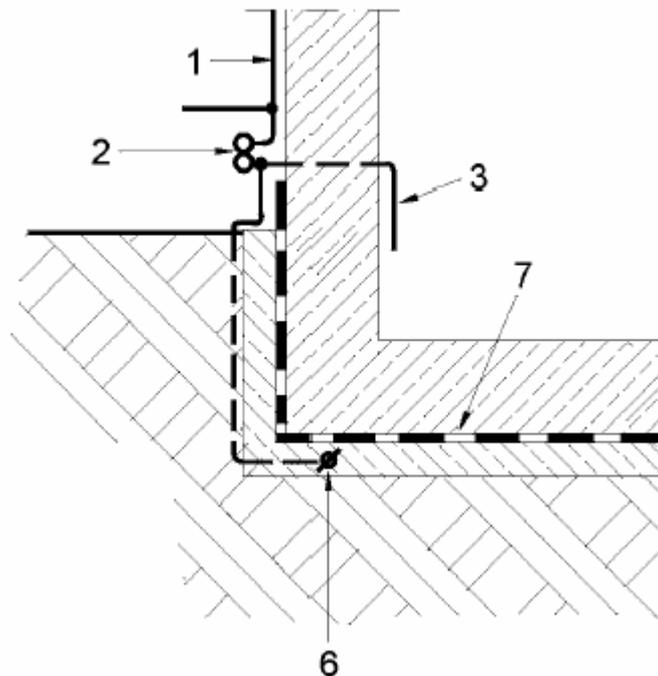


Bild E.40b – Isoliertes Fundament mit Erdungsleitung, die teilweise durch den Erdboden verläuft

Zeitabstände zwischen Prüfungen für Blitzschutzsysteme sind in verschiedenen nationalen Rechtsvorschriften (zB Elektroschutzverordnung, Flüssiggas-Verordnung) festgelegt. Die gemäß Tabelle E.2 von ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2008 angegebenen Zeitabstände zwischen den Prüfungen des LPS haben nur informativen Charakter.

Erläuterung zur Blitzschutz-Fachkraft

Der Begriff der Blitzschutz-Fachkraft wird im Text der internationalen Norm EN 62305-4 verwendet, ist aber als Begriff nicht definiert. In Österreich gilt als Blitzschutz-Fachkraft, wer folgende Voraussetzungen erfüllt:

- facheinschlägige elektrotechnische Ausbildung und/oder facheinschlägige Kompetenz und Erfahrungen,
- Kenntnisse über die einschlägigen Blitzschutznormen für das Planen, Errichten und Prüfen von Blitzschutzsystemen zum Schutz von baulichen Anlagen und Personen.

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 62305-3

Februar 2006

ICS 29.020; 91.120.40

Deutsche Fassung

Blitzschutz –
Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
(IEC 62305-3:2006, modifiziert)

Protection against lightning –
Part 3: Physical damage to structures and life
hazard
(IEC 62305-3:2006, modified)

Protection contre la foudre –
Partie 3: Dommages physiques sur les
structures et risques humains
(CEI 62305-3:2006, modifiée)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-02-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2006 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62305-3:2006 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 81/264/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 62305-3, ausgearbeitet von dem IEC/TC 81 „Lightning protection“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-02-01 als EN 62305-3 angenommen.

Ein Entwurf einer Änderung mit gemeinsamen Abänderungen zum Schriftstück 81/264/FDIS, ausgearbeitet vom Technischen Komitee CENELEC/TC 81X „Lightning protection“, wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-02-01 zur Einarbeitung in die EN angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2006-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-02-01

Diese Europäische Norm verweist auf Internationale Normen. Wenn eine in Bezug genommene Internationale Norm als Europäische Norm anerkannt (übernommen) wurde oder wenn eine rein Europäische Norm existiert, so muss stattdessen die Europäische Norm angewandt werden. Die Webseite des CENELEC nennt entsprechende Informationen.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62305-3:2006 wurde von CENELEC als Europäische Norm mit vereinbarten, gemeinsamen Abänderungen angenommen, die nachstehend angegeben sind.

GEMEINSAME ABÄNDERUNGEN

3 Begriffe

Ändere die folgenden Begriffe:

3.16

Verbindungsbauteil

Teil eines äußeren Blitzschutzsystems, das zur Verbindung von Leitungen miteinander oder mit der metallenen Installation verwendet wird, wie in der Normenreihe EN 50164 festgelegt

3.17

Befestigungsbauteil

Teil eines äußeren Blitzschutzsystems, das zur Befestigung der Elemente des Blitzschutzsystems an der zu schützenden baulichen Anlage verwendet wird, wie in der Normenreihe EN 50164 festgelegt

Anhang E

E.4.3.3 Schweiß- oder Klemmverbindungen mit den Bewehrungsstäben

Ändere die Anmerkung wie folgt:

ANMERKUNG Es sind besonders ausgelegte Klemmen zu verwenden, die der Normenreihe EN 50164 entsprechen und danach geprüft sind.

E.4.3.7 Ableitungen

Ändere den Absatz 12 wie folgt:

Wenn Stahlbauteile als Ableitung verwendet werden, muss nach Bild E.7 jede Stahlsäule mit den Stahlbewehrungsstäben des Fundamentbetons durch geschützte Verbindungspunkte entsprechend der Normenreihe EN 50164 verbunden werden.

E.5.2.4.1 Allgemeine Informationen

Ändere den ersten Absatz wie folgt:

Die höchste zulässige Temperatur für eine Leitung wird nicht überschritten, wenn der Querschnitt mit Tabelle 6 und der Normenreihe EN 50164 übereinstimmt.

E.5.2.4.2 Nicht getrennte Fangeinrichtung

Ergänze am Ende des zweiten Absatzes die folgende Anmerkung:

ANMERKUNG Z1 Zu weiteren Einzelheiten siehe Normenreihe EN 50164.

E.5.5 Bauteile

Ändere den Text des Abschnitts wie folgt:

Bauteile des Blitzschutzsystems müssen den elektromagnetischen Wirkungen des Blitzstroms und vorhersehbarer zufälliger Belastungen ohne Beschädigung standhalten. Das kann durch die Auswahl von Bauteilen erreicht werden, die in Übereinstimmung mit der Normenreihe EN 50164 erfolgreich geprüft wurden.

Alle Bauteile müssen der Normenreihe EN 50164 entsprechen.

E.5.6.1 Mechanischer Entwurf

Ändere den sechsten Absatz wie folgt:

LPS-Planer und LPS-Errichter sollten Befestigungsteile und Halter festlegen, die den elektrodynamischen Kräften des Blitzstroms in den Leitungen standhalten und außerdem das Ausdehnen und Zusammenziehen der Leitungen durch den entsprechenden Temperaturanstieg nach Normenreihe EN 50164 zulassen.

E.5.6.2.1 Werkstoffe

Ändere den ersten Absatz wie folgt:

LPS-Werkstoffe und Einsatzbedingungen sind in Tabelle 5 und in der Normenreihe EN 50164 aufgeführt.

E.5.6.2.2.1 Metalle im Erdreich und in Luft

Ändere die Anmerkung wie folgt:

ANMERKUNG Funkenstrecken mit einem Schutzpegel U_p von 2,5 kV und einem kleinsten I_{imp} von 50 kA (10/350), nach EN 50164-3, sind geeignet.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung.....	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen.....	10
3 Begriffe.....	11
4 Blitzschutzsystem (LPS)	14
4.1 Schutzklasse des Blitzschutzsystems	14
4.2 Entwurf des Blitzschutzsystems	14
4.3 Elektrische Leitfähigkeit der Stahlbewehrung in baulichen Anlagen aus Stahlbeton.....	15
5 Äußeres Blitzschutzsystem.....	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Fangeinrichtungen	16
5.3 Ableitungseinrichtungen	19
5.4 Erdungsanlage.....	21
5.5 Bauteile	24
5.6 Werkstoffe und Maße.....	25
6 Inneres Blitzschutzsystem	28
6.1 Allgemeines	28
6.2 Blitzschutz-Potentialausgleich	28
6.3 Elektrische Isolierung von äußeren Blitzschutzsystemen.....	31
7 Wartung und Prüfung von Blitzschutzsystemen	32
7.1 Umfang der Prüfungen	32
7.2 Reihenfolge der Prüfungen.....	32
7.3 Wartung	32
8 Schutzmaßnahmen gegen Verletzungen von Personen durch Berührungs- und Schrittspannungen.....	33
8.1 Schutzmaßnahmen gegen Berührungsspannungen.....	33
8.2 Schutzmaßnahmen gegen Schrittspannungen	33
Anhang A (normativ) Anordnung von Fangeinrichtungen.....	34
A.1 Anordnung der Fangeinrichtungen unter Verwendung des Schutzwinkelverfahrens	34
A.2 Anordnung der Fangeinrichtungen unter Verwendung des Blitzkugelverfahrens	37
A.3 Anordnung der Fangeinrichtungen unter Verwendung des Maschenverfahrens.....	38
Anhang B (normativ) Mindestquerschnitt der eingeführten Kabelschirme zur Vermeidung einer gefährlichen Funkenbildung.....	40
Anhang C (informativ) Aufteilung des Blitzstromes auf die Ableitungen.....	41
Anhang D (informativ) Weitere Informationen für Blitzschutzsysteme für explosionsgefährdete bauliche Anlagen	45
D.1 Allgemeines	45

	Seite
D.2	Zusätzliche Begriffe 45
D.3	Grundlegende Anforderungen 46
D.4	Bauliche Anlagen, die feste Explosivstoffe enthalten 47
D.5	Bauliche Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen 47
D.6	Prüfung und Wartung 50
Anhang E (informativ)	Leitfaden für Entwurf, Ausführung, Wartung und Prüfung von Blitzschutzsystemen 51
E.1	Allgemeines 51
E.2	Aufbau dieses Anhangs 51
E.3	Frei 51
E.4	Entwurf von Blitzschutzsystemen (LPS) 51
E.5	Äußeres Blitzschutzsystem 75
E.6	Inneres Blitzschutzsystem 129
E.7	Wartung und Prüfung von Blitzschutzsystemen 140
Literaturhinweise 145
Bild 1	– Schleife in einer Ableitung 20
Bild 2	– Mindestlänge l_1 jedes Erders entsprechend der Schutzklasse des LPS 22
Bild A.1	– Durch eine senkrechte Fangstange geschütztes Volumen 34
Bild A.2	– Durch eine senkrechte Fangleitung geschütztes Volumen 35
Bild A.3	– Durch eine Fangleitung geschütztes Volumen 35
Bild A.4	– Durch eine maschenförmige Anordnung von getrennten Fangleitungen geschütztes Volumen nach dem Schutzwinkel- und Blitzkugelverfahren 36
Bild A.5	– Durch eine maschenförmige Anordnung von nicht getrennten Fangleitungen geschütztes Volumen nach dem Maschen- und Schutzwinkelverfahren 37
Bild A.6	– Entwurf einer LPS-Fangeinrichtung nach dem Blitzkugelverfahren 38
Bild C.1	– Wert des Koeffizienten k_c im Falle einer Fangleitung und Erdungsanlage Typ B 42
Bild C.2	– Werte des Koeffizienten k_c im Falle eines vermaschten Fangleitungsnetzes und einer Erdungsanlage Typ B 43
Bild C.3	– Beispiel für die Berechnung des Trennungsabstands bei einem vermaschten Fangleitungsnetz, durch Ringleiter verbundene Ableitungen in jeder Ebene und einer Erdungsanlage Typ B 44
Bild E.1	– Flussdiagramm des Entwurfs eines Blitzschutzsystems 52
Bild E.2	– Wert des Koeffizienten k_c im Falle eines geeigneten Daches mit einer Fangeinrichtung auf dem First und einem Erdungssystem vom Typ B 59
Bild E.3	– LPS – Entwurf für einen ausladenden Teil einer baulichen Anlage 60
Bild E.4	– Potentialausgleich in einer baulichen Anlage mit einer Stahlbewehrung 62
Bild E.5	– Schweißverbindungen von Bewehrungsstäben in Stahlbeton, sofern zulässig 63
Bild E.6	– Beispiele für Klemmschrauben als Verbindung zwischen Bewehrungsstäben und Leitern 64
Bild E.7	– Beispiele für Verbindungsstellen mit der Bewehrung in einer Stahlbetonwand 65
Bild E.8	– Verwendung von metallenen Fassadenbekleidungen als natürliches Ableitungssystem und Verbindung der Fassadenunterkonstruktion 69

	Seite
Bild E.9 – Verbindung eines durchgängigen Fensterbandes mit einer metallenen Fassadenbekleidung.....	70
Bild E.10 – Innere Ableitungen in einer Industrieanlage.....	72
Bild E.11 – Montage von Potentialausgleichsleitern in Stahlbetonstrukturen und flexible Verbindung zwischen zwei Stahlbetonteilen.....	74
Bild E.12 – Schutzwinkelverfahren zur Planung der Fangeinrichtung für verschiedene Höhen nach Tabelle 2.....	77
Bild E.13 – Getrenntes äußeres LPS mit zwei einzelnen Fangmasten, die nach dem Schutzwinkelverfahren angeordnet wurden.....	78
Bild E.14 – Getrenntes äußeres LPS mit zwei einzelnen Fangmasten, die durch eine waagerechte Fangleitung miteinander verbunden sind.....	79
Bild E.15 – Beispiel für den Entwurf einer Fangeinrichtung eines nicht getrennten LPS durch Fangstangen.....	80
Bild E.16 – Beispiel für den Entwurf einer Fangeinrichtung eines nicht getrennten LPS durch eine waagerechte Leitung über dem Dachfirst – Projektion auf eine senkrechte Ebene, in der die Leitung liegt.....	81
Bild E.17 – Schutzraum einer Fangstange oder eines Mastes auf einer geneigten Fläche.....	82
Bild E.18 – Entwurf einer LPS-Fangeinrichtung nach dem Blitzkugelverfahren, Schutzwinkelverfahren, Maschenverfahren und der allgemeinen Anordnung von Fangeinrichtungen.....	84
Bild E.19 – Entwurf eines LPS-Fangleitungsnetzes auf einer baulichen Anlage mit komplizierter Form.....	85
Bild E.20 – Raum, der von zwei parallelen waagerechten Fangleitungen oder zwei Fangstangen geschützt wird ($r > h_t$).....	86
Bild E.21 – Stellen, an denen der Blitz in ein Gebäude einschlägt.....	88
Bild E.22 – Beispiel eines Entwurfs eines nicht getrennten LPS entsprechend dem Maschenverfahren.....	91
Bild E.23 – Einige Beispiele zu Einzelheiten eines LPS an einer baulichen Anlage mit geneigten Ziegeldächern.....	93
Bild E.24 – Aufbau eines LPS mit Nutzung der natürlichen Bestandteile auf dem Dach einer baulichen Anlage.....	95
Bild E.25 – Anordnung des äußeren LPS an einer baulichen Anlage aus isolierendem Werkstoff wie Holz oder Ziegel mit einer Höhe bis zu 60 m mit Flachdach und Dachaufbauten.....	96
Bild E.26 – Aufbau eines Fangnetzwerkes auf einem Dach mit leitender Dachdeckung, wenn ein Durchschmelzen der Dachdeckung nicht zulässig ist.....	97
Bild E.27 – Aufbau des äußeren LPS an einer baulichen Anlage aus Stahlbeton mit Verwendung der Bewehrung der Außenwände als natürliche Ableitungen.....	98
Bild E.28 – Beispiele für einen Fangpilz für die Verwendung auf Parkhausdächern.....	99
Bild E.29 – Fangstange zum Schutz eines metallenen Dachaufbaus mit elektrischen Einrichtungen, die nicht mit der Fangeinrichtung verbunden sind.....	99
Bild E.30 – Mögliche Ausführung einer Verbindung einer metallenen Bekleidung auf einem Dach mit Überbrückung der Dehnungsfuge der Plattensegmente.....	100
Bild E.31 – Metallener Dachaufbau, der gegen Direkteinschlag geschützt und mit der Fangeinrichtung verbunden ist.....	103
Bild E.32 – Beispiel für die Ausführung eines Blitzschutzsystems eines Gebäudes mit Fernsehantenne, deren Mast als Fangstange benutzt wird.....	105

	Seite
Bild E.33 – Ausführung des Blitzschutzes metallener Einrichtungen auf einem Dach gegen direkten Einschlag	106
Bild E.34 – Verbindung einer natürlichen Fangstange mit einer Fangleitung	108
Bild E.35 – Ausführung der Überbrückung zwischen den Segmenten von metallenen Fassadenelementen	109
Bild E.36 – Aufbau des äußeren LPS an einer baulichen Anlage aus Isolierstoff mit unterschiedlichen Dachhöhen	111
Bild E.37 – Beispiele für die räumliche Anordnung von LPS-Leitungen.....	112
Bild E.38 – Ausführung eines LPS mit nur zwei Ableitungen und mit Fundamenterder	113
Bild E.39 – Beispiele für die Verbindung der Erdungsanlage mit dem LPS einer baulichen Anlage unter Anwendung natürlicher Ableitungen (Träger) und Ansicht einer Messstelle	117
Bild E.40 – Ausführung von Fundamentringerdern für bauliche Anlagen mit verschiedenen Fundamenten	121
Bild E.41 – Beispiel für zwei senkrechte Erderanordnungen Typ A	122
Bild E.42 – Vermaschte Erdungsanlage einer Betriebsanlage.....	125
Bild E.43 – Beispiele des Trennungsabstandes zwischen LPS und metallenen Installationen	131
Bild E.44 – Hinweise zur Berechnung des Trennungsabstands s für den ungünstigsten Einschlagspunkt im Abstand l vom Potentialausgleichspunkt nach 6.3	132
Bild E.45 – Beispiele für die Anordnung eines Potentialausgleichs	135
Bild E.46 – Beispiel für die Anordnung des Potentialausgleichs in einer baulichen Anlage mit mehreren Einführungsstellen von äußeren leitenden Teilen und mit einem Ringleiter als Verbindung der Potentialausgleichsschienen	136
Bild E.47 – Beispiel des Potentialausgleichs bei mehreren Einführungsstellen von äußeren leitenden Teile und einer elektrischen Versorgungs- und Kommunikationsleitung mit einem inneren Ringleiter als Verbindung der Potentialausgleichsschienen	137
Bild E.48 – Beispiel für die Anordnung des Potentialausgleichs in einer baulichen Anlage mit mehreren Einführungsstellen von äußeren leitenden Teilen, die über dem Erdboden in die bauliche Anlage eingeführt werden	138
Tabelle 1 – Beziehung zwischen Gefährdungspegel (LPL) und Schutzklasse eines LPS (siehe IEC 62305-1)	14
Tabelle 2 – Höchstwerte des Blitzkugelradius, der Maschenweite und des Schutzwinkels nach der entsprechenden Blitzschutzklasse des LPS.....	16
Tabelle 3 – Mindestdicke von Metallblechen oder Metallrohren in Fangeinrichtungen.....	18
Tabelle 4 – Typische Abstände zwischen Ableitungen und Ringleitern in Abhängigkeit von der Schutzklasse des LPS.....	20
Tabelle 5 – LPS-Werkstoffe und Einsatzbedingungen.....	24
Tabelle 6 – Werkstoff, Form und Mindestquerschnitt von Fangleitungen, Fangstangen und Ableitungen.....	25
Tabelle 7 – Werkstoff, Form und Mindestmaße von Erdern.....	27
Tabelle 8 – Mindestmaße von Leitern, die verschiedene Potentialausgleichsschienen miteinander oder mit der Erdungsanlage verbinden	29
Tabelle 9 – Mindestmaße von Leitern, die innere metallene Installationen mit der Potentialausgleichsschiene verbinden	29
Tabelle 10 – Isolation des äußeren LPS – Werte des Koeffizienten k_i	31
Tabelle 11 – Isolation des äußeren LPS – Werte des Koeffizienten k_c	31

	Seite
Tabelle 12 – Isolation des äußeren LPS – Werte des Koeffizienten k_m	32
Tabelle B.1 – Zu berücksichtigende Kabellänge in Abhängigkeit vom Zustand des Schirmes	40
Tabelle C.1 – Werte des Koeffizienten k_c	41
Tabelle E.1 – Empfohlene Befestigungsabstände	92
Tabelle E.2 – Größter Abstand zwischen Prüfungen des LPS	140

Einleitung

Der vorliegende Teil der IEC 62305 behandelt den Schutz von baulichen Anlagen gegen materielle Schäden und den Schutz von Personen gegen Verletzungen durch Berührungs- und Schrittspannungen.

Das wesentlichste und effektivste Mittel zum Schutz von baulichen Anlagen gegen materielle Schäden ist das Blitzschutzsystem (LPS). Es besteht gewöhnlich aus einem äußeren sowie einem inneren Blitzschutzsystem.

Das äußere Blitzschutzsystem:

- a) fängt einen direkten Blitzeinschlag auf die bauliche Anlage ab (mit einer Fangeinrichtung);
- b) führt den Blitzstrom sicher in Richtung Erde (mit einer Ableitungseinrichtung);
- c) leitet den Blitzstrom in die Erde (mit einer Erdungsanlage).

Das innere Blitzschutzsystem verhindert eine gefährliche Funkenbildung innerhalb der baulichen Anlage entweder durch Potentialausgleich oder einen Trennungsabstand (und damit eine elektrische Trennung) zwischen den Bauteilen des äußeren Blitzschutzsystems (nach 3.2) und anderen elektrisch leitenden Elementen innerhalb der baulichen Anlage.

Die Hauptschutzmaßnahmen gegen Verletzungen von Personen durch Berührungs- und Schrittspannungen bestehen darin:

- 1) den gefährlichen Stromfluss durch den Körper durch Isolierung freiliegender leitender Teile und/oder durch Erhöhung des spezifischen Bodenwiderstandes der oberen Bodenschicht zu verringern;
- 2) das Auftreten gefährlicher Berührungs- und Schrittspannungen durch Absperrungen zu verringern und/oder Warnhinweise zu geben.

Bereits in der Entwurfsphase einer neuen baulichen Anlage sollten Art und Anordnung eines Blitzschutzsystems sorgfältig berücksichtigt werden und dabei der größte Nutzen aus elektrisch leitenden Teilen der baulichen Anlage gezogen werden. Das erleichtert die Konstruktion und die Ausführung einer integrierten Installation, der ästhetische Gesamteindruck wird verbessert und die Wirksamkeit des Blitzschutzsystems kann mit geringen Kosten und geringem Aufwand erhöht werden.

Wenn die Bauausführung auf dem Baugelände begonnen hat, kann der Zugang zum Erdboden und eine geeignete Nutzung der Stahlbewehrung des Fundamentes zur Schaffung einer wirksamen Erdung bereits nicht mehr möglich sein. Deshalb sollten der spezifische Bodenwiderstand und die Bodenbeschaffenheit auf einer möglichst frühen Projektierungsstufe berücksichtigt werden. Diese Informationen sind für die Konstruktion einer Erdungsanlage grundlegend und können die Projektierung des Fundamentes der baulichen Anlage beeinflussen.

Damit das beste Ergebnis mit minimalen Kosten erreicht wird, sind regelmäßige Konsultationen zwischen den Planern und Errichtern des Blitzschutzsystems, den Architekten und Bauunternehmern wichtig.

Wenn eine bestehende bauliche Anlage mit einem Blitzschutzsystem auszurüsten ist, sollte möglichst sichergestellt werden, dass es den Grundsätzen dieser Norm entspricht. Bei der Auswahl der Art und bei der Anordnung des Blitzschutzsystems sollten die Gegebenheiten der bestehenden baulichen Anlage berücksichtigt werden.

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil der IEC 62305 enthält Anforderungen an den Schutz einer baulichen Anlage gegen physikalische Schäden mit einem Blitzschutzsystem und Anforderungen an den Schutz gegen Verletzungen von Personen durch Berührungs- und Schrittspannungen in der Nähe eines Blitzschutzsystems (siehe IEC 62305-1).

Diese Norm gilt für:

- a) die Planung, Errichtung, Prüfung und Wartung von Blitzschutzsystemen für bauliche Anlagen ohne Begrenzung bezüglich ihrer Höhe;
- b) das Ergreifen von Schutzmaßnahmen gegen Verletzungen von Personen durch Berührungs- und Schrittspannungen.

ANMERKUNG 1 Besondere Anforderungen an Blitzschutzsysteme in baulichen Anlagen, die aufgrund ihrer Explosionsgefahr für ihre Umgebung eine Gefahr darstellen, sind in Beratung. Für eine zwischenzeitliche Anwendung sind im Anhang D weitere Informationen enthalten.

ANMERKUNG 2 Dieser Teil der IEC 62305 umfasst keinen Schutz gegen Ausfälle elektrischer und elektronischer Systeme aufgrund von Überspannungen. Besondere Anforderungen für diese Fälle sind in IEC 62305-4 enthalten.

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 60079-10:2002, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 10: Classification of hazardous areas*

IEC 60079-14:2002, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 61241-10:2004, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 10: Classification of areas where combustible dusts are or may be present*

IEC 61241-14:2004, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 14: Selection and installation*

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

IEC 62305-2, *Protection against lightning – Part 2: Risk management*

IEC 62305-4, *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

IEC 62305-5²⁾, *Protection against lightning – Part 5: Services*

ISO 3864-1, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas*

²⁾ In Vorbereitung

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der IEC 62305 gelten folgende Begriffe sowie die in anderen Teilen der IEC 62305 angegebenen Begriffe.

3.1

Blitzschutzsystem [en: lightning protection system]

LPS

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

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

3.2

äußeres Blitzschutzsystem

Teil des Blitzschutzsystems, bestehend aus einer Fangeinrichtung, einer Ableitungseinrichtung und einer Erdungsanlage

3.3

von der zu schützenden baulichen Anlage getrenntes äußeres Blitzschutzsystem

LPS, dessen Fangeinrichtung und Ableitungen so verlegt sind, dass der Blitzstromweg mit der zu schützenden baulichen Anlage nicht in Berührung kommt

ANMERKUNG In einem getrennten LPS werden gefährliche Funken zwischen LPS und baulicher Anlage verhindert.

3.4

von der zu schützenden baulichen Anlage nicht getrenntes äußeres Blitzschutzsystem

LPS, dessen Fangeinrichtung und Ableitungen so verlegt sind, dass der Blitzstromweg mit der zu schützenden baulichen Anlage in Berührung kommen kann

3.5

inneres Blitzschutzsystem

Teil des Blitzschutzsystems, bestehend aus einem Blitzschutz-Potentialausgleich und/oder der elektrischen Isolation gegenüber dem äußeren Blitzschutz

3.6

Fangeinrichtung

Teil des äußeren Blitzschutzes aus metallenen Elementen, wie Stäbe, vermaschte Leiter oder gespannte Seile, der zum Auffangen der Blitze bestimmt ist

3.7

Ableitungseinrichtung

Teil des äußeren Blitzschutzes, der dazu bestimmt ist, den Blitzstrom von der Fangeinrichtung zur Erdungsanlage abzuleiten

3.8

Ringleiter

ringförmiger Leiter um die bauliche Anlage, der die Ableitungen miteinander verbindet und für eine Verteilung des Blitzstromes auf diesen sorgt

3.9

Erdungsanlage

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

3.10

Erder

Teil oder Teilegruppe der Erdungsanlage, der (die) den direkten elektrischen Kontakt zur Erde herstellt und den Blitzstrom in der Erde verteilt

3.11**Ringerder**

Erder, der unterhalb oder auf der Erdoberfläche einen geschlossenen Ring um die bauliche Anlage bildet

3.12**Fundamenterder**

Bewehrungsstahl des Fundamentes oder zusätzlicher Leiter, der im Betonfundament der baulichen Anlage eingebettet ist und als Erder verwendet wird

3.13**Stoßerdungswiderstand**

Verhältnis der Scheitelwerte der Erderspannung und des Erderstroms, die im Allgemeinen nicht gleichzeitig auftreten

3.14**Erderspannung**

Potentialunterschied zwischen der Erdungsanlage und der fernen Erde

3.15**natürlicher Bestandteil des Blitzschutzsystems**

leitender Bestandteil, der nicht eigens für den Blitzschutz eingebaut wurde, der aber zusätzlich zum LPS genutzt wird oder in manchen Fällen die Funktion eines oder mehrerer Teile eines LPS übernehmen kann

ANMERKUNG Beispiele für die Anwendung dieses Begriffes sind:

- natürliche Fangeinrichtung;
- natürliche Ableitung;
- natürlicher Erder.

3.16**Verbindungsbauteil**

Teil eines äußeren Blitzschutzsystems, das zur Verbindung von Leitungen miteinander oder mit der metallenen Installation verwendet wird, wie in der Normenreihe EN 50164 festgelegt

3.17**Befestigungsbauteil**

Teil eines äußeren Blitzschutzsystems, das zur Befestigung der Elemente des Blitzschutzsystems an der zu schützenden baulichen Anlage verwendet wird, wie in der Normenreihe EN 50164 festgelegt

3.18**metallene Installationen**

ausgedehnte metallene Bauteile in der zu schützenden baulichen Anlage, die einen Pfad für den Blitzstrom bilden können, wie z. B. Rohrleitungen, Treppen, Aufzugführungsschienen, Kanäle für Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage und durchverbundener Bewehrungsstahl

3.19**äußere leitende Teile**

ausgedehnte metallene Bauteile, die in die zu schützende bauliche Anlage eingeführt oder herausgeführt werden, wie Rohrleitungen, Kabelschirme, Metallkanäle usw., und die einen Teil des Blitzstroms führen können

3.20**elektrisches System**

System, das Niederspannungsbauteile und möglicherweise auch elektronische Bauteile enthält

3.21**elektronisches System**

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

3.22**inneres System**

elektrische und elektronische Systeme in einer baulichen Anlage

3.23**Blitzschutz-Potentialausgleich [en: lightning equipotential bonding]****EB**

Potentialausgleich von voneinander getrennten metallenen Teilen mit dem LPS durch direkten Anschluss oder Anschluss über Überspannungsschutzgeräte zur Verringerung der durch den Blitzstrom verursachten Potentialdifferenzen

3.24**Potentialausgleichsschiene**

Metallschiene, an der metallene Installationen, äußere leitende Teile, Energieversorgungs- und Telekommunikationsleitungen und andere Leitungen mit dem LPS verbunden werden können

3.25**Potentialausgleichsleiter**

Leiter, der voneinander getrennte leitende Teile mit dem LPS verbindet

3.26**durchverbundener Bewehrungsstahl**

Stahlbewehrung in einer baulichen Anlage aus Beton, die als durchgehend elektrisch leitend gilt

3.27**gefährliche Funkenbildung**

elektrische Entladung durch Blitzeinschlag, die innerhalb der zu schützenden baulichen Anlage physikalische Schäden verursacht

3.28**Trennungsabstand**

Abstand zwischen zwei leitenden Teilen, bei dem keine gefährliche Funkenbildung eintreten kann

3.29**Überspannungsschutzgerät [en: surge protective device]****SPD**

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

3.30**Messstelle**

Verbindungsstelle, die so geplant und angeordnet ist, dass die elektrische Prüfung und Messung von Komponenten des LPS möglich ist

3.31**Schutzklasse eines Blitzschutzsystems**

Zahl zur Klassifizierung eines LPS entsprechend dem Gefährdungspegel (LPL), für den es ausgelegt ist

3.32**Planer von Blitzschutzsystemen**

Blitzschutz-Fachkraft, die kompetent und erfahren im Entwurf eines LPS ist

3.33**Errichter von Blitzschutzsystemen**

Blitzschutz-Fachkraft, die kompetent und erfahren in der Errichtung eines LPS ist

3.34**bauliche Anlage mit Explosionsrisiko**

bauliche Anlagen, die feste Explosivstoffe oder Gefahrenzonen, die nach IEC 60079-10 und IEC 61241-10 bestimmt werden, enthalten

4 Blitzschutzsystem (LPS)

4.1 Schutzklasse des Blitzschutzsystems

Die Kennwerte eines LPS werden durch die Kennwerte der zu schützenden baulichen Anlage und unter Beachtung der Blitzschutzklasse festgelegt.

Nach den in IEC 62305-1 (siehe Tabelle 1) definierten Blitzschutzklassen werden in der vorliegenden Norm vier Schutzklassen eines LPS (I bis IV) festgelegt.

Tabelle 1 – Beziehung zwischen Gefährdungspegel (LPL) und Schutzklasse eines LPS (siehe IEC 62305-1)

LPL	Schutzklasse des LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Jede Schutzklasse eines LPS ist gekennzeichnet durch:

- a) Kenndaten, die abhängig von der Schutzklasse des LPS sind:
 - Blitzkennwerte (IEC 62305-1, Tabellen 3 und 4);
 - Blitzkugelradius, Maschenweite und Schutzwinkel (siehe 5.2.2);
 - typische Abstände zwischen Ableitungen und Ringleitern (siehe 5.3.3);
 - Trennungsabstand zur Vermeidung gefährlicher Funkenbildung (siehe 6.3);
 - Mindestlänge der Erder (siehe 5.4.2).
- b) Kenndaten, die unabhängig von der Schutzklasse des LPS sind:
 - Blitzschutz-Potentialausgleich (siehe 6.2);
 - Mindestdicke von Metallblechen oder Metallrohren in Fangeinrichtungen (siehe 5.2.5);
 - LPS-Werkstoffe und Einsatzbedingungen (siehe 5.5);
 - Werkstoff, Form und Mindestmaße von Fangeinrichtungen, Ableitungen und Erdern (siehe 5.6);
 - Mindestmaße von Verbindungsleitern (siehe 6.2.2).

Die Leistungsfähigkeit jeder Schutzklasse eines LPS wird in IEC 62305-2, Anhang B, angegeben.

Die notwendige Schutzklasse eines LPS muss durch eine Risikobewertung (siehe IEC 62305-2) ausgewählt werden.

4.2 Entwurf des Blitzschutzsystems

Ein technisch und wirtschaftlich optimierter Entwurf eines LPS ist nur möglich, wenn die Schritte während der Planung und Errichtung des LPS mit den Schritten der Planung und Errichtung der zu schützenden baulichen Anlage abgestimmt sind. Insbesondere sollte die mögliche Nutzung der Metallteile einer baulichen Anlage als Teil des LPS bei der Planung der baulichen Anlage vorgesehen werden.

Der Entwurf der Art und Anordnung des LPS an bestehenden baulichen Anlagen muss die Beschränkungen durch die bestehende Situation berücksichtigen.

Die Planungsunterlagen eines LPS müssen alle notwendigen Informationen enthalten, um eine ordnungsgemäße und vollständige Ausführung der Installation sicherzustellen. Genaue Informationen siehe Anhang E.

4.3 Elektrische Leitfähigkeit der Stahlbewehrung in baulichen Anlagen aus Stahlbeton

Eine Stahlbewehrung in einer baulichen Anlage aus Stahlbeton gilt unter der Voraussetzung als elektrisch leitend, dass ein großer Teil der Verbindungen von senkrechten und waagerechten Stäben verschweißt oder auf andere Weise sicher verbunden ist. Verbindungen senkrechter Stäbe sind mit einer Überlappung von mindestens dem 20fachen ihres Durchmessers zu verschweißen oder auf andere Weise sicher zu verbinden. Bei neuen baulichen Anlagen muss die Verbindung zwischen den Elementen der Bewehrung vom Planer oder Errichter in Zusammenarbeit mit dem Erbauer und dem Bauingenieur festgelegt werden.

Bei baulichen Anlagen aus Stahlbeton (wie Betonfertigteile, Spannbetonteile) muss der elektrische Durchgang der Bewehrungsstäbe mit einer Durchgangsprüfung zwischen dem oberen Teil und dem Erdboden durchgeführt werden. Der elektrische Gesamtwidestand sollte bei einer Messung mit einer für diesen Zweck geeigneten Prüfeinrichtung nicht größer als $0,2 \Omega$ sein. Wird dieser Wert nicht erreicht oder kann die Prüfung nicht durchgeführt werden, darf der Bewehrungsstahl nicht als natürliche Ableitung nach 5.3.5 benutzt werden. In diesem Fall wird die Errichtung einer äußeren Ableitung empfohlen. In baulichen Anlagen aus Betonfertigteilen muss der elektrische Durchgang des Bewehrungsstahls der einzelnen Betonfertigteile mit den benachbarten Betonfertigteilen sichergestellt werden.

ANMERKUNG 1 Weitere Informationen zur elektrischen Leitfähigkeit der Stahlbewehrung in baulichen Anlagen aus Stahlbeton siehe Anhang E.

ANMERKUNG 2 In einigen Ländern ist die Nutzung von Stahlbeton als Teil des LPS nicht zulässig.

5 Äußeres Blitzschutzsystem

5.1 Allgemeines

5.1.1 Anwendungsbereich eines äußeren Blitzschutzsystems

Das äußere LPS hat die Aufgabe, direkte Blitzeinschläge einschließlich der Einschläge in die Seite der baulichen Anlage einzufangen und den Blitzstrom vom Einschlagpunkt zur Erde abzuleiten. Weiterhin dient es dazu, diesen Strom in der Erde zu verteilen, ohne thermische oder mechanische Schäden oder gefährliche Funkenbildung zu verursachen, die einen Brand oder eine Explosion auslösen können.

5.1.2 Auswahl eines äußeren Blitzschutzsystems

In den meisten Fällen darf das äußere LPS an der zu schützenden baulichen Anlage befestigt werden.

Ein von der zu schützenden baulichen Anlage getrenntes äußeres LPS sollte benutzt werden, wenn die thermischen und explosiven Wirkungen am Einschlagpunkt oder in den Leitungen, die den Blitzstrom führen, Schäden an der baulichen Anlage oder deren Inhalt verursachen können (siehe Anhang E). Typische Beispiele sind bauliche Anlagen mit brennbarer Dachdeckung, bauliche Anlagen mit brennbaren Wänden und explosions- und brandgefährdete Bereiche.

ANMERKUNG Die Nutzung eines getrennten LPS kann vorteilhaft sein, wenn abzusehen ist, dass Änderungen an der baulichen Anlage, dem Inhalt oder der Nutzung eine Änderung des LPS erfordern können.

Ein getrenntes äußeres LPS sollte auch benutzt werden, wenn die Anlagenteile so empfindlich sind, dass eine Verringerung des abgestrahlten elektromagnetischen Felds, hervorgerufen durch den Blitzstoßstrom in der Ableitung, notwendig ist.

5.1.3 Nutzung von natürlichen Bestandteilen

Natürliche Bestandteile aus leitenden Werkstoffen, die immer in/auf der baulichen Anlage verbleiben und nicht geändert werden (z. B. durchverbundene Bewehrung, Stahlskelett der baulichen Anlage usw.), dürfen als Teil eines LPS verwendet werden.

Andere natürliche Bestandteile sollten als Zusatzteile für ein LPS betrachtet werden.

ANMERKUNG Weitere Informationen siehe Anhang E.

5.2 Fangeinrichtungen

5.2.1 Allgemeines

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Blitzstrom in eine zu schützende bauliche Anlage eindringt, wird durch eine richtig geplante Fangeinrichtung wesentlich vermindert.

Die Fangeinrichtung kann aus einer beliebigen Kombination folgender Bestandteile zusammengesetzt sein:

- a) Stangen (einschließlich freistehender Masten);
- b) gespannte Seile;
- c) vermaschte Leiter.

Zur Einhaltung dieser Norm müssen alle Arten von Fangeinrichtungen nach 5.2.2, 5.2.3 und Anhang A angeordnet werden.

Die einzelnen Fangstangen sollten auf Dachhöhe miteinander verbunden werden, um eine Stromaufteilung sicher zu stellen.

Radioaktive Fangeinrichtungen sind nicht erlaubt.

5.2.2 Anordnung

Fangeinrichtungen müssen an einer baulichen Anlage an Ecken, freiliegenden Stellen und Kanten (vor allem am oberen Teil der Fassaden) nach einem oder mehreren der folgenden Verfahren angebracht werden.

Zulässige Verfahren für die Festlegung der Lage der Fangeinrichtung sind:

- das Schutzwinkelverfahren;
- das Blitzkugelverfahren;
- das Maschenverfahren.

Das Blitzkugelverfahren ist für alle Fälle geeignet.

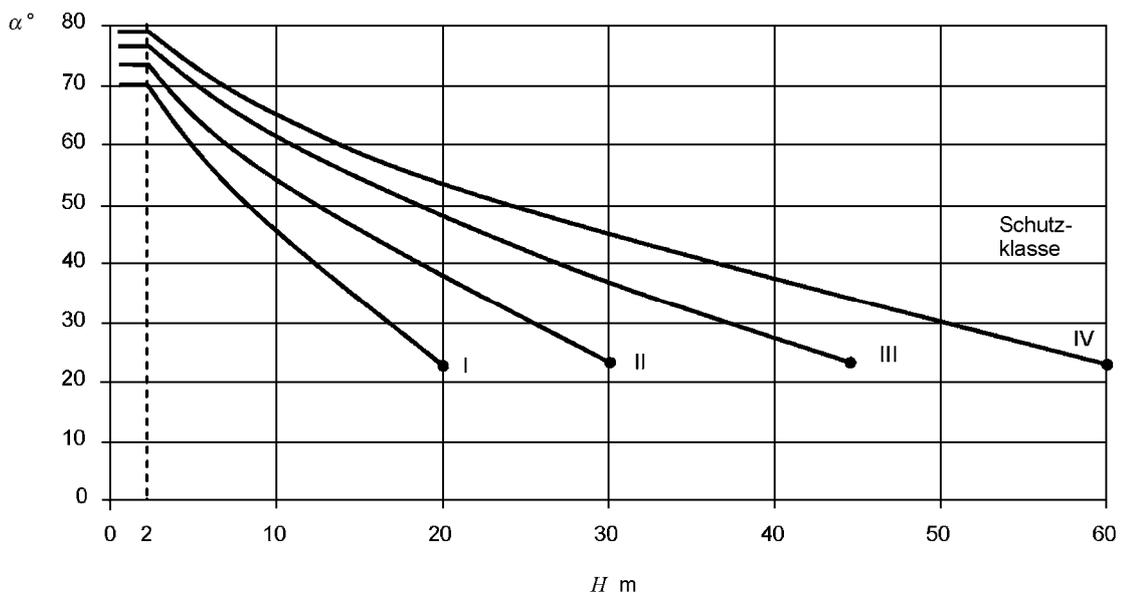
Das Schutzwinkelverfahren ist für Gebäude mit einfacher Form geeignet, jedoch begrenzt auf Höhen, die in Tabelle 2 angegeben sind.

Das Maschenverfahren ist zum Schutz ebener Flächen geeignet.

Die Werte für den Schutzwinkel, den Radius der Blitzkugel und die Maschengrößen für jede Schutzklasse des LPS sind in Tabelle 2 angegeben. Genaue Informationen zur Anordnung der Fangeinrichtung sind im Anhang A enthalten.

Tabelle 2 – Höchstwerte des Blitzkugelradius, der Maschenweite und des Schutzwinkels nach der entsprechenden Blitzschutzklasse des LPS

Blitzschutzklasse des LPS	Schutzverfahren		
	Radius der Blitzkugel r m	Maschenweite W m	Schutzwinkel α°
I	20	5 × 5	siehe folgendes Bild
II	30	10 × 10	
III	45	15 × 15	
IV	60	20 × 20	



ANMERKUNG 1 Nicht anwendbar jenseits der mit ● gekennzeichneten Werte. Für diese Fälle sind nur Blitzkugelverfahren und Maschenverfahren anzuwenden.

ANMERKUNG 2 H ist die Höhe der Fangeinrichtung über der Bezugsfläche des zu schützenden Bereiches.

ANMERKUNG 3 Der Schutzwinkel ändert sich nicht für Werte von H unter 2 m.

5.2.3 Fangeinrichtungen gegen Seiteneinschläge bei hohen Gebäuden

An Gebäuden, die höher als 60 m sind, können seitliche Einschläge besonders an Ecken und Kanten der Oberfläche auftreten.

ANMERKUNG Im Allgemeinen ist die Gefahr solcher Seiteneinschläge gering, weil nur wenige Prozent aller Einschläge in hohe bauliche Anlagen Seiteneinschläge sein werden und deren Kennwerte wesentlich niedriger sind als bei Einschlägen auf der Dachfläche des Gebäudes. Elektrische und elektronische Einrichtungen an der Gebäudeaußenseite können jedoch selbst durch Blitzeinschläge mit geringem Stromsicherheitswert zerstört werden.

Eine Fangeinrichtung muss so angebracht sein, dass sie den oberen Teil hoher Gebäude (d. h. im Normalfall die oberen 20 % der Höhe der baulichen Anlage) und die daran befestigten Einrichtungen schützt (siehe Anhang A).

Die Regeln für die Anordnung der Fangeinrichtung auf dem Dach müssen auch für die Fangeinrichtungen am oberen Teil der baulichen Anlage gelten.

Darüber hinaus sollten bei Gebäuden über 120 m alle gefährdeten Teile über dieser Höhe geschützt werden.

5.2.4 Errichtung

Die Fangeinrichtungen eines nicht von der zu schützenden baulichen Anlage getrennten LPS können auf folgende Arten errichtet werden:

- Besteht das Dach aus nicht entflammbarem Werkstoff, können die Leitungen der Fangeinrichtung auf dem Dach der baulichen Anlage verlegt werden.
- Besteht das Dach aus leicht entflammbarem Werkstoff, muss der Abstand zwischen den Leitungen der Fangeinrichtung und dem Werkstoff beachtet werden. Bei Reetdächern, bei denen keine Metallstäbe (Bandstücke) zur Befestigung benutzt werden, ist ein Abstand von 15 cm ausreichend. Bei anderen entflammbaren Werkstoffen wird ein Abstand von mindestens 10 cm als ausreichend angesehen.

- Leicht entflammbare Teile der zu schützenden baulichen Anlage dürfen nicht in direktem Kontakt mit Teilen des äußeren LPS stehen und dürfen sich nicht direkt unter einer Dachdeckung befinden, die bei Blitzeinschlag durchlöchert werden kann (siehe 5.2.5).

Dies muss auch bei weniger leicht entflammbarem Werkstoff, wie z. B. Holzbrettern, beachtet werden.

ANMERKUNG Wenn sich Wasser auf einem Flachdach sammeln kann, sollte die Fangeinrichtung oberhalb des größtmöglichen Wasserspiegels angeordnet werden.

5.2.5 Natürliche Bestandteile

Die folgenden Teile einer baulichen Anlage sollten nach 5.1.3 als natürliche Fangeinrichtung und Teil eines LPS betrachtet werden:

- a) Bekleidungen aus Metallblech am zu schützenden Gebäude, sofern:
- der elektrische Durchgang zwischen den verschiedenen Teilen dauerhaft gewährleistet ist (z. B. durch Hartlöten, Schweißen, Quetschen, Falzen, Schrauben oder Nieten);
 - die Dicke des Metallbleches nicht kleiner ist als der Wert t' in Tabelle 3 und wenn es nicht notwendig ist, ein Durchschmelzen der Bleche am Einschlagpunkt oder die Entzündung von leicht entflammbarem Werkstoff unter der Bekleidung zu berücksichtigen;
 - die Dicke des Metallbleches nicht kleiner als der Wert t in Tabelle 3 ist und wenn es notwendig ist, Vorkehrungen gegen Durchschmelzen oder unzulässige Erhitzung am Einschlagpunkt zu treffen;
 - sie nicht mit Isolierstoffen beschichtet sind.

Tabelle 3 – Mindestdicke von Metallblechen oder Metallrohren in Fangeinrichtungen

Schutzklasse des LPS	Werkstoff	Dicke ^a t mm	Dicke ^b t' mm
I bis IV	Blei	–	2,0
	Stahl (rostfrei, verzinkt)	4	0,5
	Titan	4	0,5
	Kupfer	5	0,5
	Aluminium	7	0,65
	Zink	–	0,7

^a t verhindert Durchlöchern, Überhitzung und Entzündung.

^b t' nur für Metallbleche, wenn die Verhinderung von Durchlöchern, Überhitzung und Entzündung nicht wichtig ist.

- b) metallene Bestandteile der Dachkonstruktion (Träger, durchverbundene Bewehrung usw.) unter einer nicht metallenen Dachdeckung, sofern diese Teile der Dachdeckung nicht zu der zu schützenden baulichen Anlage gehören.
- c) Metallteile wie Verzierungen, Geländer, Regenrinnen, Abdeckungen von Brüstungen usw., deren Querschnitt nicht geringer als der für Normbauteile der Fangeinrichtung festgelegte Querschnitt ist.
- d) Metallrohre und -behälter auf dem Dach, sofern sie aus Werkstoff hergestellt sind, dessen Dicke und Querschnitt Tabelle 6 entsprechen.
- e) Metallrohre und -behälter, die leicht entflammbare oder explosive Stoffe enthalten, sofern sie aus Werkstoff hergestellt sind, dessen Dicke nicht kleiner als der Wert t in Tabelle 3 ist und die Temperaturerhöhung an der inneren Wandfläche am Einschlagpunkt keine Gefahr darstellt (genaue Informationen siehe Anhang E).

Wird die Bedingung für die Dicke nicht erfüllt, müssen die Rohre und Behälter in die zu schützenden bauliche Anlage aufgenommen werden.

Rohrleitungen mit leicht entflammbarem oder explosivem Inhalt sind als natürlicher Bestandteil der Fangeinrichtung nicht zulässig, wenn die Dichtungen in Flanschkupplungen nicht metallenen oder die Flanschseiten nicht anders elektrisch leitend verbunden sind.

ANMERKUNG Eine dünne Beschichtung mit Schutzfarbe oder etwa 1 mm Bitumen oder 0,5 mm PVC ist nicht als Isolierung zu betrachten. Genaue Informationen sind im Anhang E enthalten.

5.3 Ableitungseinrichtungen

5.3.1 Allgemeines

Um die Wahrscheinlichkeit von Schäden durch den Blitzstrom, der durch das LPS fließt, zu verringern, sind die Ableitungen so anzubringen, dass vom Einschlagpunkt zur Erde:

- a) mehrere parallele Strompfade bestehen;
- b) die Länge der Strompfade so kurz als möglich gehalten wird;
- c) ein Potentialausgleich zwischen den leitenden Teilen der baulichen Anlage nach 6.2 hergestellt wird.

ANMERKUNG 1 Querverbindungen der Ableitungen auf Höhe des Erdbodens und alle 10 bis 20 Höhenmeter nach Tabelle 4 werden als gute technische Lösung angesehen.

Die Geometrie der Ableitungen und der Ringleiter beeinflussen den Trennungsabstand (siehe 6.3).

ANMERKUNG 2 Die Errichtung von so vielen Ableitungen wie möglich, gleichmäßig über den Umfang verteilt und durch Ringleiter verbunden, reduziert die Wahrscheinlichkeit einer gefährlichen Funkenbildung und erleichtert den Schutz von inneren Installationen (siehe IEC 62305-4). Diese Bedingungen sind z. B. in Bauten mit Metallskelett und in Stahlbetonbauten erfüllt, in denen der durchverbundene Stahl durchgehend elektrisch leitfähig ist.

Typische Werte für den Abstand zwischen den Ableitungen und den waagerechten Ringleitern sind in Tabelle 4 angegeben.

Weitere Informationen zur Aufteilung des Blitzstromes auf die Ableitungen sind im Anhang C enthalten.

5.3.2 Anordnung eines getrennten LPS

- a) Besteht die Fangeinrichtung aus Fangstangen auf getrennt stehenden Masten (oder einem Mast), die (der) nicht aus Metall oder durchverbundenem Bewehrungsstahl sind (ist), ist für jeden Mast mindestens eine Ableitung erforderlich. Metallmasten oder Masten aus durchverbundenem Bewehrungsstahl benötigen keine zusätzlichen Ableitungen.

ANMERKUNG In verschiedenen Ländern ist die Nutzung von Stahlbeton als Teil des LPS nicht zulässig.

- b) Besteht die Fangeinrichtung aus einem oder mehreren gespannten Drähten oder Seilen, ist für jede Stützkonstruktion wenigstens eine Ableitung erforderlich.
- c) Bildet die Fangeinrichtung ein vermaschtes Leitungsnetz, ist mindestens eine Ableitung an jeder Stützkonstruktion für die Drähte oder Seile notwendig.

5.3.3 Anordnung eines nicht getrennten LPS

Bei einem nicht getrennten LPS müssen in jedem Fall mindestens zwei Ableitungen vorhanden sein, die unter Berücksichtigung der architektonischen und praktischen Einschränkungen um den Umfang der zu schützenden baulichen Anlage verteilt sein sollten.

Die Ableitungen sollten gleichmäßig auf den Umfang verteilt werden. Typische Werte der Abstände der Ableitungen sind in Tabelle 4 angegeben.

ANMERKUNG Der Wert des Abstandes zwischen den Ableitungen ist verknüpft mit dem Trennungsabstand in 6.3.

Tabelle 4 – Typische Abstände zwischen Ableitungen und Ringleitern in Abhängigkeit von der Schutzklasse des LPS

Schutzklasse des LPS	Typischer Abstand
	m
I	10
II	10
III	15
IV	20

Wenn möglich, sollte an jeder ungeschützten Ecke der baulichen Anlage eine Ableitung angebracht werden.

5.3.4 Errichtung

Die Ableitungen müssen möglichst so angeordnet werden, dass sie eine direkte Fortsetzung der Fangleitungen bilden.

Ableitungen müssen gerade und senkrecht verlegt werden, so dass sie die kürzestmögliche direkte Verbindung zur Erde darstellen. Schleifenbildung muss vermieden werden; wenn sich dies jedoch nicht vermeiden lässt, müssen der Abstand s , gemessen an der Annäherungsstelle zweier Punkte einer Ableitung, und die Länge l der Ableitung zwischen diesen Punkten (siehe Bild 1) die Anforderungen von 6.3 erfüllen.

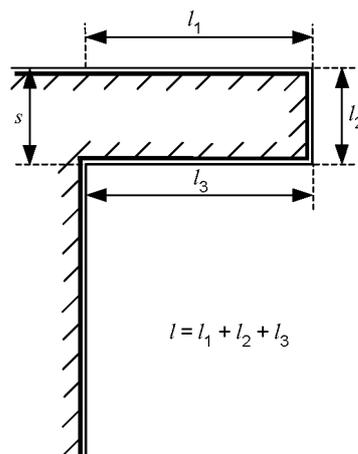


Bild 1 – Schleife in einer Ableitung

Ableitungen dürfen nicht in Regenrinnen und Regenfallrohren verlegt werden, auch wenn sie mit Isolierstoff umkleidet sind.

ANMERKUNG Die Feuchtigkeit in den Regenrinnen führt zu starker Korrosion der Ableitungen. Es wird empfohlen, Ableitungen so anzubringen, dass zu allen Türen und Fenstern ein Trennungsabstand nach 6.3 eingehalten wird.

Ableitungen eines von der zu schützenden baulichen Anlage nicht getrennten LPS dürfen wie folgt installiert werden:

- Wenn die Wand aus nicht entflammbarem Werkstoff besteht, dürfen die Ableitungen auf oder in der Wand angebracht werden.
- Wenn die Wand aus leicht entflammbarem Werkstoff besteht, dürfen die Ableitungen auf der Wand angebracht werden, sofern die Temperaturerhöhung beim Blitzstromfluss für den Werkstoff der Wand nicht gefährlich ist.

- Wenn die Wand aus leicht entflammbarem Werkstoff besteht und die Temperaturerhöhung der Ableitungen gefährlich ist, müssen die Ableitungen so angebracht werden, dass der Abstand zwischen den Ableitungen und der Wand immer größer als 0,1 m ist. Die Befestigungselemente dürfen die Wand berühren.

Wenn der Abstand zwischen Ableitung und entflammbarem Werkstoff nicht gesichert werden kann, muss der Querschnitt der Ableitung mindestens 100 mm² betragen.

5.3.5 Natürliche Bestandteile

Die folgenden Teile einer baulichen Anlage dürfen als natürliche Bestandteile betrachtet werden:

a) metallene Installationen, sofern

- der elektrische Durchgang zwischen den verschiedenen Teilen nach 5.5.2 dauerhaft besteht;
- ihre Maße mindestens den in Tabelle 6 genannten Werten für normierte Ableitungen entsprechen.

Rohrleitungen mit brennbarem oder explosivem Inhalt sind als natürlicher Bestandteil der Ableitungseinrichtung nicht zulässig, wenn die Dichtungen in Flanschkupplungen nicht metallenen oder die Flanschseiten nicht auf andere Weise elektrisch leitend verbunden sind.

ANMERKUNG 1 Metallene Installationen dürfen mit Isolierstoff umhüllt sein.

b) das metallene oder elektrisch verbundene Stahlbetonskelett der baulichen Anlage;

ANMERKUNG 2 In Stahlbetonfertigteilen müssen Verbindungsstellen zwischen den Bewehrungsteilen vorgesehen werden. Die Betonfertigteile müssen eine leitende Verbindung zwischen allen Verbindungsstellen enthalten. Die einzelnen Teile sollten auf der Baustelle während der Montage miteinander verbunden werden (siehe Anhang E).

ANMERKUNG 3 Im Falle von Spannbeton muss das Risiko von unzulässigen mechanischen Einflüssen sowohl aufgrund des Blitzstromes als auch als Folge des Anschlusses an das Blitzschutzsystem beachtet werden.

c) die durchverbundene Bewehrung der baulichen Anlage;

ANMERKUNG 4 Ringleiter sind nicht notwendig, wenn das Metallgerüst von Stahlskelettbauten oder der durchverbundene Bewehrungsstahl der baulichen Anlage als Ableitung genutzt wird.

d) Fassadenelemente, Profilschienen und metallene Unterkonstruktionen von Fassaden, unter der Voraussetzung, dass

- ihre Maße den Anforderungen an Ableitungen entsprechen (siehe 5.6.2) und dass bei Metallblechen oder -rohren die Dicke mindestens 0,5 mm betragen muss;
- ihr elektrischer Durchgang in senkrechter Richtung den Anforderungen von 5.5.2 entspricht.

ANMERKUNG 5 Weitere Informationen siehe Anhang E.

5.3.6 Messstellen

Eine Messstelle sollte an jedem Anschluss einer Ableitung an die Erdungsanlage angebracht sein, außer bei natürlichen Ableitungen in Verbindung mit Fundamenterdern.

Die Messstelle muss mit Hilfe eines Werkzeuges zu Messzwecken geöffnet werden können, ansonsten muss sie jedoch geschlossen sein.

5.4 Erdungsanlage

5.4.1 Allgemeines

Um den Blitzstrom in der Erde zu verteilen (Hochfrequenzverhalten) und dabei gefährliche Überspannungen zu reduzieren, sind Form und Maße der Erdungsanlage die wichtigsten Kriterien. Im Allgemeinen wird jedoch ein niedriger Erdungswiderstand (kleiner als 10 Ω, gemessen bei Niederfrequenz) empfohlen.

Unter dem Gesichtspunkt des Blitzschutzes ist eine einzige integrierte Erdungsanlage der baulichen Anlage zu bevorzugen, die für alle Zwecke geeignet ist (z. B. Blitzschutz, Versorgungssystem und Telekommunikationsanlagen).

Erdungsanlagen müssen mit dem Potentialausgleich nach 6.2 verbunden werden.

ANMERKUNG 1 Die Bedingungen für die Trennung und den Anschluss anderer Erdungsanlagen werden normalerweise von den zuständigen nationalen Behörden geregelt.

ANMERKUNG 2 Schwerwiegende Korrosionsprobleme können auftreten, wenn Erdungsanlagen aus unterschiedlichen Werkstoffen miteinander verbunden werden.

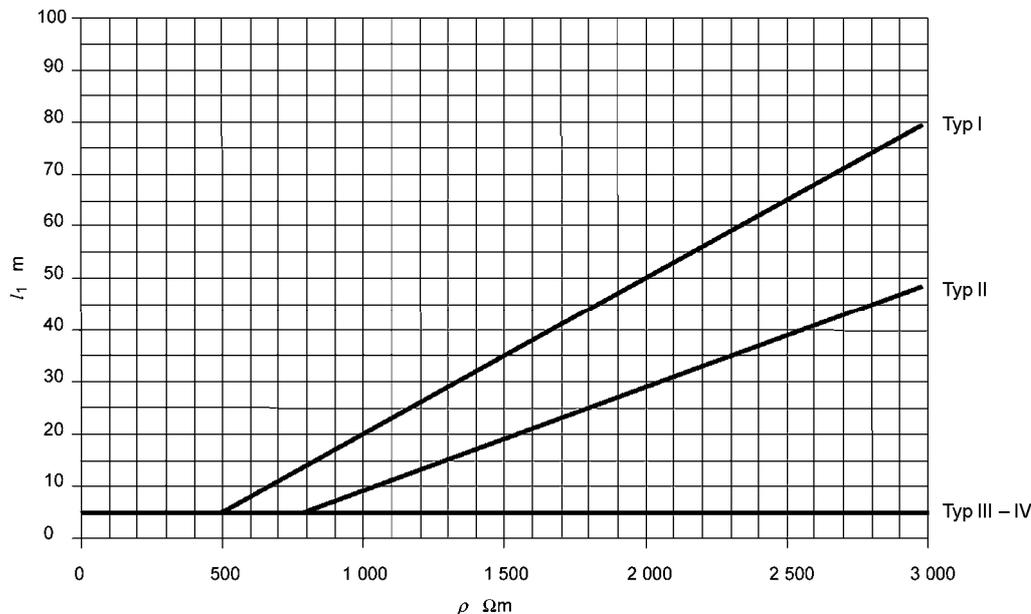
5.4.2 Erderanordnung unter allgemeinen Bedingungen

Für Erdungsanlagen gibt es grundsätzlich zwei Arten der Erderanordnung.

5.4.2.1 Anordnung Typ A

Diese Anordnung besteht aus horizontalen oder vertikalen Erdern, die außerhalb der zu schützenden Anlage errichtet werden und mit jeder Ableitung verbunden sind.

Für die Anordnung Typ A ist die Mindestanzahl zwei Erder.



ANMERKUNG Die Klassen III und IV sind unabhängig vom spezifischen Bodenwiderstand.

Bild 2 – Mindestlänge l_1 jedes Erders entsprechend der Schutzklasse des LPS

Die Mindestlänge jedes Erders beträgt am Fußpunkt der Ableitung:

- l_1 für Horizontalerder oder
- $0,5 l_1$ für Vertikalerder (oder Schrägerder).

Dabei ist

l_1 die Mindestlänge des Horizontalerders, der in Bild 2 dargestellt ist.

Bei kombinierten Erdern (Vertikal- und Horizontalerder) muss die Gesamtlänge berücksichtigt werden.

Die Mindestlänge nach Bild 2 muss nicht beachtet werden, wenn ein Erdungswiderstand der Erdungsanlage von weniger als 10Ω erreicht wird (gemessen bei einer von der Netzfrequenz und deren Oberwellen abweichenden Frequenz, um Interferenzen zu vermeiden).

ANMERKUNG 1 Eine Verringerung des Erdungswiderstandes ist praktisch durch Verlängerung der Erder bis auf 60 m möglich.

ANMERKUNG 2 Weitere Informationen siehe Anhang E.

5.4.2.2 Anordnung Typ B

Dieser Typ der Erderanordnung besteht entweder aus einem Ringerder außerhalb der zu schützenden baulichen Anlage, der über wenigstens 80 % seiner Gesamtlänge im Erdboden verlegt ist, oder aus einem Fundamenterder. Solche Erder können auch vermascht sein.

Beim Ringerder (oder Fundamenterder) darf der mittlere Radius r_e der Fläche, die vom Ringerder (oder Fundamenterder) eingeschlossen wird, nicht weniger als l_1 betragen:

$$r_e \geq l_1 \quad (1)$$

wobei

l_1 für die Blitzschutzklassen I, II, III bzw. IV in Bild 2 dargestellt ist.

Ist der geforderte Wert von l_1 größer als der für r_e günstige Wert, müssen zusätzliche Horizontal- oder Vertikalerder (oder Schrägerder) hinzugefügt werden, deren jeweilige Längen l_r (horizontal) und l_v (vertikal) sich aus den folgenden Gleichungen ergeben:

$$l_r = l_1 - r_e \quad (2)$$

und

$$l_v = (l_1 - r_e) / 2 \quad (3)$$

Es wird empfohlen, dass die Anzahl der zusätzlichen Erder nicht kleiner sein darf als die Anzahl der Ableitungen, mindestens jedoch 2.

Die zusätzlichen Erder sollten mit dem Ringerder an den Anschlüssen der Ableitungen verbunden und, soweit möglich, mit gleichmäßigem Abstand angeordnet werden.

5.4.3 Installation von Erdern

Der äußere Ringerder (Anordnung Typ B) sollte vorzugsweise in einer Tiefe von mindestens 0,5 m und in einem Abstand von etwa 1 m zu den Außenwänden in der Erde verlegt werden.

Die Erder (Anordnung Typ A) müssen außerhalb der zu schützenden baulichen Anlage mit dem oberen Ende in einer Tiefe von mindestens 0,5 m in der Erde verlegt und möglichst gleichmäßig verteilt werden, um elektrische Kopplungseffekte in der Erde zu reduzieren.

Erder müssen so verlegt werden, dass eine Überprüfung während des Errichtens möglich ist.

Die Verlegungstiefe und der Erdertyp müssen so gewählt werden, dass die Einflüsse von Korrosion, Bodentrockenheit und -frost gering sind und somit der entsprechende Erdungswiderstand stabil bleibt. Es wird empfohlen, den oberen Teil eines Vertikalerders entsprechend der Tiefe des Bodenfrostes unter Frostbedingungen als unwirksam zu betrachten.

ANMERKUNG Folglich sollte zu jeder Länge l_1 eines Vertikalerders, die nach 5.4.2.1 und 5.4.2.2 berechnet wird, 0,5 m addiert werden.

Bei Felsboden wird eine Erderanordnung Typ B empfohlen.

Für bauliche Anlagen mit elektronischen Systemen oder mit hoher Brandgefahr (siehe IEC 62305-2) ist eine Erderanordnung Typ B vorzuziehen.

5.4.4 Natürliche Erder

Als Erder sollten vorzugsweise durchverbundener Bewehrungsstahl in Betonfundamenten oder andere geeignete unterirdische Anlagenteile aus Metall nach 5.6 genutzt werden. Wird die Betonbewehrung als Erder benutzt, müssen die Verbindungen der Bewehrungsstäbe besonders sorgfältig ausgeführt werden, um eine Zersplitterung des Betons zu vermeiden.

ANMERKUNG 1 Bei Spannbeton sollten die Folgen des Durchganges von Blitzentladungsströmen beachtet werden, die unzulässige mechanische Beanspruchungen erzeugen können.

ANMERKUNG 2 Bei Anwendung einer Fundamenterdung kann der Erdungswiderstand langfristig ansteigen.

ANMERKUNG 3 Umfassendere Informationen über das Thema sind im Anhang E enthalten.

5.5 Bauteile

Bauteile von LPS müssen den elektromagnetischen Wirkungen des Blitzstromes und vorhersehbaren zufälligen Beanspruchungen ohne Schaden standhalten.

Bauteile von LPS müssen aus den in Tabelle 5 aufgeführten Werkstoffen oder anderen Werkstoffen mit gleichwertigen mechanischen, elektrischen und chemischen (Korrosions-) Leistungsmerkmalen hergestellt werden.

ANMERKUNG Zur Befestigung können nichtmetallene Bauteile benutzt werden.

Tabelle 5 – LPS-Werkstoffe und Einsatzbedingungen

Werkstoff	Verlegung			Korrosion		
	in Luft	in Erde	in Beton	Beständigkeit	erhöht durch	Zerstörung bei galvanischer Verbindung mit
Kupfer	massiv Seil	massiv Seil als Mantel	massiv Seil als Mantel	in vielen Umgebungen gut	Schwefelverbindungen organische Stoffe	–
feuerverzinkter Stahl	massiv Seil	massiv	massiv Seil	in Luft, Beton und nicht aggressivem Boden annehmbar	hohen Chloridgehalt	Kupfer
nicht rostender Stahl	massiv Seil	massiv Seil	massiv Seil	in vielen Umgebungen gut	hohen Chloridgehalt	–
Aluminium	massiv Seil	nicht geeignet	nicht geeignet	in Luft mit geringer Schwefel- und Chloridkonzentration gut	alkalische Lösungen	Kupfer
Blei	massiv als Mantel	massiv als Mantel	nicht geeignet	in Luft mit hoher Sulfatkonzentration gut	saure Böden	Kupfer nicht rostendem Stahl

Werkstoff	Verlegung			Korrosion		
	in Luft	in Erde	in Beton	Beständigkeit	erhöht durch	Zerstörung bei galvanischer Verbindung mit
ANMERKUNG 1 Diese Tabelle gibt nur allgemeine Hinweise. In besonderen Fällen sind sorgfältige Untersuchungen der Korrosionsbeständigkeit notwendig (siehe Anhang E).						
ANMERKUNG 2 Seile sind wesentlich empfindlicher gegen Korrosion als massive Leiter. Dies gilt vor allem an den Übergangsstellen in Beton oder Erde. Daher werden Seile aus verzinktem Stahl in Erde nicht empfohlen.						
ANMERKUNG 3 Verzinkter Stahl kann in lehmigem oder feuchtem Boden korrodieren.						
ANMERKUNG 4 Verzinkter Stahl in Beton sollte wegen der möglichen Korrosion des Stahls an der Austrittsstelle aus dem Beton nicht in Erde geführt werden.						
ANMERKUNG 5 Verzinkter Stahl kann bei Kontakt mit Bewehrungsstahl im Beton unter bestimmten Bedingungen eine Zerstörung des Betons verursachen.						
ANMERKUNG 6 Der Einsatz von Blei in der Erde ist aufgrund des Umweltschutzes oft verboten oder eingeschränkt.						

5.5.1 Befestigung

Fangeinrichtungen und Ableitungen müssen so befestigt werden, dass elektrodynamische oder zufällige mechanische Kräfte (z. B. Schwingungen, Schneeabrutschungen, Wärmedehnung usw.) nicht zu Bruch oder Lockerung der Leitungen führen (siehe IEC 62305-1, Anhang D).

5.5.2 Verbindungen

Die Anzahl der Verbindungen entlang einer Ableitung ist auf ein Minimum zu beschränken. Verbindungen sind durch Hartlöten, Schweißen, Klemmen, Quetschen, Falzen, Schrauben oder Nieten sicher auszuführen.

Verbindungen des Stahlskelettes in baulichen Anlagen aus Stahlbeton müssen 4.3 entsprechen.

5.6 Werkstoffe und Maße

5.6.1 Werkstoff

Werkstoff und dessen Maße sind unter Berücksichtigung des Korrosionsverhaltens sowohl der zu schützenden baulichen Anlage als auch des LPS auszuwählen.

5.6.2 Maße

Form und Mindestquerschnitte von Fangleitungen, Fangstangen und Ableitungen sind in Tabelle 6 angegeben.

Form und Mindestmaße von Erdern sind in Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 6 – Werkstoff, Form und Mindestquerschnitt von Fangleitungen, Fangstangen und Ableitungen

Werkstoff	Form	Mindestquerschnitt mm ²	Anmerkungen ¹⁰⁾
Kupfer	massives Flachmaterial	50 ⁸⁾	Mindestdicke 2 mm
	massives Rundmaterial ⁷⁾	50 ⁸⁾	Durchmesser 8 mm
	Seil	50 ⁸⁾	Minstdurchmesser jedes Seils 1,7 mm
	massives Rundmaterial ^{3), 4)}	200 ⁸⁾	Durchmesser 16 mm

Werkstoff	Form	Mindestquerschnitt mm ²	Anmerkungen ¹⁰⁾
verzinntes Kupfer ¹⁾	massives Flachmaterial	50 ⁸⁾	Mindestdicke 2 mm
	massives Rundmaterial ⁷⁾	50 ⁸⁾	Durchmesser 8 mm
	Seil	50 ⁸⁾	Minstdurchmesser jedes Seils 1,7 mm
Aluminium	massives Flachmaterial	70	Mindestdicke 3 mm
	massives Rundmaterial	50 ⁸⁾	Durchmesser 8 mm
	Seil	50 ⁸⁾	Minstdurchmesser jedes Seils 1,7 mm
Aluminiumlegierung	massives Flachmaterial	50 ⁸⁾	Mindestdicke 2,5 mm
	massives Rundmaterial	50	Durchmesser 8 mm
	Seil	50 ⁸⁾	Minstdurchmesser jedes Seils 1,7 mm
	massives Rundmaterial ³⁾	200 ⁸⁾	Durchmesser 16 mm
feuerverzinkter Stahl ²⁾	massives Flachmaterial	50 ⁸⁾	Mindestdicke 2,5 mm
	massives Rundmaterial ⁹⁾	50	Durchmesser 8 mm
	Seil	50 ⁸⁾	Minstdurchmesser jedes Seils 1,7 mm
	massives Rundmaterial ^{3), 4), 9)}	200 ⁸⁾	Durchmesser 16 mm
nicht rostender Stahl ⁵⁾	massives Flachmaterial ⁶⁾	50 ⁸⁾	Mindestdicke 2 mm
	massives Rundmaterial ⁶⁾	50	Durchmesser 8 mm
	Seil	70 ⁸⁾	Minstdurchmesser jedes Seils 1,7 mm
	massives Rundmaterial ^{3), 4)}	200 ⁸⁾	Durchmesser 16 mm

1) Feuerverzinkt oder galvanisch verzinkt, Mindestdicke des Überzugs 1 µm.

2) Der Überzug sollte glatt, durchgehend und frei von Flussmittelresten sein und eine Mindestdicke von 50 µm aufweisen.

3) Anwendbar für Fangstangen. Für Anwendungen, wo mechanische Beanspruchungen wie Windlast nicht kritisch sind, kann eine höchstens 1 m lange Fangstange mit einem Durchmesser von 10 mm mit einer zusätzlichen Befestigung verwendet werden.

4) Anwendbar für Erdeinführungsstangen.

5) Chrom ≥ 16 %, Nickel ≥ 8 %, Kohlenstoff ≤ 0,07 %.

6) Bei nicht rostendem Stahl im Beton und/oder in direktem Kontakt mit entflammbarem Werkstoff sollte der Mindestquerschnitt für massives Rundmaterial auf 78 mm² (10 mm Durchmesser) und für massives Flachmaterial auf 75 mm² (3 mm Dicke) erhöht werden.

7) In bestimmten Anwendungen, bei denen mechanische Festigkeit nicht von Bedeutung ist, darf 50 mm² (8 mm Durchmesser) auf 28 mm² (6 mm Durchmesser) verringert werden. Dabei sollte die Verringerung des Abstandes der Befestigungselemente beachtet werden.

8) Wenn thermische und mechanische Anforderungen von Bedeutung sind, können diese Maße für massives Flachmaterial auf 60 mm² und für massives Rundmaterial auf 78 mm² erhöht werden.

9) Bei einer spezifischen Energie von 10 000 kJ/Ω beträgt der Mindestquerschnitt zur Verhinderung des Schmelzens 16 mm² (Kupfer), 25 mm² (Aluminium), 50 mm² (Stahl) und 50 mm² (nicht rostender Stahl). Weitere Informationen siehe Anhang E.

10) Dicke, Breite und Durchmesser sind bei einer Toleranz von ± 10 % definiert.

Tabelle 7 – Werkstoff, Form und Mindestmaße von Erdern

Werkstoff	Form	Mindestmaße			Anmerkungen
		Staberder Ø mm	Erdleiter	Plattenerder mm	
Kupfer	Seil ³⁾		50 mm ²		Minstdurchmesser jedes Seils 1,7 mm
	massives Rundmaterial ³⁾		50 mm ²		8 mm Durchmesser
	massives Flachmaterial ³⁾		50 mm ²		Minstdicke 2 mm
	massives Rundmaterial Rohr	15 ⁸⁾			Minstwandstärke 2 mm
	massive Platte	20		500 × 500	Minstdicke 2 mm
	Gitterplatte			600 × 600	Abschnitt 25 mm × 2 mm, Minstlänge der Gitterkonstruktion: 4,8 m
	Stahl	verzinktes massives Rundmaterial ^{1), 2)}	16 ⁹⁾	10 mm Durchmesser	
verzinktes Rohr ^{1), 2)}		25			Minstdicke 3 mm
verzinktes massives Flachmaterial ¹⁾			90 mm ²		Minstdicke 3 mm
verzinkte massive Platte ¹⁾				500 × 500	Minstdicke 3 mm
verzinktes Gitterblech ¹⁾				600 × 600	Abschnitt 30 mm × 3 mm
kupferbeschichtetes massives Rundmaterial ⁴⁾		14			mindestens 250 µm Kupferauflage mit 99,9 % Kupfergehalt
blankes massives Rundmaterial ⁵⁾			10 mm Durchmesser		Minstdicke 3 mm
blankes oder verzinktes massives Flachmaterial ^{5), 6)}			75 mm ²		Minstdicke 3 mm
verzinktes Seil ^{5), 6)}			70 mm ²		Minstdurchmesser jedes Drahts 1,7 mm
verzinktes Kreuzprofil ¹⁾		50 × 50 × 3			
nicht rostender Stahl ⁷⁾	massives Rundmaterial	15	10 mm Durchmesser		
	massives Flachmaterial		100 mm ²		Minstdicke 2 mm

1) Der Überzug muss glatt, durchgehend und frei von Flussmittelresten sein mit einer Minstdicke von 50 µm für Rundmaterial und 70 µm für Flachmaterial.

2) Gewinde müssen vor der Verzinkung geschnitten werden.

3) Darf auch verzinkt sein.

4) Das Kupfer sollte mit dem Stahl unlösbar verbunden sein.

5) Nur zulässig, wenn vollständig in Beton eingebettet.

6) In dem erdberührenden Teil des Fundaments nur erlaubt, wenn wenigstens alle 5 m eine sichere Verbindung mit der Bewehrung besteht.

7) Chrom ≥ 16 %, Nickel ≥ 5 %, Molybdän ≥ 2 %, Kohlenstoff ≤ 0,08 %.

8) In einigen Ländern sind 12 mm erlaubt.

9) Erdeinführungsstangen werden in einigen Ländern gebraucht, um die Ableitung mit dem Erder zu verbinden.

6 Inneres Blitzschutzsystem

6.1 Allgemeines

Das innere LPS muss eine gefährliche Funkenbildung innerhalb der zu schützenden baulichen Anlage verhindern, die durch den Blitzstrom im äußeren LPS oder in anderen leitenden Teilen der baulichen Anlage verursacht werden kann.

Gefährliche Funkenbildung kann auftreten zwischen dem äußeren LPS und anderen Bauteilen wie:

- der metallenen Installation;
- den elektrischen und elektronischen Systemen innerhalb der zu schützenden baulichen Anlage;
- den in die bauliche Anlage eingeführten äußeren leitenden Teilen, Kabeln und Leitungen.

ANMERKUNG 1 Funkenbildung innerhalb einer explosionsgefährdeten baulichen Anlage muss immer als gefährlich angesehen werden. In solchen Fällen müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden, die noch in Beratung sind (siehe Anhang E).

ANMERKUNG 2 Schutz gegen Überspannungen in inneren Systemen siehe IEC 62305-4.

Gefährliche Funkenbildung zwischen unterschiedlichen Teilen kann verhindert werden durch

- Potentialausgleichsverbindungen nach 6.2 oder
- entsprechende Isolierung zwischen den Teilen nach 6.3.

6.2 Blitzschutz-Potentialausgleich

6.2.1 Allgemeines

Der Potentialausgleich wird erreicht, indem das LPS verbunden wird:

- mit dem Metallgerüst der baulichen Anlage;
- mit den Installationen aus Metall;
- mit den äußeren leitenden Teilen und Leitungen, die mit der baulichen Anlage verbunden sind;
- mit den elektrischen und elektronischen Systemen innerhalb der zu schützenden baulichen Anlage.

Wenn ein Blitzschutz-Potentialausgleich mit dem inneren System eingerichtet wird, kann ein Teil des Blitzstromes in solche Systeme hineinfließen und dieser Effekt muss berücksichtigt werden.

Verbindungsmaßnahmen können sein:

- Potentialausgleichsleitungen, wenn elektrischer Durchgang nicht durch die natürlichen Verbindungen erreicht wird;
- SPDs, wenn direkte Verbindungen mit Potentialausgleichsleitern nicht möglich sind.

Die Art, wie der Blitzschutz-Potentialausgleich erreicht wird, ist wichtig und mit den Netzbetreibern der Telekommunikationsnetze, Betreibern der Energieversorgung und anderen betreffenden Behörden abzusprechen, wenn es widersprüchliche Anforderungen gibt.

SPDs müssen so installiert werden, dass sie überprüft werden können.

ANMERKUNG Wenn ein LPS installiert ist, können Metallteile außerhalb der zu schützenden baulichen Anlage beeinflusst werden. Dies ist bei der Planung solcher Systeme zu berücksichtigen. Der Blitzschutz-Potentialausgleich für außerhalb liegende Metallteile kann ebenfalls notwendig sein.

6.2.2 Blitzschutz-Potentialausgleich für metallene Installationen

Bei getrennten äußeren LPS darf der Blitzschutz-Potentialausgleich nur auf Erdbodenhöhe ausgeführt werden.

Bei nicht getrennten äußeren LPS muss der Blitzschutz-Potentialausgleich an den folgenden Stellen ausgeführt werden:

- im Kellergeschoss oder etwa auf Erdbodenhöhe. Potentialausgleichsleitungen sind mit einer Potentialausgleichsschiene zu verbinden, die so konstruiert und installiert ist, dass sie für Überprüfungen leicht zugänglich ist. Die Potentialausgleichsschiene ist an die Erdungsanlage anzuschließen. Bei großen baulichen Anlagen (z. B. Länge über 20 m) können mehrere Potentialausgleichsschienen installiert sein, vorausgesetzt, sie sind miteinander verbunden;
- wenn Anforderungen an die Isolierung nicht erfüllt sind (siehe 6.3).

Blitzschutz-Potentialausgleichsverbindungen müssen so kurz und gerade wie möglich ausgeführt werden.

ANMERKUNG Wenn ein Blitzschutz-Potentialausgleich zu leitenden Teilen der baulichen Anlage hergestellt wird, kann ein Teil des Blitzstromes in die bauliche Anlage fließen, dessen Auswirkungen zu berücksichtigen sind.

Werte für den Mindestquerschnitt der Potentialausgleichsleiter, die verschiedene Potentialausgleichsschienen verbinden, und der Leitungen, die die Potentialausgleichsschienen mit der Erdungsanlage verbinden, sind in Tabelle 8 angegeben.

Werte für den Mindestquerschnitt der Potentialausgleichsleiter, die innere Metallteile mit den Potentialausgleichsschienen verbinden, sind in Tabelle 9 angegeben.

Tabelle 8 – Mindestmaße von Leitern, die verschiedene Potentialausgleichsschienen miteinander oder mit der Erdungsanlage verbinden

Schutzklasse des LPS	Werkstoff	Querschnitt mm ²
I bis IV	Kupfer	14
	Aluminium	22
	Stahl	50

Tabelle 9 – Mindestmaße von Leitern, die innere metallene Installationen mit der Potentialausgleichsschiene verbinden

Schutzklasse des LPS	Werkstoff	Querschnitt mm ²
I bis IV	Kupfer	5
	Aluminium	8
	Stahl	16

Sind innerhalb der zu schützenden baulichen Anlage in Gas- oder Wasserleitungen Isolierstücke eingefügt, müssen diese nach Zustimmung der Gas- und Wasserwerke mit SPDs, die für die entsprechenden Betriebsbedingungen ausgelegt sind, überbrückt werden.

SPDs müssen folgende Kennwerte besitzen:

- Prüfung nach Typ 1;
- $I_{imp} \geq k_c I$, wobei $k_c I$ der entlang des entsprechenden Teils des äußeren LPS fließende Blitzstrom ist (siehe Anhang C);

- Gefährdungspegel U_p muss geringer sein als die Stehstoßspannung der Isolierung zwischen den Teilen;
- sonstige Kennwerte nach IEC 61643-12.

6.2.3 Blitzschutz-Potentialausgleich für äußere leitende Teile

Für äußere leitende Teile muss der Blitzschutz-Potentialausgleich möglichst nahe an der Eintrittsstelle in die zu schützende bauliche Anlage erfolgen.

Potentialausgleichsleitungen müssen dem Teil I_f des Blitzstromes standhalten, der durch sie hindurchfließt und nach Anhang E von IEC 62305-1 ermittelt wird.

Wenn eine direkte Verbindung nicht zulässig ist, dann müssen SPDs mit folgenden Kennwerten verwendet werden:

- Prüfung nach Typ 1;
- $I_{imp} \geq I_f$, wobei I_f der entlang des entsprechenden äußeren leitenden Teils fließende Blitzstrom ist (siehe Anhang E von IEC 62305-1);
- Gefährdungspegel U_p muss geringer sein als die Stehstoßspannung der Isolierung zwischen den Teilen;
- sonstige Kennwerte nach IEC 61643-12.

ANMERKUNG Wenn ein Potentialausgleich, aber kein LPS erforderlich ist, kann für diesen Zweck die Erdung der elektrischen Niederspannungsanlage benutzt werden. In IEC 62305-2 sind Informationen darüber enthalten, wann kein LPS erforderlich ist.

6.2.4 Blitzschutz-Potentialausgleich für innere Systeme

Ein Blitzschutz-Potentialausgleich muss unbedingt nach 6.2.2 a) und 6.2.2 b) ausgeführt werden.

Wenn die Leiter innerer Systeme geschirmt oder in Metallkanälen verlegt sind, kann es ausreichen, nur diese Schirme und Kanäle an den Potentialausgleich anzuschließen (siehe Anhang B).

ANMERKUNG Der Anschluss von Schirmen und Kanälen an den Potentialausgleich kann keine Ausfälle aufgrund von Überspannung der Einrichtungen, die an die Leiter angeschlossen sind, vermeiden. Der Schutz solcher Einrichtungen wird in IEC 62305-4 erläutert.

Leiter innerer Systeme, die weder geschirmt noch in einem Metallkanal verlegt sind, müssen über ein SPD an den Potentialausgleich angeschlossen werden. In TN-Systemen müssen PE- und PEN-Leiter direkt oder über ein SPD mit dem LPS verbunden werden.

Potentialausgleichsleiter und SPDs müssen die gleichen Kennwerte haben, wie in 6.2.2 angegeben.

Falls ein Schutz gegen Überspannungen in inneren Systemen erforderlich ist, muss ein koordinierter SPD-Schutz übereinstimmend mit den Anforderungen nach IEC 62305-4, Abschnitt 7, realisiert werden.

6.2.5 Blitzschutz-Potentialausgleich für Leitungen, die an die zu schützende bauliche Anlage angeschlossen sind

Der Blitzschutz-Potentialausgleich für elektrische Leitungen und Telekommunikationsleitungen muss nach 6.2.3 ausgeführt sein.

Alle Leiter jeder Leitung müssen direkt oder über ein SPD mit dem Potentialausgleich verbunden werden. Aktive Leiter dürfen nur über ein SPD mit der Potentialausgleichsschiene verbunden werden. In TN-Systemen muss der PE- oder PEN-Leiter direkt oder über ein SPD mit der Potentialausgleichsschiene verbunden werden.

Sind die Leitungen geschirmt oder in Metallkanälen verlegt, dann sind diese Schirme und Kanäle an den Potentialausgleich anzuschließen. Ein Blitzschutz-Potentialausgleich für Leiter ist nicht erforderlich, wenn der

Querschnitt S_c dieser Schirme oder Kanäle nicht geringer als der Mindestwert S_{cmin} ist, der nach Anhang B ermittelt wird.

Der Blitzschutz-Potentialausgleich der Kabelschirme oder Kanäle muss an der Einführungsstelle in die bauliche Anlage erfolgen.

Potentialausgleichsleiter und SPDs müssen die gleichen Kennwerte haben, wie in 6.2.3 angegeben.

Falls ein Schutz gegen Überspannungen in inneren Systemen erforderlich ist, die an Leitungen angeschlossen sind, die in die bauliche Anlage eingeführt werden, muss ein koordinierter SPD-Schutz übereinstimmend mit den Anforderungen nach IEC 62305-4, Abschnitt 7, realisiert werden.

ANMERKUNG 1 Wenn ein Potentialausgleich, aber kein LPS erforderlich ist, kann für diesen Zweck die Erdung der elektrischen Niederspannungsanlage benutzt werden. In IEC 62305-2 sind Informationen darüber enthalten, wann kein LPS erforderlich ist.

ANMERKUNG 2 Für weitere Informationen zum Potentialausgleich für Telekommunikationsleitungen siehe auch IEC 62305-5.

6.3 Elektrische Isolierung von äußeren Blitzschutzsystemen

Die elektrische Isolierung zwischen Fangeinrichtung oder Ableitung einerseits und den baulichen metallenen Installationen, den metallenen Installationen und den inneren Systemen der baulichen Anlage andererseits kann durch einen Abstand d zwischen diesen Teilen, der größer als der Trennungsabstand s ist, erreicht werden:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l \tag{4}$$

Dabei ist

k_i abhängig von der gewählten Schutzklasse des LPS (siehe Tabelle 10);

k_c abhängig vom Blitzstrom, der in den Ableitungen fließt (siehe Tabelle 11);

k_m abhängig vom elektrischen Isolierstoff (siehe Tabelle 12);

l die Länge entlang der Fangeinrichtung oder der Ableitung in Meter von dem Punkt, an dem der Trennungsabstand ermittelt werden soll, bis zum nächstliegenden Punkt des Potentialausgleichs.

Tabelle 10 – Isolation des äußeren LPS – Werte des Koeffizienten k_i

Schutzklasse des LPS	k_i
I	0,08
II	0,06
III und IV	0,04

Tabelle 11 – Isolation des äußeren LPS – Werte des Koeffizienten k_c

Anzahl der Ableitungen	Genauere Werte (siehe Tabelle C.1)
n	k_c
1	1
2	1 ... 0,5
4 und mehr	1 ... 1/n

Tabelle 12 – Isolation des äußeren LPS – Werte des Koeffizienten k_m

Werkstoff	k_m
Luft	1
Beton, Ziegel	0,5
ANMERKUNG 1 Wenn mehrere Isolierstoffe übereinander verwendet werden, wird in der Praxis der geringste Wert für k_m benutzt.	
ANMERKUNG 2 Der Einsatz anderer Isolierstoffe ist in Beratung.	

Bei Leitungen oder äußeren leitenden Teilen, die mit der bauliche Anlage verbunden sind, ist es immer notwendig, an deren Eintrittspunkt in die bauliche Anlage eine Blitzschutz-Potentialausgleichsverbinding (entweder direkt oder über SPDs) sicherzustellen.

In baulichen Anlagen mit metallener oder elektrisch durchverbundener Stahlbewehrung ist ein Trennungsabstand nicht notwendig.

7 Wartung und Prüfung von Blitzschutzsystemen

7.1 Umfang der Prüfungen

Der Zweck der Prüfungen ist es sicherzustellen, dass:

- der Entwurf des LPS dieser Norm entspricht;
- alle Teile des LPS in gutem Zustand sind und die ihnen zugedachten Funktionen erfüllen können und dass keine Korrosion vorhanden ist;
- alle neu hinzugekommenen Versorgungseinrichtungen oder baulichen Änderungen in das LPS einbezogen wurden.

7.2 Reihenfolge der Prüfungen

Prüfungen sollten nach 7.1 wie folgt durchgeführt werden:

- bei der Errichtung der baulichen Anlage, um die eingebetteten Erder zu überprüfen;
- nach der Errichtung des LPS;
- periodisch in Abständen, die entsprechend der Beschaffenheit der zu schützenden baulichen Anlage festgelegt wurden, z. B. der Korrosionsprobleme und der Schutzklasse des LPS;

ANMERKUNG Für detaillierte Informationen siehe E.7.

- nach Veränderungen, Reparaturen oder wenn bekannt ist, dass die bauliche Anlage von einem Blitz getroffen worden ist.

Während der periodischen Prüfungen muss besonders kontrolliert werden:

- Verschlechterung und Korrosion an Bauteilen der Fangeinrichtung, Leitungen und Verbindungen;
- Korrosion der Erder;
- Erdungswiderstandswert der Erdungsanlage;
- Zustand der Verbindungen, Potentialausgleichsverbindungen und Befestigungen.

7.3 Wartung

Regelmäßige Prüfungen sind eine der Grundbedingungen für eine zuverlässige Wartung eines LPS. Der Eigentümer muss über alle beobachteten Fehler informiert werden und sie müssen sofort behoben werden.

8 Schutzmaßnahmen gegen Verletzungen von Personen durch Berührungs- und Schrittspannungen

8.1 Schutzmaßnahmen gegen Berührungsspannungen

Unter bestimmten Bedingungen kann die Annäherung an die Ableitungen eines LPS außerhalb der baulichen Anlage lebensgefährlich werden, obwohl das LPS nach den vorstehenden Vorschriften geplant und errichtet wurde.

Die Lebensgefahr wird auf ein annehmbares Maß verringert, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt wird:

- a) Die Wahrscheinlichkeit, dass sich Personen nähern oder lange außerhalb der baulichen Anlage und nahe der Ableitungen aufhalten, ist gering.
- b) Die natürlichen Ableitungen bestehen aus mehreren Stützen eines ausgedehnten Metallgerüsts der baulichen Anlage oder aus mehreren bewehrten Säulen, wenn der elektrische Durchgang sichergestellt ist.
- c) Der spezifische Widerstand der Oberflächenschicht des Erdbodens im Umkreis von 3 m um die Ableitung ist nicht geringer als 5 k Ω m.

ANMERKUNG Eine Schicht Isolierstoff, z. B. Asphalt mit 5 cm Dicke (oder eine Schicht Kies mit 15 cm Dicke), reduziert im Allgemeinen die Gefahr auf ein annehmbares Maß.

Wenn keine dieser Bedingungen erfüllt ist, müssen folgende Schutzmaßnahmen gegen Verletzungen von Personen durch Berührungsspannungen ergriffen werden:

- die freiliegende Ableitung ist ummantelt mit einer Isolierung, die einer Stehstoßspannung von 100 kV bei 1,2/50 standhält, z. B. wenigstens 3 mm vernetztes Polyethylen;
- Absperrungen und/oder Warnhinweise zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit einer Berührung der Ableitungen.

Schutzmaßnahmen müssen den zutreffenden Normen entsprechen (siehe ISO 3864-1).

8.2 Schutzmaßnahmen gegen Schrittspannungen

Unter bestimmten Bedingungen kann die Annäherung an die Ableitungen außerhalb der baulichen Anlage lebensgefährlich werden, obwohl das LPS nach den vorstehenden Vorschriften geplant und errichtet wurde.

Die Lebensgefahr wird auf ein annehmbares Maß verringert, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt wird:

- a) Die Wahrscheinlichkeit, dass sich Personen nähern oder lange im Gefahrenbereich im Umkreis der Ableitungen von 3 m aufhalten, ist gering.
- b) Der spezifische Widerstand der Oberflächenschicht des Erdbodens im Umkreis der Ableitung von 3 m ist nicht geringer als 5 k Ω m.

ANMERKUNG Eine Schicht Isolierstoff, z. B. Asphalt mit 5 cm Dicke (oder eine Schicht Kies mit 15 cm Dicke), reduziert im Allgemeinen die Gefahr auf ein annehmbares Maß.

Wenn keine dieser Bedingungen erfüllt ist, müssen folgende Schutzmaßnahmen gegen Verletzungen von Personen durch Schrittspannungen ergriffen werden:

- Potentialausgleich durch ein vermaschtes Erdungssystem;
- Absperrungen und/oder Warnhinweise zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit des Zutritts zum Gefahrenbereich im Umkreis von 3 m um die Ableitung.

Schutzmaßnahmen müssen den zutreffenden Normen entsprechen (siehe ISO 3864-1).

Anhang A (normativ)

Anordnung von Fangeinrichtungen

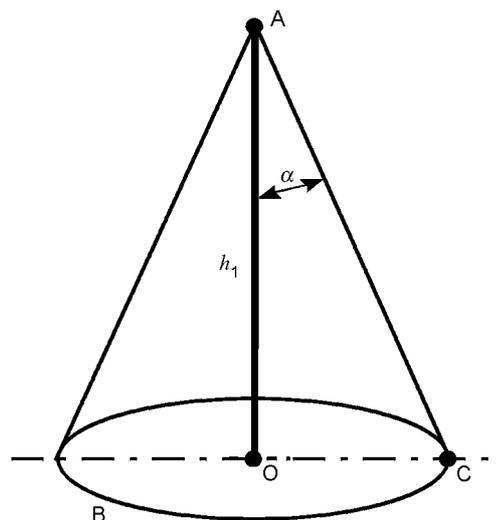
A.1 Anordnung der Fangeinrichtungen unter Verwendung des Schutzwinkelverfahrens

Die Anordnung entspricht den Forderungen, wenn die zu schützende bauliche Anlage voll innerhalb des Raumes liegt, der durch die Fangeinrichtungen geschützt wird.

Für die Bestimmung des geschützten Volumens sind nur die realen Maße der metallenen Fangeinrichtungen zu berücksichtigen.

A.1.1 Durch senkrechte Fangstangen geschützter Raum

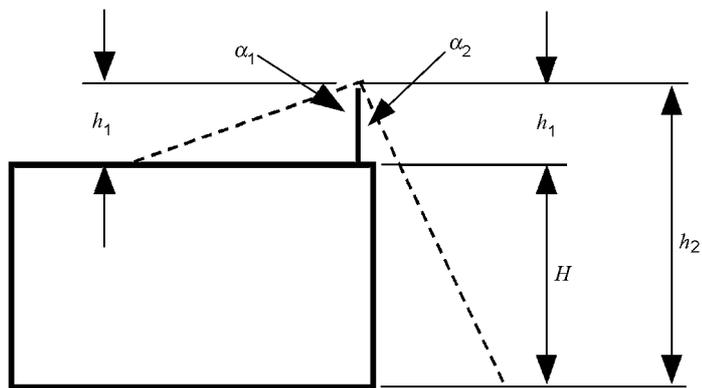
Der durch eine Fangstange geschützte Raum wird in Form eines keisförmigen Kegels mit senkrechter Achse angenommen, dessen Spitze in der Achse der Fangstange liegt und dessen Oberfläche einen Winkel α zur Achse hat, die von der Schutzklasse des LPS und der Höhe der Fangeinrichtung nach Tabelle 2 abhängig ist. Beispiele für geschützte Räume sind in den Bildern A.1 und A.2 dargestellt.



Legende

- A Spitze der Fangeinrichtung
- B Bezugsebene
- OC Radius der geschützten Fläche
- h_1 Höhe der Fangstangenspitze über der zu schützenden Fläche
- α Schutzwinkel nach Tabelle 2

Bild A.1 – Durch eine senkrechte Fangstange geschütztes Volumen



Legende

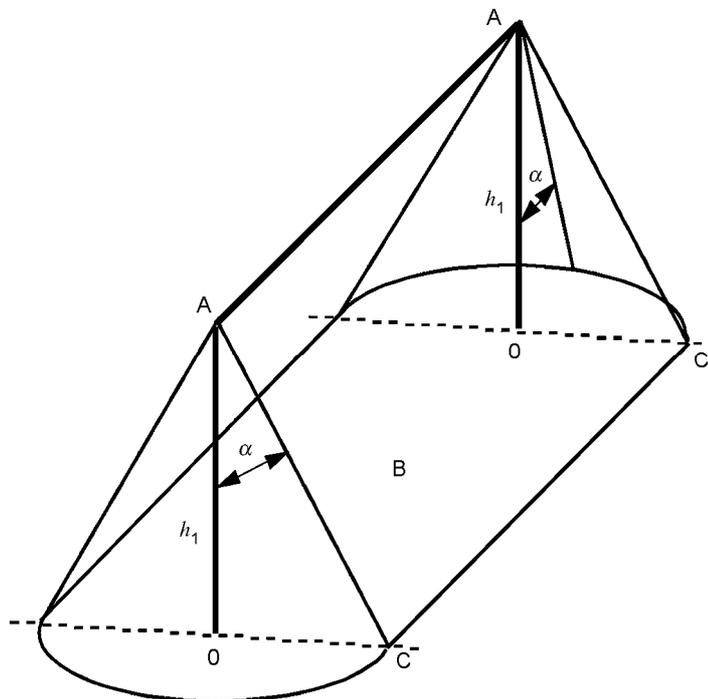
h_1 physikalische Höhe einer Fangstange

ANMERKUNG Der Schutzwinkel α_1 bezieht sich auf die Höhe der Fangeinrichtung h_1 über der zu schützenden Dachfläche; der Schutzwinkel α_2 bezieht sich auf die Höhe $h_2 = h_1 + H$, wobei die Erdoberfläche die Bezugsebene ist; α_1 gehört zu h_1 und α_2 gehört zu h_2 .

Bild A.2 – Durch eine senkrechte Fangleitung geschütztes Volumen

A.1.2 Durch eine Fangleitung geschützter Raum

Der durch eine Fangleitung geschützte Raum ist definiert durch die Gesamtheit der geschützten Räume aller gedachten senkrechten Fangstangen, deren Spitzen an der Fangleitung liegen. Beispiele für geschützte Räume sind in Bild A.3 dargestellt.



ANMERKUNG Siehe Bild A.1 für die Legende.

Bild A.3 – Durch eine Fangleitung geschütztes Volumen

A.1.3 Durch ein Fangleitungs-Maschennetz geschützter Raum

Der durch ein Fangleitungs-Maschennetz geschützte Raum ist definiert als die Kombination des geschützten Raumes der einzelnen Fangleitungen, die ein Netz bilden.

Ein Beispiel für ein Fangleitungs-Maschennetz ist in den Bildern A.4 und A.5 dargestellt.

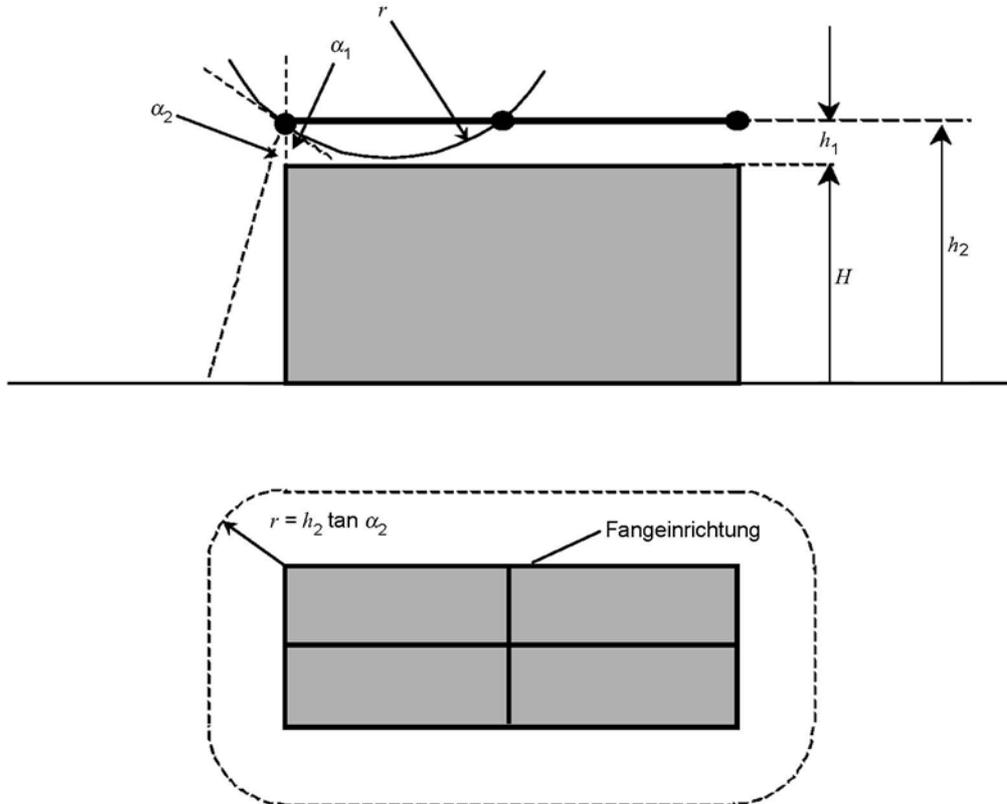
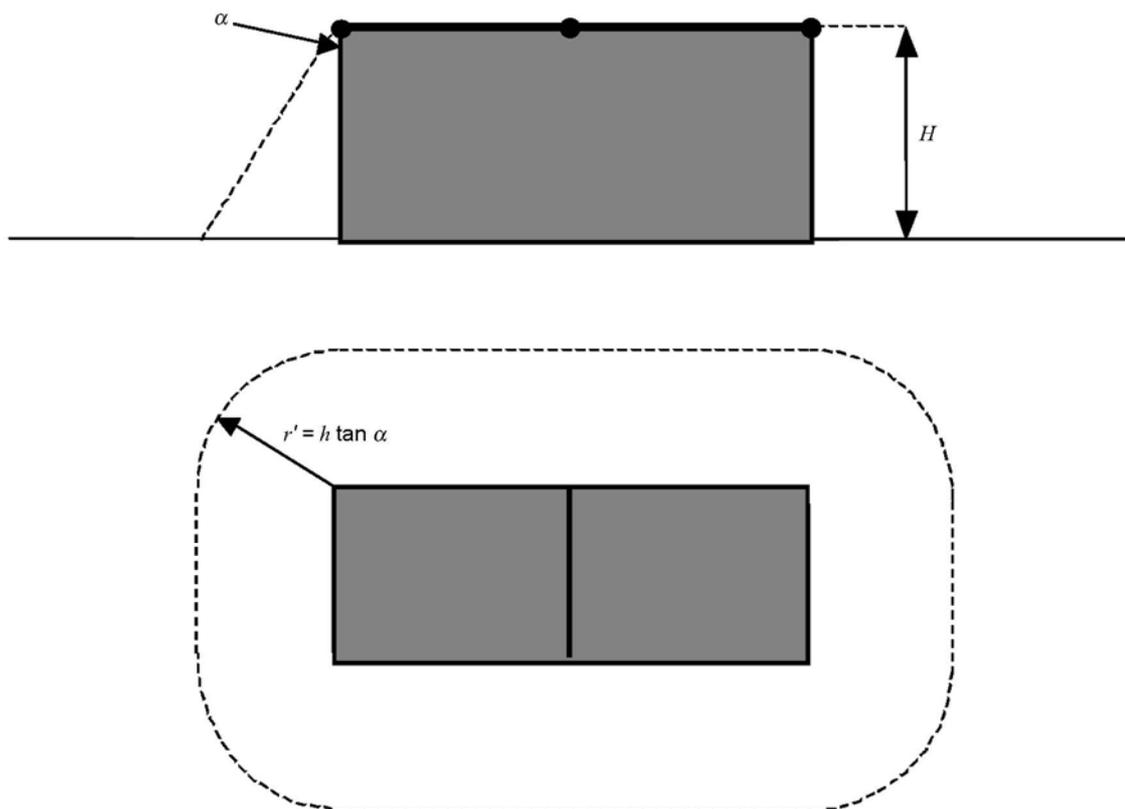


Bild A.4 – Durch eine maschenförmige Anordnung von getrennten Fangleitungen geschütztes Volumen nach dem Schutzwinkel- und Blitzkugelverfahren

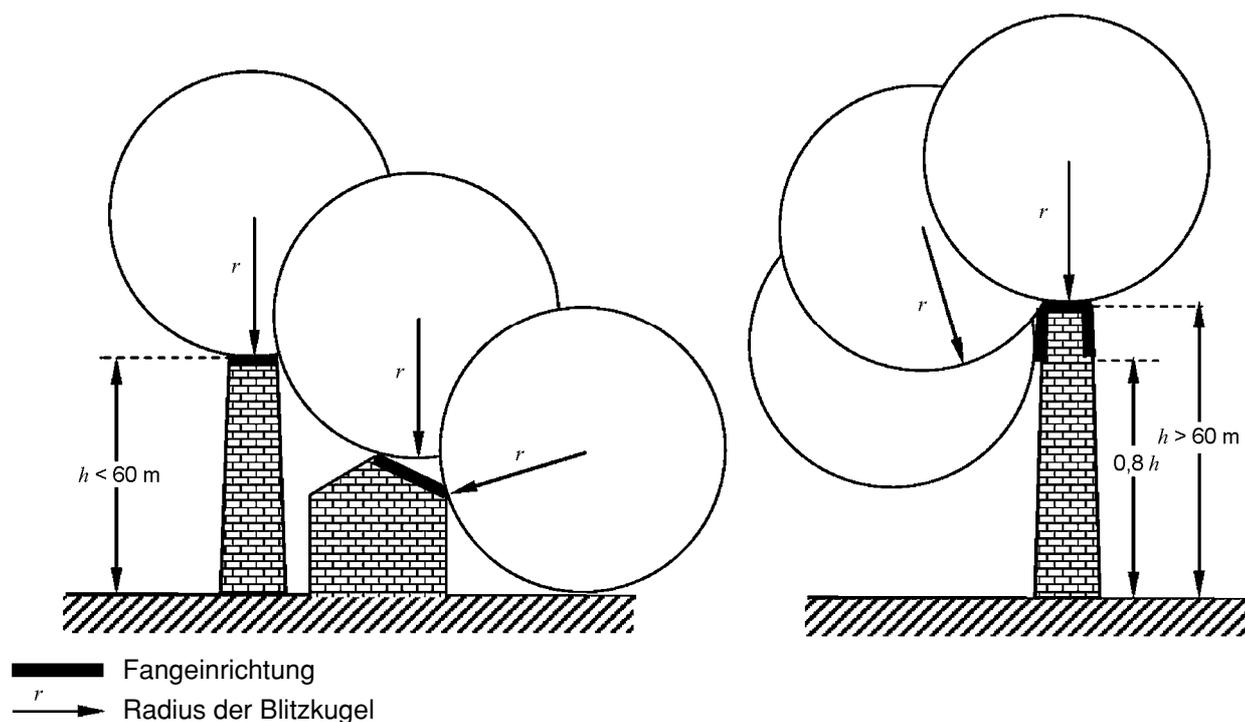


ANMERKUNG $H = h$.

Bild A.5 – Durch eine maschenförmige Anordnung von nicht getrennten Fangleitungen geschütztes Volumen nach dem Maschen- und Schutzwinkelverfahren

A.2 Anordnung der Fangeinrichtungen unter Verwendung des Blitzkugelverfahrens

Bei diesem Verfahren entspricht die Anordnung der Fangeinrichtungen den Forderungen, wenn kein Punkt der zu schützenden baulichen Anlage von einer Blitzkugel berührt wird, deren Radius r von der Schutzklasse des LPS abhängig ist (siehe Tabelle 2) und die um und über die zu schützende Anlage in alle möglichen Richtungen gerollt wird. Auf diese Weise berührt die Kugel nur die Fangeinrichtung (siehe Bild A.6).



ANMERKUNG 1 Der Radius der Blitzkugel r muss der ausgewählten Schutzklasse des LPS entsprechen (siehe Tabelle 2).

ANMERKUNG 2 $H = h$.

Bild A.6 – Entwurf einer LPS-Fangeinrichtung nach dem Blitzkugelverfahren

An allen baulichen Anlagen, die höher als der Radius der Blitzkugel r sind, können Seiteneinschläge auftreten. Jeder seitliche Punkt der Oberfläche der baulichen Anlage, der von der Blitzkugel berührt wird, ist ein möglicher Einschlagpunkt. Die Wahrscheinlichkeit eines Seiteneinschlages ist jedoch bei baulichen Anlagen mit einer Höhe unter 60 m vernachlässigbar.

Bei höheren baulichen Anlagen wird der größte Teil der Einschläge die Oberfläche, Vorderkanten und Ecken der baulichen Anlagen treffen. Nur wenige Prozent der Einschläge werden die Seiten der baulichen Anlage treffen.

Darüber hinaus zeigen die Untersuchungsdaten, dass die Wahrscheinlichkeit der Seiteneinschläge bei hohen baulichen Anlagen mit abnehmender Höhe des Einschlagpunktes, gemessen vom Boden, sehr schnell abnimmt. Daher sollte die Errichtung von seitlichen Fangeinrichtungen am oberen Teil hoher baulicher Anlagen erwogen werden (gewöhnlich an den oberen 20 % der Gebäudehöhe). In diesem Fall wird das Blitzkugelverfahren nur zur Anordnung von Fangeinrichtungen am oberen Teil der baulichen Anlage benutzt.

A.3 Anordnung der Fangeinrichtungen unter Verwendung des Maschenverfahrens

Für den Schutz ebener Flächen wird angenommen, dass ein Maschennetz die gesamte Oberfläche schützt, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) Fangleitungen sind angeordnet an:
 - Dachkanten,
 - Dachüberhängen,
 - Dachfirst, wenn die Dachneigung größer als 1/10 ist;

ANMERKUNG 1 Das Maschenverfahren ist geeignet für waagerechte und geneigte Dächer ohne Wölbung.

ANMERKUNG 2 Das Maschenverfahren ist geeignet für ebene Seitenflächen zum Schutz gegen Seiteneinschläge.

ANMERKUNG 3 Wenn die Neigung des Daches größer ist als 1/10, können parallele Fangleitungen anstelle von Maschen verwendet werden, sofern deren Abstand nicht größer als die erforderliche Maschenweite ist.

- b) die Maschenweiten des Fangnetzwerkes sind nicht größer als die in Tabelle 2 angegebenen Werte;
- c) das Netzwerk der Fangeinrichtungen ist so ausgeführt, dass der Blitzstrom immer über mindestens zwei metallene Wege zur Erdungsanlage abfließen kann;
- d) metallene Installationen ragen nicht aus dem durch die Fangeinrichtungen geschützten Volumen heraus;

ANMERKUNG 4 Weitere Informationen sind im Anhang E enthalten.

- e) die Fangleitungen werden, soweit möglich, auf dem kürzesten und direkten Weg angeordnet.

Anhang B (normativ)

Mindestquerschnitt der eingeführten Kabelschirme zur Vermeidung einer gefährlichen Funkenbildung

Die Überspannungen zwischen den aktiven Leitern und dem Schirm eines Kabels durch den über den Schirm fließenden Blitzstrom können eine gefährliche Funkenbildung verursachen. Diese hängt vom Werkstoff und den Maßen des Schirmes sowie von der Länge und der Lage des Kabels ab.

Der Mindestwert S_{cmin} (in mm²) der Querschnittsfläche des Schirmes, bei dem eine gefährliche Funkenbildung vermieden wird, ergibt sich nach:

$$S_{cmin} = \frac{I_f \cdot \rho_c \cdot L_c \cdot 10^6}{U_w} \quad (\text{mm}^2) \quad (\text{B.1})$$

Dabei ist

I_f der über den Schirm fließende Strom in kA;

ρ_c der spezifische Widerstand des Schirmes in Ωm ;

L_c die Kabellänge in m (siehe Tabelle B.1);

U_w die Stehstoßspannung des elektrischen/elektronischen Systems, die in das Kabel eingespeist wird, in kV.

Tabelle B.1 – Zu berücksichtigende Kabellänge in Abhängigkeit vom Zustand des Schirmes

Zustand des Schirmes	L_c
in Kontakt mit dem Erdboden mit einem spezifischen Widerstand ρ (Ωm)	$L_c \leq 8\sqrt{\rho}$
isoliert vom Erdboden oder in Luft	L_c Abstand zwischen der baulichen Anlage und dem nächstliegenden Erdungspunkt des Schirmes

ANMERKUNG Es sollte ermittelt werden, ob ein unzulässiger Temperaturanstieg der Leitungsisolierung eintreten kann, wenn der Blitzstrom im Leitungsschirm oder im Leiter fließt. Genaue Informationen siehe IEC 62305-4.

Die Grenzwerte für den Strom sind:

- für geschirmte Kabel $I_f = 8 S_c$ und
- für ungeschirmte Kabel $I_f = 8 n' \cdot S'_c$

Dabei ist

I_f der Strom im Schirm in kA;

n' die Anzahl der Leiter;

S_c der Querschnitt des Schirmes in mm²;

S'_c der Querschnitt jedes Leiters in mm².

Anhang C (informativ)

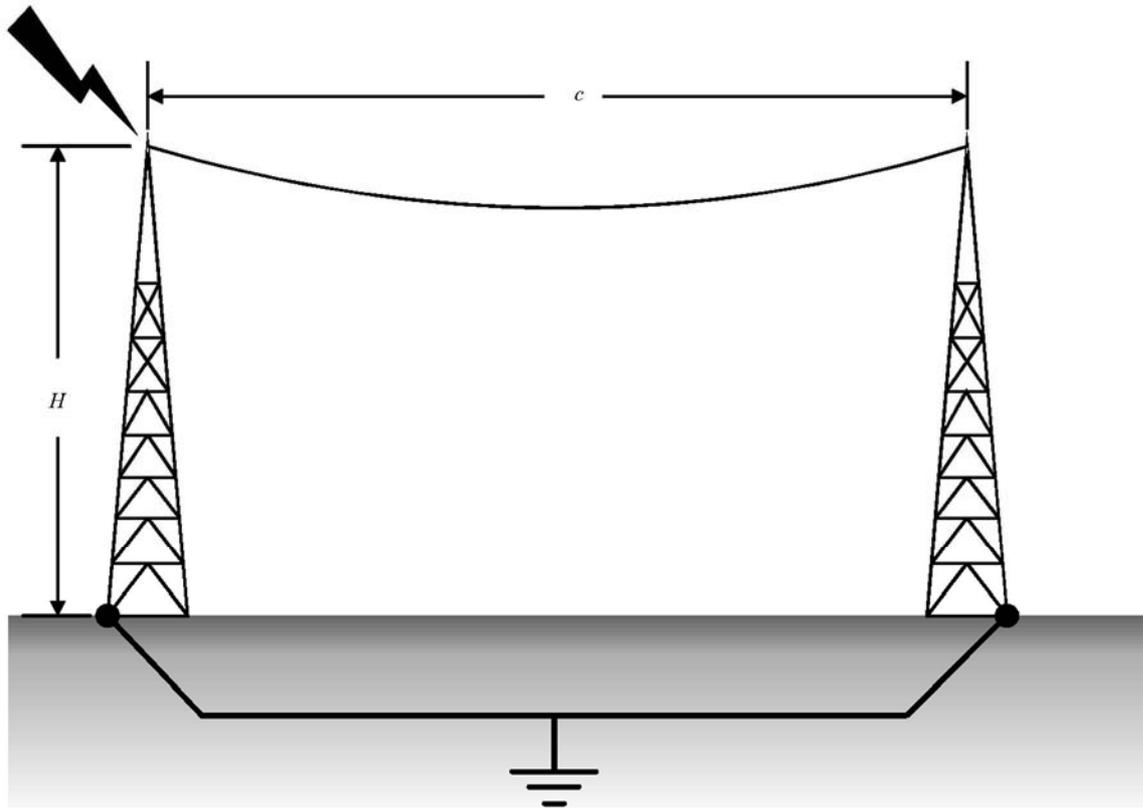
Aufteilung des Blitzstromes auf die Ableitungen

Der Stromaufteilungskoeffizient k_c des Blitzstromes auf die verschiedenen Ableitungen hängt ab von der Gesamtzahl der Ableitungen n und der Lage der jeweiligen Ableitung und der verbindenden Ringleiter, vom Typ der Fangeinrichtung und vom Typ der Erdungsanlage nach Tabelle C.1.

Die folgende Tabelle C.1 gilt für die Erderanordnung Typ A unter der Bedingung, dass der Erdungswiderstand jedes Erders den gleichen Wert hat, und für die Erderanordnung Typ B.

Tabelle C.1 – Werte des Koeffizienten k_c

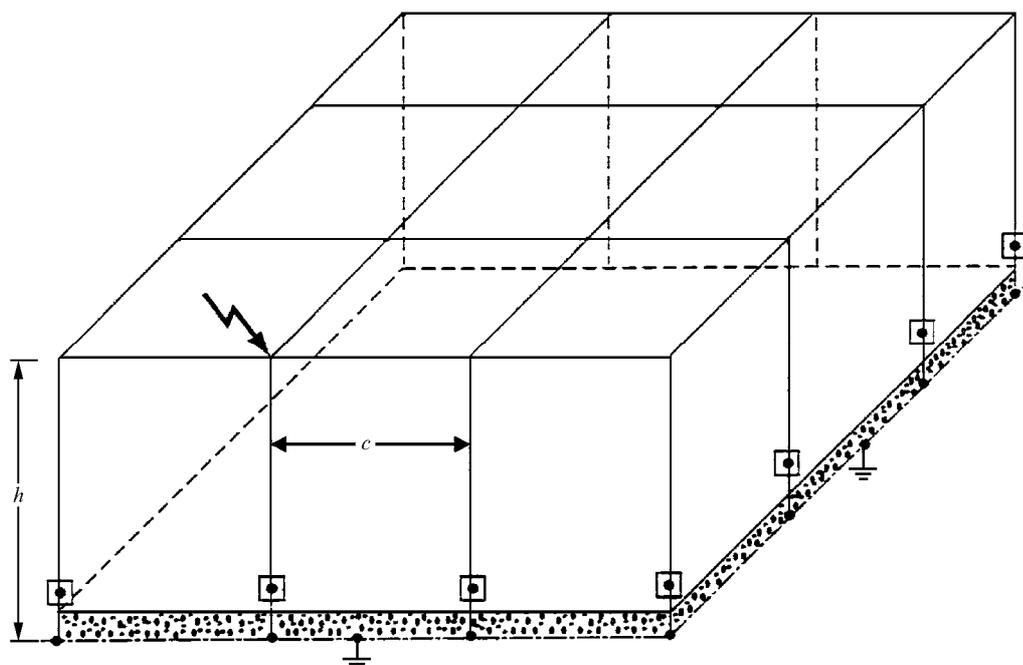
Typ der Fangeinrichtung	Anzahl der Ableitungen n	k_c	
		Erderanordnung Typ A	Erderanordnung Typ B
Einzelstange	1	1	1
Draht	2	0,66 ^{d)}	0,5 ... 1 (siehe Bild C.1) ^{a)}
Maschen	4 und mehr	0,44 ^{d)}	0,25 ... 0,5 (siehe Bild C.2) ^{b)}
Maschen	4 und mehr, verbunden durch horizontale Ringleiter	0,44 ^{d)}	1/n ... 0,5 (siehe Bild C.3) ^{c)}
<p>a) Bereich der Werte von $k_c = 0,5$, wenn $c \ll h$ ist, bis $k_c = 1$ wenn $h \ll c$ ist (siehe Bild C.1).</p> <p>b) Die Gleichung für k_c in Bild C.2 ist eine Näherung für kubische bauliche Anlagen und für $n \geq 4$. Die Werte von h, c_s und c_d werden im Bereich von 5 m bis 20 m angenommen.</p> <p>c) Wenn die Ableitungen horizontal durch Ringleiter miteinander verbunden sind, ist die Stromaufteilung in den unteren Teilen der Ableitungseinrichtung homogener und k_c entsprechend verringert. Dies gilt besonders bei hohen baulichen Anlagen.</p> <p>d) Diese Werte gelten, wenn die Einzelerder annähernd gleiche Erdungswiderstände aufweisen. Unterscheiden sich die Erdungswiderstände der Einzelerder stark voneinander, wird angenommen, dass $k_c = 1$ ist.</p>			
<p>ANMERKUNG Wenn genaue Berechnungen durchgeführt werden, dürfen andere k_c-Werte benutzt werden.</p>			



$$k_c = \frac{h + c}{2h + c}$$

ANMERKUNG $H = h$.

Bild C.1 – Wert des Koeffizienten k_c im Falle einer Fangleitung und Erdungsanlage Typ B



$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

Legende

- n Gesamtzahl der Ableitungen
- c Abstand einer Ableitung zur nächsten Ableitung
- h Abstand (oder Höhe) zwischen Ringleitern

ANMERKUNG 1 Für eine genaue Berechnung des Koeffizienten k_c siehe Bild C.3.

ANMERKUNG 2 Wenn innere Ableitungen vorhanden sind, müssen diese bei der Berechnung von k_c berücksichtigt werden.

Bild C.2 – Werte des Koeffizienten k_c im Falle eines vermaschten Fangleitungsnetzes und einer Erdungsanlage Typ B

$$d_a \geq s_a = \frac{k_i}{k_m} \cdot k_{c1} \cdot l_a$$

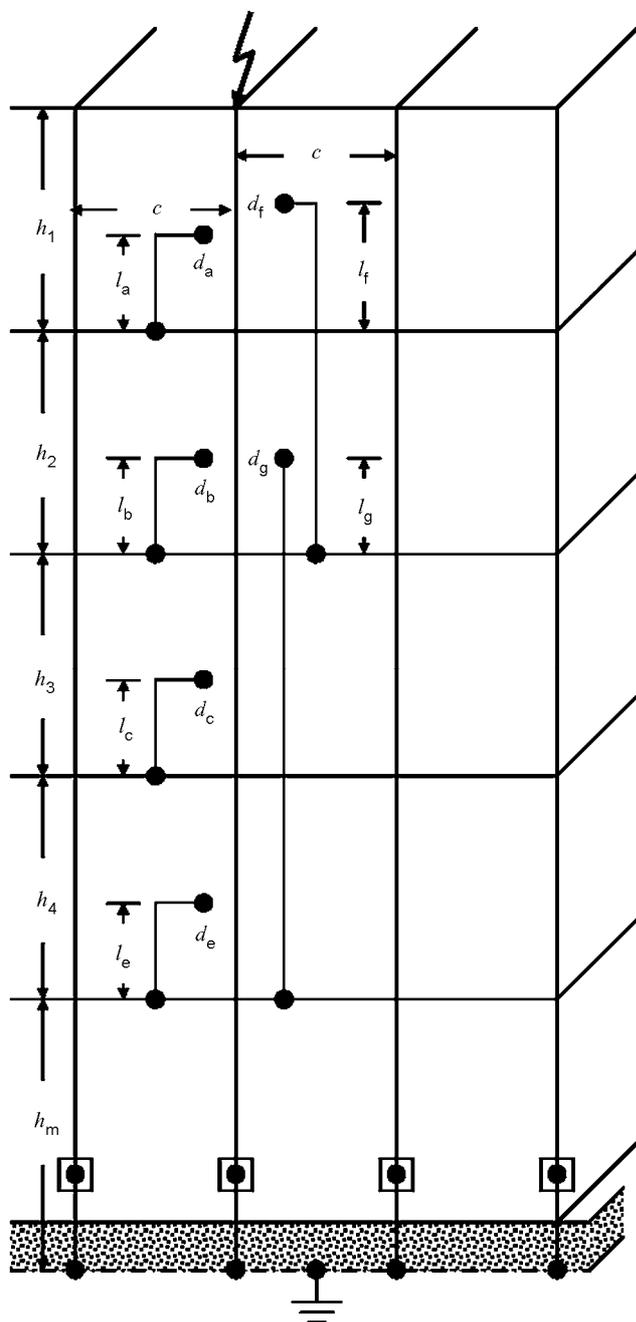
$$d_b \geq s_b = \frac{k_i}{k_m} \cdot k_{c2} \cdot l_b$$

$$d_c \geq s_c = \frac{k_i}{k_m} \cdot k_{c3} \cdot l_c$$

$$d_e \geq s_e = \frac{k_i}{k_m} \cdot k_{c4} \cdot l_e$$

$$d_f \geq s_f = \frac{k_i}{k_m} \cdot (k_{c1} \cdot l_f + k_{c2} \cdot h_2)$$

$$d_g \geq s_g = \frac{k_i}{k_m} \cdot (k_{c2} \cdot l_g + k_{c3} \cdot h_3 + k_{c4} \cdot h_4)$$



$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

$$k_{c2} = \frac{1}{n} + 0,1$$

$$k_{c3} = \frac{1}{n} + 0,01$$

$$k_{c4} = \frac{1}{n}$$

$$k_{cm} = k_{c4} = \frac{1}{n}$$

Legende

- n Gesamtzahl der Ableitungen
- c Abstand von der nächsten Ableitung
- h Abstand (Höhe) zwischen Ringleitern
- m Gesamtzahl der Ebenen
- d Abstand zur nächsten Ableitung
- l Höhe über der Verbindung mit dem Potentialausgleich

Bild C.3 – Beispiel für die Berechnung des Trennungsabstands bei einem vermaschten Fangleitungsnetz, durch Ringleiter verbundene Ableitungen in jeder Ebene und einer Erdungsanlage Typ B

Anhang D (informativ)

Weitere Informationen für Blitzschutzsysteme für explosionsgefährdete bauliche Anlagen

D.1 Allgemeines

In diesem Anhang sind zusätzliche Informationen für den Entwurf, den Aufbau, die Erweiterung und Änderung von Blitzschutzsystemen für explosionsgefährdete Bereiche enthalten.

ANMERKUNG 1 Die Informationen dieses Anhangs beruhen auf den in der Praxis bewährten Ausführungen von Blitzschutzsystemen in explosionsgefährdeten Bereichen.

Wenn von zuständigen Behörden oder als Ergebnis einer Risikobewertung nach IEC 62305-2 ein Schutz gegen Blitzschlag erforderlich ist, sollten mindestens LPS der Schutzklasse II eingesetzt werden. Für besondere Anwendungen sind in diesem Anhang zusätzliche Informationen enthalten.

ANMERKUNG 2 Ausnahmen für den Einsatz der Blitzschutzklasse II sind zulässig, wenn sie technisch gerechtfertigt und von der zuständigen Behörde genehmigt sind. Beispielsweise ist Blitzschutzklasse I in allen Fällen zulässig, besonders wenn die Umgebung oder der Inhalt der baulichen Anlage besonders anfällig gegen Auswirkungen eines Blitzeinschlags ist. Darüber hinaus kann die zuständige Behörde Blitzschutzklasse III zulassen, wenn es durch das seltene Auftreten von Blitzschlägen und/oder die Unempfindlichkeit des Inhaltes der baulichen Anlage gerechtfertigt ist.

D.2 Zusätzliche Begriffe

Zusätzlich zu den Begriffen und Definitionen von Abschnitt 3 dieser Norm, gelten für diesen Anhang folgende Begriffe.

D.2.1

Trennfunkstrecke

Bauteil mit einer Entladungsstrecke zur Trennung elektrisch leitender Abschnitte einer Anlage

ANMERKUNG Bei einem Blitzeinschlag sind als Folge der Entladung die Abschnitte der Anlage kurzzeitig leitend miteinander verbunden.

D.2.2

fester Explosivstoff

feste chemische Verbindung, Gemisch oder eine Einrichtung, deren Hauptzweck das Auslösen einer Explosion ist

D.2.3

Zone 0

Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre als Mischung entflammbarer Stoffe in Form von Gas, Dampf oder Nebel mit Luft ständig, langfristig oder häufig vorhanden ist

[IEV 426-03-03, modifiziert]

D.2.4

Zone 1

Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre als Mischung entflammbarer Stoffe in Form von Gas, Dampf oder Nebel mit Luft bei Normalbetrieb gelegentlich auftritt

[IEV 426-03-04, modifiziert]

D.2.5**Zone 2**

Bereich, in dem im Normalbetrieb nicht damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre als Mischung entflammbarer Stoffe in Form von Gas, Dampf oder Nebel mit Luft auftritt, wenn sie aber dennoch auftritt, dann nur selten und kurzfristig

[IEV 426-03-05, modifiziert]

ANMERKUNG 1 Bei dieser Definition bedeutet das Wort „auftreten“ die Gesamtdauer, für die die entflammbare Atmosphäre besteht. Dazu gehört gewöhnlich die Gesamtdauer des Austritts sowie die Zeit, die die entflammbare Atmosphäre benötigt, um sich zu verteilen, nachdem sie ausgetreten ist.

ANMERKUNG 2 Hinweise über die Häufigkeit des Auftretens und die Dauer können Vorschriften oder anderen technischen Regeln entnommen werden, die sich auf den bestimmten Industriezweig oder die Anwendung beziehen.

D.2.6**Zone 20**

Bereich, in dem eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubs in der Luft ständig, langfristig oder häufig vorhanden ist

[IEC 61241-10:1997, modifiziert]

D.2.7**Zone 21**

Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubs in der Luft bei Normalbetrieb gelegentlich auftritt

[IEC 61241-10:1997, modifiziert]

D.2.8**Zone 22**

Bereich, in dem im Normalbetrieb nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubs in der Luft auftritt, wenn sie aber dennoch auftritt, dann nur selten und kurzzeitig

[IEC 61241-10:1997]

D.3 Grundlegende Anforderungen**D.3.1 Allgemeines**

Das Blitzschutzsystem sollte so ausgeführt werden, dass bei einem direkten Blitzeinschlag außer an der Einschlagstelle keine Schmelz- und Sprühwirkungen entstehen.

ANMERKUNG Überschläge oder schädliche Einwirkungen am Einschlagpunkt können ebenfalls auftreten. Das sollte bei der Bestimmung der Position von Fangeinrichtungen mit berücksichtigt werden. In den Fällen, wo es nicht möglich ist, Ableitungseinrichtungen außerhalb einer Gefahrenzone zu errichten, sollten sie so angebracht werden, dass die Selbstentzündungstemperatur der explosionsgefährdeten Umgebung nicht überschritten wird.

D.3.2 Erforderliche Informationen

Dem Errichter/Planer des Blitzschutzsystems sollten Zeichnungen der zu schützenden Anlage(n) mit entsprechender Kennzeichnung der Bereiche, in denen feste Explosivstoffe benutzt oder gelagert werden, und der Gefahrenzonen nach IEC 60079-10 und IEC 61241-10 zur Verfügung gestellt werden.

D.3.3 Erdung

In explosionsgefährdeten Bereichen wird für sämtliche Blitzschutzsysteme eine Anordnung Typ B für die Erdungsanlage nach 5.4.2.2 empfohlen.

ANMERKUNG Durch die Art und den Aufbau einer Anlage kann bereits eine gleichwertige Erdung wie durch eine Ringerdung erreicht werden (z. B. metallene Lagertanks).

Der Ableitungswiderstand von Erdungsanlagen in Bereichen mit festen Explosivstoffen oder explosiven Gemischen soll so gering wie möglich sein, jedoch nicht größer als 10Ω .

D.3.4 Potentialausgleich

Der Blitzschutz-Potentialausgleich zwischen Blitzschutz-Bauteilen und anderen leitfähigen Teilen sowie zwischen den leitfähigen Teilen nach 6.2 sollte innerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen oder an Orten, an denen feste Explosivstoffe vorhanden sein können, sichergestellt werden

- auf Erdbodenhöhe;
- wo der Abstand zwischen leitenden Teilen kleiner ist als der Trennungsabstand s , der unter der Annahme berechnet wurde, dass $k_c = 1$ ist.

ANMERKUNG Wegen der Gefahr von Teilentladungen sind Trennungsabstände nur in Bereichen ohne Explosionsgefahr zu berücksichtigen. In Bereichen, wo Funken zur Zündung führen könnten, werden zusätzliche Potentialausgleichsmaßnahmen erforderlich, um sicherzustellen, dass es in den Zonen 0 oder 20 nicht zu gefährlichen Überschlügen kommt.

D.4 Bauliche Anlagen, die feste Explosivstoffe enthalten

Bei der Ausführung eines Blitzschutzes für bauliche Anlagen, die feste Explosivstoffe enthalten, sollte die Anfälligkeit des Werkstoffs in der Konfiguration, in der es benutzt oder gelagert wird, berücksichtigt werden. Für unempfindliche explosionsfähige Schüttgüter sind beispielsweise keine weiteren Anforderungen als die in diesem Anhang erforderlich. Es gibt jedoch bestimmte Konfigurationen empfindlicher Explosivstoffe, die anfällig gegen sich schnell ändernde elektrische Felder und/oder abgestrahlte LEMP sind. Für diese Anforderungen kann die Aufstellung zusätzlicher Anforderungen an den Potentialausgleich oder die Schirmung erforderlich sein.

Für bauliche Anlagen, die feste Explosivstoffe enthalten, wird ein getrenntes äußeres LPS (nach 5.1.2) empfohlen. Bauliche Anlagen, die vollständig in einem Metallmantel aus 5 mm dickem Stahl oder dergleichen (7 mm für bauliche Anlagen aus Aluminium) eingeschlossen sind, sind durch eine natürliche Fangeinrichtung nach 5.2.5 geschützt. Für diese baulichen Anlagen gelten die Erdungsanforderungen von 5.4.

An allen Stellen, an denen Explosivstoffe vorhanden sind, sollten Überspannungsschutzgeräte (SPDs) als Teil des Blitzschutzsystems vorgesehen werden. SPDs sollten möglichst außerhalb der Räume, in denen Explosivstoffe vorhanden sind, angebracht werden. SPDs innerhalb von Räumen, in denen Explosivstoffe oder explosiver Staub vorhanden sind, sollten explosionsgeschützt sein oder in ein explosionsgeschütztes Gehäuse eingeschlossen werden.

D.5 Bauliche Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen

D.5.1 Allgemeines

Sämtliche Teile des äußeren Blitzschutzes (Fangeinrichtung und Ableitungen) sollten, wo es möglich ist, in einem Abstand von mindestens 1 m außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche angeordnet werden. Wo das nicht möglich ist, sollten Leiter, die innerhalb eines Abstands von 0,5 m von der Gefahrenzone geführt werden, durchgehend sein oder durch Quetschverbinder oder Schweißen verbunden werden.

Wo sich ein explosionsgefährdeter Bereich direkt unter einem Metaldach befindet, dass bei einem Blitzeinschlag durchschlagen werden kann (siehe 5.2.5), müssen Fangeinrichtungen entsprechend den Anforderungen von 5.2 errichtet werden.

D.5.1.1 Begrenzung von Überspannungen

Überspannungsschutzgeräte sollten möglichst außerhalb explosionsgefährdeter Bereiche angebracht werden. Überspannungsschutzgeräte innerhalb explosionsgefährdeter Bereiche sollten für den explosionsge-

fährdeten Bereich, in dem sie installiert sind, zugelassen sein oder sich in einem Gehäuse befinden, wobei Gehäuse und Überspannungsschutzgerät für diese Gefahrenzone zugelassen sind.

D.5.1.2 Potentialausgleich

Zusätzlich zu den Anforderungen an den Potentialausgleich nach D.3.4 muss für das Blitzschutzsystem ein gemeinsamer Potentialausgleich nach den normativen Anforderungen der vorliegenden Norm, IEC 60079-14 und IEC 61241-14 vorgesehen werden.

Anschlüsse und Verbindungen mit Rohrleitungen sind so auszuführen, dass beim Blitzstromdurchgang keine Funken entstehen. Geeignete Anschlüsse an Rohrleitungen sind angeschweißte Fahnen oder Bolzen oder Gewindebohrungen in den Flanschen zur Aufnahme von Schrauben. Anschlüsse mittels Schellen sind nur zulässig, wenn durch Prüfungen Züandsicherheit bei Blitzströmen nachgewiesen wurde und geeignete Maßnahmen zur Sicherung der Zuverlässigkeit der Verbindung ergriffen wurden. Für den Anschluss von Verbindungs- und Erdungsleitungen an Behältern und Tanks sind besondere Anschlussstellen vorzusehen.

D.5.2 Bauliche Anlagen, die die Zonen 2 und 22 einschließen

In Anlagen mit Zone 2 oder Zone 22 sind keine zusätzlichen Blitzschutzmaßnahmen erforderlich.

Für Produktionsanlagen aus Metall (z. B. außenliegende Kolonnen, Reaktoren, Behälter mit Bereichen der Zonen 2 oder 22), deren Material und Dicke den Anforderungen von Tabelle 3 entsprechen, gilt:

- Fangeinrichtungen und Ableitungen sind nicht erforderlich;
- Produktionsanlagen sind nach Abschnitt 5 zu erden.

D.5.3 Anlagen, die die Zonen 1 oder 21 einschließen

Für Anlagen mit Zone 1 oder Zone 21 gelten die Festlegungen für die Zonen 2 und 22 mit folgenden Ergänzungen:

- Sind in Rohrleitungen Isolierstücke eingesetzt, sollte der Betreiber die Schutzmaßnahmen festlegen. Durch Einsatz von z. B. explosionsgeschützten Trennfunkentrecken kann ein Über- bzw. Durchschlag verhindert werden.
- Wenn möglich sollten die Trennfunkentrecken und die Isolierstücke außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche eingebaut werden.

D.5.4 Anlagen mit Zonen 0 oder 20

Für Anlagen mit Zone 0 oder Zone 20 gelten die Festlegungen von D.5.3, ergänzt durch die in diesem Abschnitt angegebenen Empfehlungen, soweit zutreffend.

Verbindungen des Blitzschutzsystems für den Blitzschutz-Potentialausgleich mittels Rohrleitungen und anderer metallischen Installationen dürfen nur mit Zustimmung des Betreibers der Anlage ausgeführt werden. Verbindungen für den Blitzschutz-Potentialausgleich über Funkenstrecken dürfen nicht ohne Zustimmung des Anlagenbetreibers erfolgen. Diese Geräte müssen für die Zone, in der sie benutzt werden, geeignet sein.

Für Anlagen im Freien mit Bereichen der Zonen 0 und 20 gilt zusätzlich zu den Festlegungen für die Zonen 1, 2, 21 und 22 Folgendes:

- Elektrische Einrichtungen im Innern von Tanks für brennbare Flüssigkeiten sollten für diese Anwendungen geeignet sein. Aufgrund der Bauart sollten Maßnahmen zum Blitzschutz ergriffen werden.
- Geschlossene Behälter aus Stahl, in deren Innern sich die Zone 0 bzw. 20 befindet, sollten an den möglichen Blitzeinschlagstellen eine Wanddicke von mindestens 5 mm haben. Bei geringerer Wanddicke sollten Fangeinrichtungen angebracht werden.

D.5.5 Besondere Anwendungen

D.5.5.1 Füllstationen

An Füllstationen für Tankfahrzeuge, Kesselwagen, Schiffe usw. mit Bereichen der Zonen 2 oder 22 sollten die Metallrohrleitungen nach Abschnitt 5 geerdet werden. Rohrleitungen sollten mit etwa vorhandenen Stahlkonstruktionen und Gleisen verbunden werden (soweit erforderlich über Trennfunkstrecken, die für die Zone, in der sie angeordnet sind, zugelassen sind), um damit die Auswirkungen von Bahnströmen, Streuströmen, elektrischen Zugsicherungen, kathodischen Korrosionsschutzanlagen und dergleichen zu berücksichtigen. Bei Umfüllanlagen an elektrischen Bahnen sind nationale Normen zu beachten.

D.5.5.2 Lagertanks

Bestimmte Bauarten von Lagertanks zur Speicherung von Flüssigkeiten, die entflammable Dämpfe erzeugen können, oder zur Speicherung entflammbarer Gase gelten als sicher (der Lagerbehälter ist vollkommen geschlossen mit einer Wanddicke von mindestens 5 mm Stahl oder 7 mm Aluminium) und erfordern keinen weiteren Blitzschutz. Innerhalb von Tanks vorhandene elektrische Ausrüstungen oder Messeinrichtungen sollten für den Einsatz in der Zone zugelassen sein. Aufgrund der Bauart sind Maßnahmen zum Blitzschutz zu ergreifen.

Einzelne stehende Tanks oder Behälter sollten entsprechend Abschnitt 5 geerdet sein, abhängig von der größten horizontalen Abmessung (Durchmesser oder Länge):

- bis 20 m: einmal;
- über 20 m: zweimal.

Für Tanks in Tank-Farmen (wie z. B. Raffinerien und Tanklagern) ist die Erdung eines jeden Tanks an nur einer Stelle ausreichend, unabhängig von der größten horizontalen Abmessung. Die Tanks in Tank-Farmen müssen miteinander verbunden werden. Als Verbindungen gelten neben den Verbindungen entsprechend den Tabellen 7 und 8 Rohrleitungen, die entsprechend 5.3.5 elektrisch leitend miteinander verbunden sind.

ANMERKUNG In einigen Ländern können zusätzliche Anforderungen existieren.

Bei Schwimmdachtanks sollte das Schwimmdach mit dem Tankmantel gut leitend verbunden sein. Die Ausführung der Ringspaltabdichtung und der Gleitschuhe und deren Anordnung muss sorgfältig ausgewählt werden, damit das Risiko der Zündung eines möglichen entflammbaren Gemisches durch Zündfunken auf das geringste mögliche Niveau gesenkt wird. Wenn Metalltreppen zwischen Tankmantel und Schwimmdach vorhanden sind, sind die beweglichen Treppenverbindungen, die Treppe mit dem oberen Tankmantelrand und die Treppe mit dem Schwimmdach mit flexiblen Erdungsbändern aus Kupfer mit einer Breite von 35 mm oder gleichwertig zu verbinden. Ist der Schwimmdachtank nicht mit einer Treppe ausgerüstet, sind zwischen Tankmantel und Schwimmdach ein oder mehrere (abhängig von der Größe des Tanks) flexible Erdungsbänder aus Kupfer mit einer Breite von 35 mm anzuordnen. Die Potentialausgleichsleiter sollten entweder entlang der Dachentwässerung verlaufen oder so angeordnet werden, dass sie keine geschlossenen Schleifen bilden können. An Schwimmdachtanks sollten zwischen dem Schwimmdach und dem Tankmantel in einem Abstand von etwa 1,5 m um den Umfang herum Gleitschuhe angebracht werden. Die Materialauswahl wird durch Produkt und/oder Umgebungsbedingungen bestimmt. Alternativen für eine angemessene leitende blitzstromtragfähige Verbindung zwischen Schwimmdach und Tankmantel sind nur zulässig, wenn diese durch Prüfungen nachgewiesen wurden und die Anschlüsse so ausgeführt sind, dass sie gegen Selbstlockern gesichert sind.

D.5.5.3 Rohrleitungen

Oberirdische Rohrleitungen aus Metall außerhalb von Produktionsanlagen sollten alle 30 m mit dem Erdungssystem verbunden oder mit einem Oberflächenerder oder einem Staberder geerdet werden.

Für Fernleitungen zum Befördern brennbarer Flüssigkeiten gilt:

- In Pumpenkammern, Schieberkammern und ähnlichen Anlagen sollten alle eingeführten Rohrleitungen einschließlich der metallenen Mantelrohre durch Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 50 mm² überbrückt werden.

- Die Überbrückungsleitungen sollten an besonderen angeschweißten Fahnen oder mit gegen Selbstlockern gesicherten Schrauben an den Flanschen der eingeführten Rohre angeschlossen werden. Isolierstücke sollten durch Funkenstrecken überbrückt werden.

D.6 Prüfung und Wartung

Empfehlungen zu Prüfungen und Wartung von Blitzschutzsystemen sind in E.7 enthalten.

Anhang E (informativ)

Leitfaden für Entwurf, Ausführung, Wartung und Prüfung von Blitzschutzsystemen

E.1 Allgemeines

Dieser Anhang liefert dem Anwender eine Hilfe für den physikalischen Entwurf und die Ausführung, die Wartung und die Prüfung eines LPS nach dieser Norm.

Dieser Anhang sollte angewendet werden und ist nur im Zusammenhang mit den anderen Teilen dieser Norm gültig.

Es werden Beispiele für Schutztechniken angegeben, die von internationalen Fachleuten anerkannt wurden.

ANMERKUNG Die angegebenen Beispiele sind nur mögliche Schutzverfahren. Es können auch gleichwertige Verfahren angewendet werden.

E.2 Aufbau dieses Anhangs

In diesem Anhang entsprechen die Nummern der Hauptabschnitte den Abschnittsnummern im Hauptdokument. Damit besteht eine einfache Beziehung zwischen beiden Teilen.

Aus diesem Grund wird in diesem Anhang die Abschnittsnummer E.3 nicht verwendet.

E.3 Frei

E.4 Entwurf von Blitzschutzsystemen (LPS)

E.4.1 Allgemeine Bemerkungen

Die Ausführung eines LPS für eine bestehende bauliche Anlage sollte immer gegen andere Maßnahmen des Blitzschutzes nach dieser Norm abgewogen werden, die den gleichen Schutzgrad mit weniger Kostenaufwand ergeben. Für die Auswahl der am besten geeigneten Schutzmaßnahmen gilt IEC 62305-2.

Das LPS sollte von LPS-Planern und -Errichtern geplant und installiert werden.

Der Blitzschutz-Planer und -Errichter sollte in der Lage sein, sowohl die elektrischen als auch die mechanischen Wirkungen der Blitzentladung einzuschätzen und außerdem mit den allgemeinen Grundlagen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) vertraut sein.

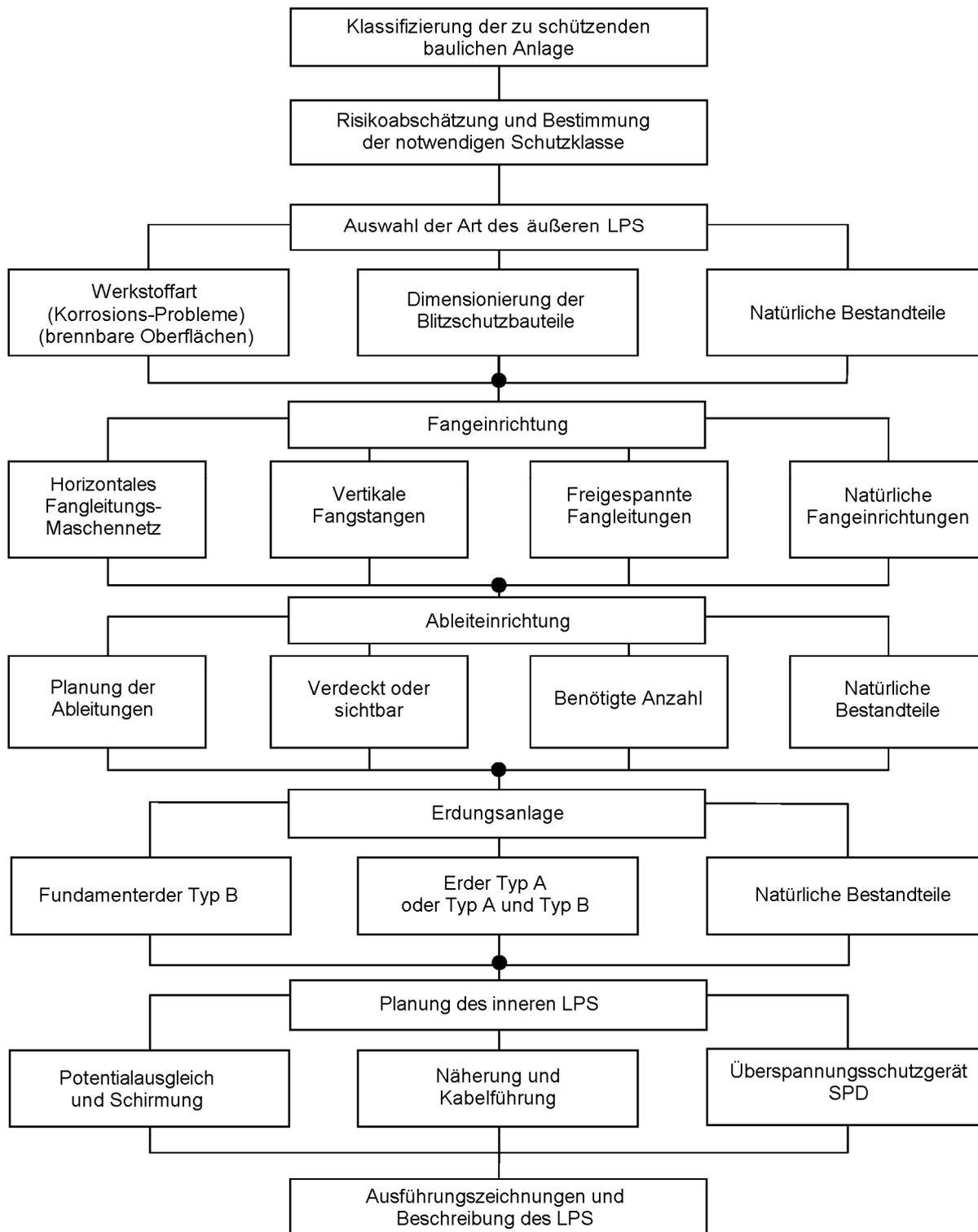
Darüber hinaus sollte der Blitzschutz-Planer in der Lage sein, Korrosionswirkungen abzuschätzen und zu beurteilen, wann das Einschalten eines Fachmannes notwendig ist.

Der Blitzschutz-Errichter sollte für die fachgerechte Installation der Teile des LPS nach den Anforderungen der vorliegenden Norm und den nationalen Vorschriften, die die Bauausführung und die Errichtung von baulichen Anlagen regeln, ausgebildet sein.

Die Aufgaben des LPS-Planers und -Errichters können von ein und derselben Blitzschutz-Fachkraft ausgeführt werden. Die Qualifikation als Blitzschutz-Fachkraft erfordert eine umfassende Kenntnis der entsprechenden Normen und mehrere Jahre Erfahrung.^{N1)}

N1) Nationale Fußnote: Siehe hierzu Erläuterung zur Blitzschutz-Fachkraft im Nationalen Vorwort.

Planung, Realisierung und Prüfung des LPS umfassen eine Reihe technischer Gebiete und bedürfen der Koordinierung aller bei der Bauausführung beteiligten Partner, um das Erreichen der gewählten Blitzschutzklasse mit minimalen Kosten und geringstmöglichem Aufwand zu gewährleisten. Die Bauleitung für das LPS wird erfolgreich sein, wenn die Schritte in Bild E.1 befolgt werden. Die Qualitätssicherungsmaßnahmen sind von großer Bedeutung, speziell für bauliche Anlagen mit umfangreichen elektrischen und elektronischen Anlagen.



ANMERKUNG Schnittstellen ● erfordern engste Zusammenarbeit von Architekt, Ingenieur und Blitzschutzplaner.

Bild E.1 – Flussdiagramm des Entwurfs eines Blitzschutzsystems

Die Qualitätssicherungsmaßnahmen reichen vom Planungsstadium, in dem alle Zeichnungen abgenommen werden sollten, über das Ausführungsstadium des LPS, in dem alle wesentlichen Teile des LPS, die für eine Prüfung nach Beendigung der Bauarbeiten nicht mehr zugänglich sind, geprüft werden, das Abnahmestadium, wenn Abschlussmessungen am LPS zusammen mit der Bereitstellung der Dokumentation der Abschlussprüfung durchgeführt werden sollten, bis hin zur Wartung während der gesamten Lebensdauer des LPS durch genaue Festlegung regelmäßiger Prüfungen nach dem Wartungsprogramm.

Wenn Änderungen an der baulichen Anlage oder ihren Einrichtungen vorgenommen werden, sollte geprüft werden, ob der bestehende Blitzschutz noch den Anforderungen dieser Norm entspricht. Wenn nicht, sind umgehend entsprechende Verbesserungen durchzuführen.

Es wird empfohlen, Werkstoff, Umfang und Maße von Fangeinrichtungen, Ableitungseinrichtungen, Erdungsanlagen, Potentialausgleich, Bauteilen usw. nach dieser Norm einzuhalten.

E.4.2 Entwurf von Blitzschutzsystemen

E.4.2.1 Planungsverfahren

Vor Beginn einer detaillierten Entwurfsarbeit für das LPS sollte der Blitzschutz-Planer zweckmäßigerweise grundlegende Informationen über Funktion, allgemeinen Entwurf, Ausführung und Standort der baulichen Anlage erhalten.

Wenn von der Zulassungsbehörde, dem Versicherer oder dem Kunden noch keine Festlegungen für das LPS getroffen wurden, sollte der Blitzschutz-Planer mit dem Verfahren der Risikobewertung nach IEC 62305-2 untersuchen, ob die bauliche Anlage mit einem LPS zu schützen ist oder nicht.

E.4.2.2 Abstimmungsgespräche

E.4.2.2.1 Allgemeine Informationen

Im Entwurfs- und Ausführungsstadium einer neuen baulichen Anlage sollten sich LPS-Planer und LPS-Errichter und alle anderen Personen, die für die Installationen in der baulichen Anlage oder für die Regelung der Nutzung der baulichen Anlage verantwortlich sind (z. B. der Auftraggeber, der Architekt und der Bauausführende), regelmäßig miteinander beraten.

Das Flussdiagramm in Bild E.1 erleichtert den rationellen Entwurf eines LPS.

Während des Entwurfs- und Ausführungsstadiums eines LPS für eine bestehende bauliche Anlage sollten gegebenenfalls Abstimmungsgespräche mit den für die bauliche Anlage, ihre Nutzung, die Einrichtungen und die eingeführten Versorgungsleistungen zuständigen Personen durchgeführt werden.

Die Abstimmungsgespräche dürfen durch den Eigentümer, den Errichter der baulichen Anlage oder seinen autorisierten Stellvertreter veranlasst werden. Für bestehende bauliche Anlagen sollte der LPS-Planer Zeichnungen erstellen, die, wenn notwendig, vom LPS-Errichter abgeändert werden sollten.

Regelmäßige Abstimmungsgespräche zwischen den beteiligten Partnern erreichen ein wirkungsvolles LPS zu minimalen Kosten. Beispielsweise wird die Koordinierung des LPS-Entwurfs und der Bauausführung des LPS an der baulichen Anlage häufig die Notwendigkeit einiger Potentialausgleichsleiter erübrigen und die Länge derjenigen, die notwendig sind, verringern. Häufig werden die Kosten einer baulichen Anlage durch die Festlegung eines gemeinsamen Verlaufes verschiedenartiger Anlagen innerhalb einer baulichen Anlage wesentlich herabgesetzt.

Abstimmungsgespräche sind in allen Stadien der Ausführung einer baulichen Anlage wichtig, da infolge von Änderungen am Entwurf der baulichen Anlage Veränderungen am LPS erforderlich werden können. Abstimmungsgespräche sind auch notwendig, damit Vereinbarungen zur Erleichterung der Prüfung der Teile des LPS getroffen werden können, die nach Beendigung der Errichtung der baulichen Anlage für die Sichtprüfung unzugänglich sind. Bei diesen Abstimmungsgesprächen sollten alle Stellen festgelegt werden, an denen Verbindungen zwischen natürlichen Bestandteilen und dem LPS notwendig sind. Üblicherweise vereinbaren und koordinieren Architekten die Abstimmungsgespräche für neue Bauprojekte.

E.4.2.2.2 Hauptteilnehmer der Abstimmungsgespräche

Der Blitzschutz-Planer sollte entsprechende Abstimmungsgespräche mit allen am Entwurf und an der Errichtung der baulichen Anlage Beteiligten, einschließlich des Eigentümers, führen.

Besondere Verantwortungsbereiche für die gesamte Installation des LPS sollten durch den LPS-Planer in Zusammenarbeit mit dem Architekten, dem Bauunternehmer, dem Elektroinstallateur und dem LPS-Errichter (Lieferant des LPS) und, soweit erforderlich, mit dem Denkmalschutz und mit dem Eigentümer oder seinem Beauftragten festgelegt werden.

Die Klärung der Verantwortung für die verschiedenen beteiligten Parteien, die an der Planung und Errichtung des LPS beteiligt sind, ist besonders wichtig, wenn z. B. die Wasserdichtung der baulichen Anlage durch die auf dem Dach zu montierenden LPS-Komponenten oder durch Verbindungsleitungen zum Erder, der unterhalb des Fundamentes liegt, durchdrungen wird.

E.4.2.2.2.1 Architekt

Es sollte eine Übereinkunft mit dem Architekten zu folgenden Punkten erzielt werden:

- a) Leitungsführung aller LPS-Leiter;
- b) Werkstoffe für LPS-Bauteile;
- c) Einzelheiten zu Metallrohren, Regenwasseranlagen, Schienen und ähnlichen Teilen;
- d) Einzelheiten von Einrichtungen, Geräten, Fabrikanlagen oder dergleichen, die auf, innerhalb oder in der Nähe der baulichen Anlage zu installieren sind und die eine Versetzung der Installationen aufgrund des Trennungsabstandes oder Verbindung mit dem LPS erfordern können. Beispiele solcher Installationen sind Alarmanlagen, Sicherheitssysteme, interne Telekommunikationsanlagen, Signal- und Datenverarbeitungssysteme, Funk- und Fernsehverbindungen;
- e) Umfang erdverlegter leitender Versorgungsleitungen, die die Anordnung der Erdungsanlage beeinflussen und einen sicheren Abstand zum LPS der baulichen Anlage erfordern;
- f) allgemeine Flächen, die für die Erdungsanlage verfügbar sind;
- g) Umfang der Arbeit und Festlegung der Hauptbefestigungspunkte des LPS an der baulichen Anlage. Z. B. solche Befestigungen, die die Wasserdichtheit des Gebäudes (hauptsächlich der Dachhaut) beeinträchtigen, usw.;
- h) in der baulichen Anlage zu verwendende leitende Werkstoffe, besonders für durchgehende Metallteile, die einen Potentialausgleich zum LPS erfordern können, z. B. Stützen, Bewehrung oder metallene Versorgungsleitungen, die in die bauliche Anlage hinein- oder aus ihr herausführen werden oder sich innerhalb der baulichen Anlage befinden;
- i) der visuelle Eindruck des LPS;
- j) Wirkung des LPS auf die Struktur der baulichen Anlage;
- k) Lage der Verbindungsstellen zum Bewehrungsstahl, besonders an den Einführungsstellen äußerer leitender Teile (Rohrleitungen, Kabelschirme usw.);
- l) Verbindung des LPS mit den LPS von angrenzenden Gebäuden.

E.4.2.2.2.2 Versorgungsbetriebe

Wenn sich widersprechende Anforderungen bestehen, müssen Gespräche über den Potentialausgleich von eingeführten Versorgungsleitungen mit dem LPS direkt oder, falls das nicht möglich ist, über Funkenstrecken oder SPDs geführt werden.

E.4.2.2.2.3 Brandschutz- und Sicherheitsbehörden

Es sollte eine Übereinkunft mit den Brandschutz- und Sicherheitsbehörden zu folgenden Punkten erzielt werden:

- Standorte von Teilen der Alarm- und Feuerlöschanlagen;
- Führung, Baustoffe und Abdichtung von Kanälen;
- Vereinbarung über das Schutzverfahren bei einer baulichen Anlage mit entflammbarer Bedachung.

E.4.2.2.4 Errichter von elektronischen Systemen und Außenantennen

Es sollte eine Übereinkunft mit dem Errichter von elektronischen Systemen und Antennen zu folgenden Punkten erzielt werden:

- Trennung oder Potentialausgleich von Antennenträgern und leitenden Kabelschirmen vom/zum LPS;
- Leitungsführung von Antennenkabeln und des inneren Netzwerkes;
- Installation von Überspannungsschutzgeräten (SPDs).

E.4.2.2.5 Baufirma und Errichter

Es sollte eine Übereinkunft mit der Baufirma, dem Errichter und mit den für die Errichtung der baulichen Anlage und der technischen Anlagen Verantwortlichen zu folgenden Punkten erzielt werden:

- a) Form, Orte und Anzahl von Hauptbefestigungspunkte des LPS, die von der Baufirma vorzusehen sind;
- b) Befestigungen, die vom LPS-Planer (oder dem LPS-Auftragnehmer oder LPS-Lieferant) vorzusehen und von der Baufirma zu installieren sind;
- c) Lage der LPS-Leiter unter der baulichen Anlage;
- d) ob während der Bauphase Teile des LPS verwendet werden müssen, z. B. könnte die endgültige Erdungsanlage für die Erdung von Kränen, Hebezeugen und anderen Metallteilen während der Bauausführung verwendet werden;
- e) bei baulichen Anlagen in Stahlskelettbauweise die Anzahl und die Standorte von Stützen und die Form der für die Verbindung von Erdungen und anderer Bauteile des LPS vorzunehmenden Befestigungen;
- f) ob Metallbekleidungen, sofern verwendet, als Bauteile des LPS geeignet sind;
- g) wenn Metallbekleidungen als Bauteile des LPS geeignet sind, über das Verfahren für die Sicherstellung des elektrischen Durchgangs der Einzelteile der Bekleidungen und das Verfahren ihrer Verbindung mit dem übrigen Teil des LPS;
- h) Art und Ort von Versorgungsleitungen, die an der baulichen Anlage ober- und unterirdisch eingeführt werden, einschließlich Beförderungsanlagen, Fernseh- und Radioantennen und deren metallene Halterungen, Metallkamme und Fensterputzwagen;
- i) Koordinierung der Erdungsanlage des LPS der baulichen Anlage mit dem Potentialausgleich der Versorgungs- und Kommunikationsleitungen;
- j) Standort und Anzahl von Fahnenmasten, Anlagenräumen auf dem Dach, z. B. Aufzugsmotorräume, Lüftungs-, Heizungs- und Klimaanlagenräume, Wasserbehälter und andere vorstehende Einrichtungen;
- k) Ausführung der Dächer und Wände, um die geeigneten Verfahren für die Befestigung von LPS-Leitungen zu bestimmen, speziell im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Wasserdichtheit der baulichen Anlage;
- l) Festlegung der Durchbrüche durch die bauliche Anlage, um einen freien Durchgang der LPS-Ableitungen zu ermöglichen;
- m) Festlegung von Potentialverbindungen zum Stahlskelett, Bewehrungsstäben und anderen leitenden Teilen der baulichen Anlage;
- n) Häufigkeit der Überprüfung von LPS-Bauteilen, die unzugänglich werden, z. B. einbetonierte Stahlbewehrungsstäbe;
- o) die Auswahl des geeignetsten Metalls für die Leiter unter Berücksichtigung von Korrosion, speziell am Kontaktpunkt zwischen unterschiedlichen Metallen;
- p) Zugänglichkeit von Messstellen, Festlegung des Schutzes durch nicht metallene Gehäuse gegen mechanische Beschädigung oder Diebstahl, Umlagen von Fahnenmasten oder anderen beweglichen Objekten, Einrichtungen für eine regelmäßige Prüfung, speziell bei Schornsteinen;
- q) Erarbeitung von Zeichnungen mit den angegebenen Einzelheiten, die die Lage aller Leiter und wichtigen Bauteile darstellen;
- r) Lage der Verbindungsstellen zur Stahlbewehrung.

E.4.2.3 Elektrische und mechanische Anforderungen

E.4.2.3.1 Elektrischer Entwurf

Der LPS-Planer sollte die geeignete Art des LPS auswählen, damit die wirksamste Konstruktion erreicht wird. Das bedeutet Berücksichtigung der architektonischen Ausführung der baulichen Anlage, um herauszufinden, ob ein getrenntes oder nicht getrenntes LPS oder eine Kombination beider Blitzschutzarten verwendet werden sollte.

Es sollten Prüfungen des spezifischen Bodenwiderstandes vorzugsweise vor Planungsende eines LPS durchgeführt werden, bei denen die jahreszeitlichen Schwankungen des Bodenwiderstandes berücksichtigt werden sollten.

Nach dem elektrischen Grundentwurf des LPS sollte die Verwendung geeigneter leitender Teile der baulichen Anlagen als natürliche Bauteile des LPS untersucht werden, die das LPS verbessern oder als wesentliche Bauteile des LPS wirken können.

Die Bewertung der elektrischen und physikalischen Eigenschaften natürlicher Bauteile des LPS zur Sicherstellung der Übereinstimmung mit den Mindestanforderungen dieser Norm liegt in der Verantwortung des LPS-Planers.

Die Verwendung von metallenen Bewehrungen wie Stahlbeton als Blitzschutzleitungen erfordert eine sorgfältige Untersuchung, und die Kenntnis der nationalen Baunormen, die für die zu schützenden bauliche Anlage gelten, ist von Bedeutung. Das Stahlskelett von Stahlbeton darf als LPS-Ableitung oder als leitende Schirmung zur Verringerung der durch den Blitz innerhalb der baulichen Anlage erzeugten elektromagnetischen Felder verwendet werden, wenn der Blitzstrom durch ein getrenntes LPS geleitet wird. Die beschriebene LPS-Ausführung macht den Schutz einfacher, besonders bei baulichen Anlagen, in denen sich ausgedehnte elektrische und elektronische Anlagen befinden.

Es ist eine verbindliche Ausführungsspezifikation für Ableitungen erforderlich, damit die Mindestanforderungen für natürliche Bestandteile nach 5.3.5 erfüllt werden.

E.4.2.3.2 Mechanischer Entwurf

Der Blitzschutz-Planer sollte sich nach Abschluss des elektrischen Entwurfs mit den Verantwortlichen für die bauliche Anlage zu den Fragen des mechanischen Entwurfs beraten.

Ästhetische Gesichtspunkte sind ebenso wichtig wie die richtige Auswahl der Werkstoffe, um das Risiko einer Korrosion zu begrenzen.

Die Mindestgrößen der Blitzschutzbauteile für die verschiedenen Teile des LPS sind in den Tabellen 3, 6, 7, 8 und 9 angegeben.

Die für die LPS-Bauteile verwendeten Werkstoffe sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

ANMERKUNG Für die Auswahl anderer Bauteile wie Stangen oder Klemmen wird auf die Normenreihe EN 50164 verwiesen. Damit wird sichergestellt, dass Temperaturanstieg und mechanische Festigkeit dieser Bauteile berücksichtigt werden.

Wenn von den in den Tabellen 5, 6 und 7 festgelegten Maßen und Werkstoffen abgewichen wird, sollte der Blitzschutz-Planer oder -Errichter unter Verwendung der elektrischen Parameter der Blitzentladung, die der nach Tabelle 1 ausgewählten Schutzklasse des LPS entsprechen, den Temperaturanstieg des Blitzleiters unter Entladungsbedingungen ermitteln und die Maße entsprechend ändern.

Wenn ein starker Temperaturanstieg für die Oberfläche, an der die Bauteile zu befestigen sind, von Bedeutung ist (weil sie brennbar ist oder einen niedrigen Schmelzpunkt besitzt), sollten entweder größere Leiterquerschnitte festgelegt oder weitere Sicherheitsvorkehrungen, wie z. B. die Verwendung von längeren Abstandhaltern oder die Einbringung von brandbeständigen Schichten, in Betracht gezogen werden.

Der LPS-Planer sollte alle korrosionsgefährdeten Bereiche feststellen und entsprechende Maßnahmen festlegen.

Die Auswirkungen der Korrosion am LPS dürfen entweder durch Vergrößerung der Werkstoffmaße, durch Verwendung korrosionsbeständiger Bauteile oder mit der Durchführung anderer Korrosionsschutzmaßnahmen verringert werden.

Der LPS-Planer und der LPS-Errichter sollten Befestigungsteile und Halterungen der Leiter festlegen, die den elektrodynamischen Kräften des Blitzstromes im Leiter standhalten, und außerdem die Ausdehnung und Kontraktion der Leiter infolge der entsprechenden Temperaturänderung berücksichtigen.

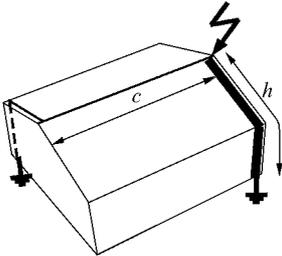
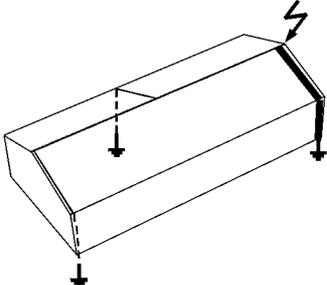
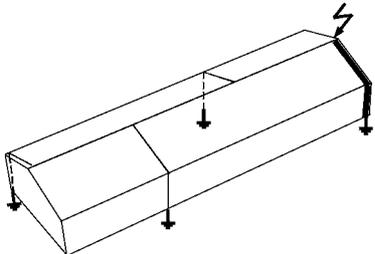
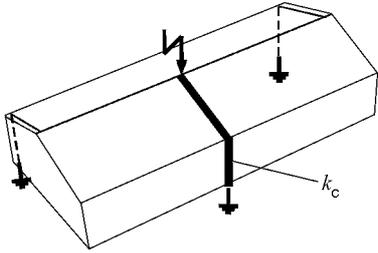
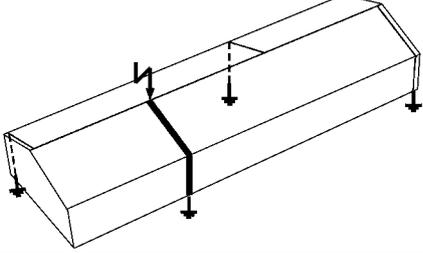
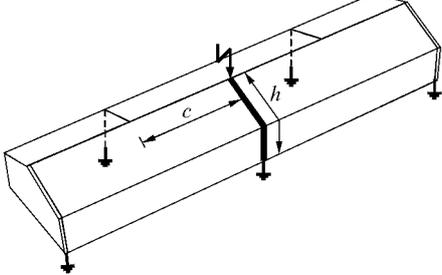
E.4.2.4 Entwurfsberechnungen

E.4.2.4.1 Bewertung des Koeffizienten k_c

Der Aufteilungskoeffizient k_c für den Blitzstrom zwischen den Ableitungen hängt von der Anzahl n und der Lage der Ableitungen und der verbindenden Ringleiter, von der Art der Fangeinrichtung und vom Typ der Erdungsanlage ab (siehe Tabelle C.1 und Bilder C.2 und C.3).

Zur Bestimmung von k_c auf Dächern, wenn Erderanordnung Typ A installiert ist, kann Bild E.2 verwendet werden.

Der erforderliche Trennungsabstand hängt ab vom Spannungsabfall über den kürzesten Weg von dem Punkt, an dem der Trennungsabstand zu berücksichtigen ist, bis zum Erder oder dem nächstliegenden Potentialausgleichspunkt.

	$\frac{c}{h} =$	0,33	0,50	1,00	2,00	
	k_C	0,57	0,60	0,66	0,75	<p>c Abstand zur nächsten Ableitung entlang des Firstes</p> <p>h Länge der Ableitung vom First zum nächsten Punkt des Potentialausgleichs oder zur Erdungsanlage</p> <p>Der in der Tabelle dargestellte Wert für k_C bezieht sich auf die Ableitungen, die mit einer dicken Linie und einer Einschlagstelle dargestellt sind.</p> <p>Die Lage der Ableitung (die für k_C zu berücksichtigen ist) ist mit den dargestellten Bildern für diesen Ableiter zu vergleichen.</p> <p>Die zutreffende Beziehung c/h ist zu bestimmen. Liegt diese Beziehung zwischen zwei Werten in den Spalten, darf k_C entsprechend angepasst werden.</p> <p>ANMERKUNG 1 Zusätzliche Ableitungen mit mehr Abstand, als in den Bildern dargestellt, sind unwirksam.</p> <p>ANMERKUNG 2 Falls verbindende Ringleitungen unter dem First vorhanden sind, siehe Bild C.3.</p> <p>ANMERKUNG 3 Die Werte sind durch die einfache Berechnung von parallelen Impedanzen entsprechend der Formel von Bild C.1 bestimmt worden.</p>
	k_C	0,47	0,52	0,62	0,73	
	k_C	0,44	0,50	0,62	0,73	
	k_C	0,40	0,43	0,50	0,60	
	k_C	0,35	0,39	0,47	0,59	
	k_C	0,31	0,35	0,45	0,58	

	$\frac{c}{h} =$	0,33	0,50	1,00	2,00	
	k_c	0,31	0,33	0,37	0,41	
	k_c	0,28	0,33	0,37	0,41	c Abstand zur nächsten Ableitung entlang des Firstes h Länge der Ableitung vom First zum nächsten Punkt des Potentialausgleichs oder zur Erdungsanlage
	k_c	0,27	0,33	0,37	0,41	Der in der Tabelle dargestellte Wert für k_c bezieht sich auf die Ableitungen, die mit einer dicken Linie und einer Einschlagstelle dargestellt sind.
	k_c	0,23	0,25	0,30	0,35	ANMERKUNG 1 Zusätzliche Ableitungen mit mehr Abstand, als in den Bildern dargestellt, sind unwirksam. ANMERKUNG 2 Falls verbindende Ringleitungen unter dem First vorhanden sind, siehe Bild C.3.
	k_c	0,21	0,24	0,29	0,35	ANMERKUNG 3 Die Werte sind durch die einfache Berechnung von parallelen Impedanzen entsprechend der Formel von Bild C.1 bestimmt worden.
	k_c	0,20	0,23	0,29	0,35	

Bild E.2 – Wert des Koeffizienten k_c im Falle eines geneigten Daches mit einer Fangeinrichtung auf dem First und einem Erdungssystem vom Typ B

Wenn über die gesamte Länge des Leiters der gleiche Strom fließt, ist die Gleichung für den erforderlichen Trennungsabstand in Luft:

$$s = k_i \cdot k_c \cdot l \quad (\text{E.1})$$

Wenn aufgrund der Stromaufteilung entlang der Leiterlänge verschiedene Stromwerte fließen, müssen in der Gleichung die unterschiedlichen (verringerten) Ströme, die entlang jedes Leiterabschnittes fließen, berücksichtigt werden. In diesem Fall:

$$s = k_i (k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cn} \cdot l_n) \quad (\text{E.2})$$

Die für k_c wesentliche Einschlagstelle und die Stelle, an der der Trennungsabstand zu berücksichtigen ist, können verschieden sein.

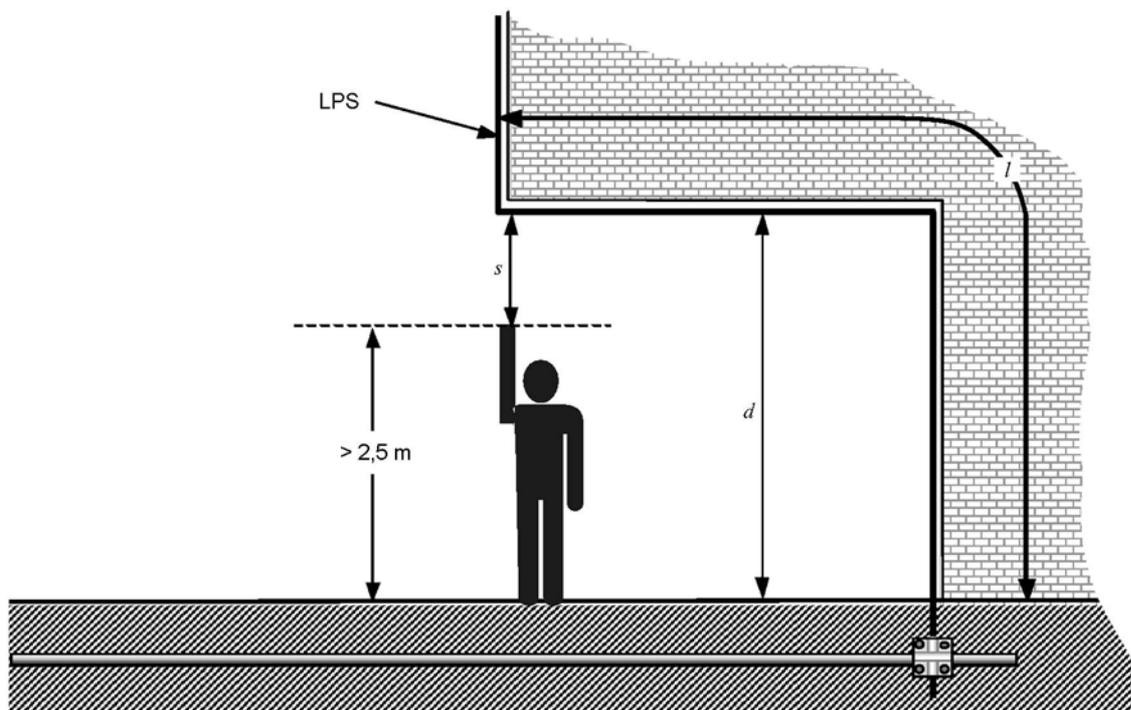
E.4.2.4.2 Bauliche Anlage mit ausladenden Teilen

Damit Personen unter einem Vorbau nicht Teil des Pfades des Blitzstromes werden, der durch die an der vorgebauten Wand befestigten Ableitung fließt, sollte der tatsächliche Abstand d in Meter folgenden Bedingungen genügen:

$$d > 2,5 \text{ m} + s \quad (\text{E.3})$$

Dabei ist s der nach 6.3 berechnete Trennungsabstand in Meter.

Der Wert 2,5 entspricht der Höhe der Fingerspitzen eines Menschen mit hochgestrecktem Arm (siehe Bild E.3).



Legende

- d tatsächlicher Abstand $> s$
- s Trennungsabstand entsprechend 6.3
- l Länge für die Berechnung des Trennungsabstandes s

ANMERKUNG Die Höhe einer Person mit ausgestreckter Hand wird mit 2,5 m angenommen.

Bild E.3 – LPS – Entwurf für einen ausladenden Teil einer baulichen Anlage

Schleifen in einer Leitung, wie in Bild 1 gezeigt, können hohe induktive Spannungsabfälle erzeugen, die einen Blitzdurchschlag durch die Wand der baulichen Anlage und damit Schäden verursachen können.

Wenn die Bedingungen von 6.3 nicht erfüllt sind, sollten an den Stellen von Rückführungsschleifen der Blitzleitung Anordnungen mit einer direkten Leitungsführung durch die bauliche Anlage wie in Bild 1 vorgesehen werden.

E.4.3 Bauliche Anlagen aus Stahlbeton

E.4.3.1 Allgemeines

Industriebauten umfassen oft Abschnitte aus Stahlbeton, die auf der Baustelle hergestellt werden. In vielen anderen Fällen können Teile der baulichen Anlage aus Betonfertigteilen oder Stahlteilen bestehen.

Stahlbewehrungen in baulichen Anlagen aus Stahlbeton nach 4.3 dürfen als natürlicher Bestandteil des LPS verwendet werden.

Folgende natürliche Bestandteile müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Ableitungen nach 5.3;
- Erdungsnetzwerke nach 5.4.

Darüber hinaus sollte die leitende Bewehrung des Betons bei richtiger Anwendung den Mantel des Potentialausgleichs des inneren LPS nach 6.2 bilden.

Außerdem kann die Stahlbewehrung der baulichen Anlage, wenn sie angemessen ausgeführt ist, als elektromagnetischer Schirm wirken, der den Schutz elektrischer und elektronischer Einrichtungen gegen Störungen durch elektromagnetische Felder, die durch Blitze verursacht werden, nach IEC 62305-4 unterstützt.

Wenn die Bewehrung des Betons und andere Stahlkonstruktionen einer baulichen Anlage sowohl nach außen als auch nach innen geführt wird, so dass der elektrische Durchgang 4.3 entspricht, kann ein wirksamer Schutz gegen physikalischen Schaden erreicht werden.

Es wird angenommen, dass der in die Bewehrungsstäbe eingespeiste Strom durch eine große Anzahl paralleler Pfade fließt. Die Impedanz des sich ergebenden Netzes ist folglich gering und der Spannungsabfall aufgrund des Blitzstromes damit auch. Das durch den Strom im vermaschten Bewehrungsstahl erzeugte Magnetfeld ist aufgrund der geringen Stromdichte schwach und die parallelen Strompfade erzeugen entgegengesetzte elektromagnetische Felder. Eine Störung von benachbarten inneren elektrischen Leitern ist dementsprechend gering.

ANMERKUNG Schutz gegen elektromagnetische Störungen siehe IEC 62305-4 und IEC 61000-5-2.

Wenn ein Raum vollständig von Stahlbetonwänden eingeschlossen ist, deren elektrischer Durchgang 4.3 entspricht, ist das Magnetfeld durch den Blitzstrom durch die Bewehrung nahe der Wand geringer als in einem Raum einer baulichen Anlage, die mit herkömmlichen Ableitungen geschützt wird. Wegen der geringeren induzierten Spannungen in Leiterschleifen, die innerhalb des Raumes verlegt sind, kann der Schutz gegen Ausfall innerer Systeme leicht verbessert werden.

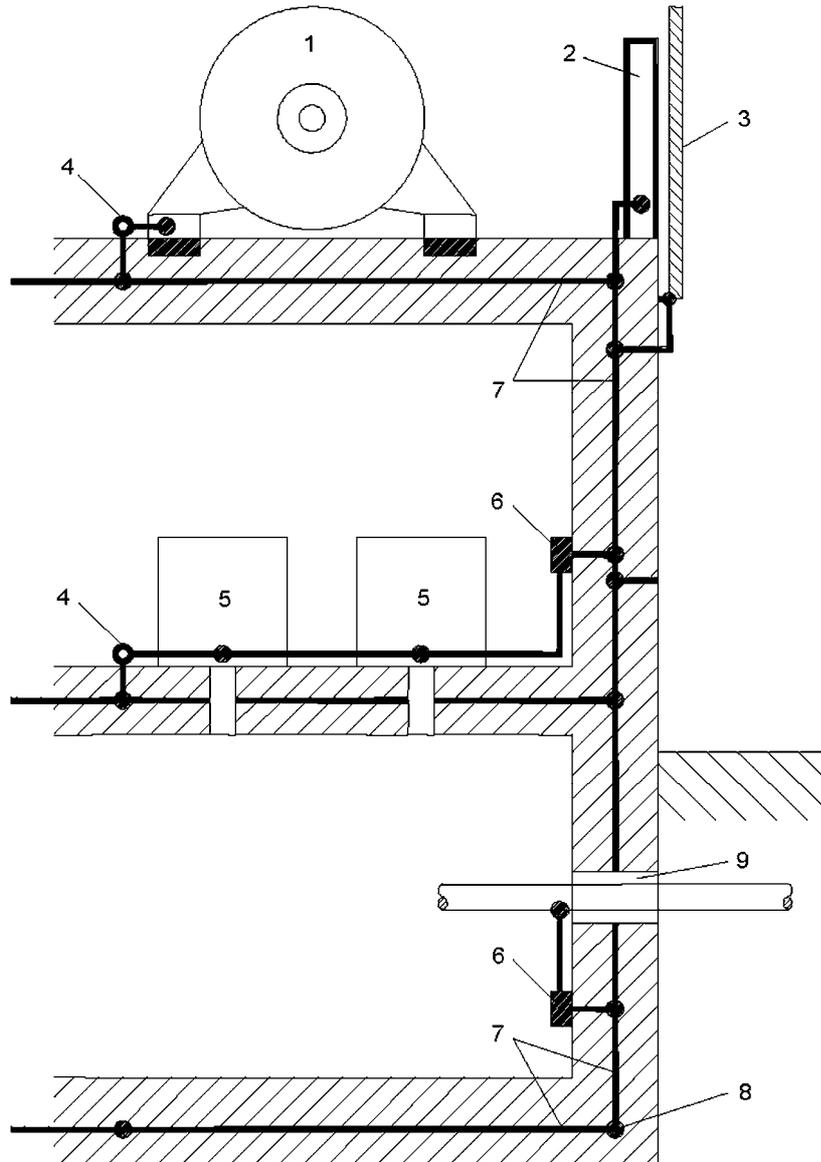
Nach der Bauphase ist es nahezu unmöglich, Anordnung und Aufbau der Stahlbewehrung zu ermitteln. Deshalb sollte der Aufbau der Stahlbewehrung für den Blitzschutz gut dokumentiert werden. Dies kann durch Zeichnungen, Beschreibungen und Fotografien während der Bauphase erfolgen.

E.4.3.2 Nutzung der Stahlbewehrung im Beton

Als zuverlässige elektrische Verbindung mit dem Bewehrungsstahl sollten Potentialausgleichsleiter oder Erdungsplatten vorgesehen werden.

Leitende Rahmen, die beispielsweise an die bauliche Anlage angebracht werden, sollten als natürliche LPS-Leiter und als Anschlussstellen für das innere Potentialausgleichssystem verwendet werden.

Ein praktisches Beispiel ist die Verwendung von Fundamentanker oder Fundamentalschienen von Maschinen, Geräten oder Gehäusen, mit denen ein Potentialausgleich erreicht wird. Bild E.4 zeigt die Anordnung der Bewehrung und der Potentialausgleichsschienen in einer Industrieanlage.



Legende

- 1 Energieversorgung
- 2 Stahlträger
- 3 metallene Bekleidung der Fassade
- 4 Anschluss für den Potentialausgleich
- 5 elektrische oder elektronische Einrichtungen
- 6 Potentialausgleichsschiene
- 7 Stahlbewehrung im Beton (mit überlagertem Maschengitter)
- 8 Fundamenterder
- 9 gemeinsame Eintrittsstelle für verschiedene Versorgungsleitungen

Bild E.4 – Potentialausgleich in einer baulichen Anlage mit einer Stahlbewehrung

Die Orte der Potentialausgleichsanschlüsse in der baulichen Anlage sollten in einem frühen Planungsstadium des LPS-Entwurfs festgelegt werden und dem Bauunternehmer übermittelt werden.

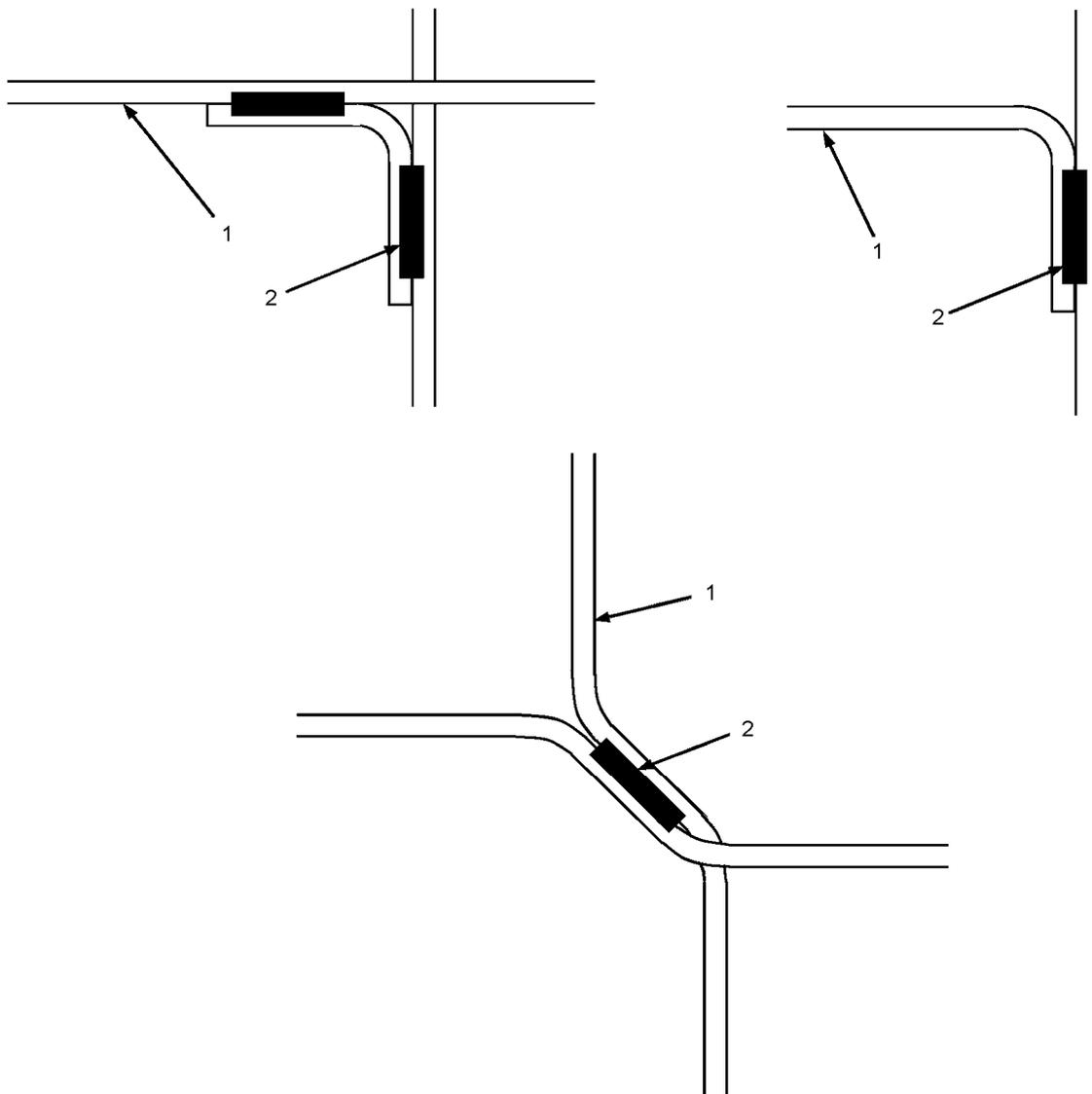
Der Bauunternehmer sollte konsultiert werden, um festzulegen, ob Schweißverbindungen mit den Bewehrungsstäben zulässig sind, ob Klemmverbindungen möglich sind oder zusätzliche Leiter installiert werden sollten. Alle erforderlichen Arbeiten sollten vor dem Gießen des Betons ausgeführt und überprüft werden (d. h. die Planung des LPS sollte in Verbindung mit dem Entwurf der baulichen Anlage erfolgen).

E.4.3.3 Schweiß- oder Klemmverbindungen mit den Bewehrungsstäben

Der Durchgang von Bewehrungsstäben sollte durch Klemm- oder Schweißverbindungen gesichert werden.

ANMERKUNG Es sind besonders ausgelegte Klemmen zu verwenden, die der Normenreihe EN 50164 entsprechen und danach geprüft sind.

Schweißverbindungen mit Bewehrungsstäben sind nur mit Zustimmung des Bauingenieurs zulässig. Die Bewehrungsstäbe sollten über eine Länge von mindestens 30 mm zusammengeschweißt werden (siehe Bild E.5).



Legende

- 1 Bewehrungsstäbe
- 2 Schweißnaht, mindestens 30 mm lang

Bild E.5 – Schweißverbindungen von Bewehrungsstäben in Stahlbeton, sofern zulässig

Die Verbindung mit äußeren Bauteilen des Blitzschutzsystems sollte mit einem Bewehrungsstab hergestellt werden, der an der vorgesehenen Stelle aus dem Beton herausgeführt wird, oder mit einem Verbindungsstab oder einer Erdungsplatte, die an den Bewehrungsstäben angeschweißt oder angeklemt sind und aus dem Beton herausgeführt werden.

Wenn Verbindungsstellen zwischen den Bewehrungsstäben im Beton und dem Potentialausgleichsleiter durch Klemmverbindung hergestellt werden, sollten aus Sicherheitsgründen immer zwei Potentialausgleichsleiter (oder ein Potentialausgleichsleiter mit zwei Klemmverbindungen zu unterschiedlichen Bewehrungsstäben) verwendet werden, da die Verbindungsstellen nach Einbringen des Betons nicht mehr überprüft werden können. Wenn die Verbindungsstelle zwischen Potentialausgleichsleiter und Bewehrungsstab aus unterschiedlichen Metallen besteht, sollte die Verbindungsfläche vollständig mit einer Feuchtigkeitssperre abgedichtet werden.

Bild E.6 zeigt Klemmverbindungen für Verbindungsstellen zwischen Bewehrungsstäben und massiven Flachleitern. Bild E.7 zeigt Details für die Verbindung eines äußeren Systems zu den Bewehrungsstäben.

Die Potentialausgleichsleiter sollten für den Anteil des Blitzstromes ausgelegt werden, der an der Stelle des Potentialausgleichs fließt (siehe Tabellen 8 und 9).

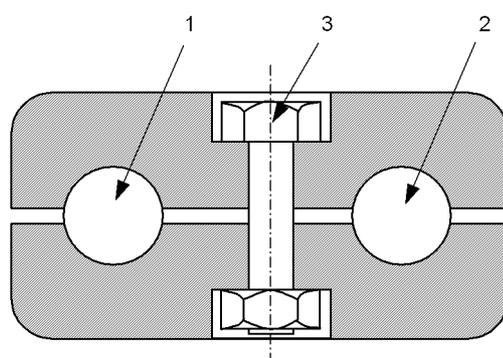


Bild E.6a – Verbindung eines Rundleiters mit einem Bewehrungsstab

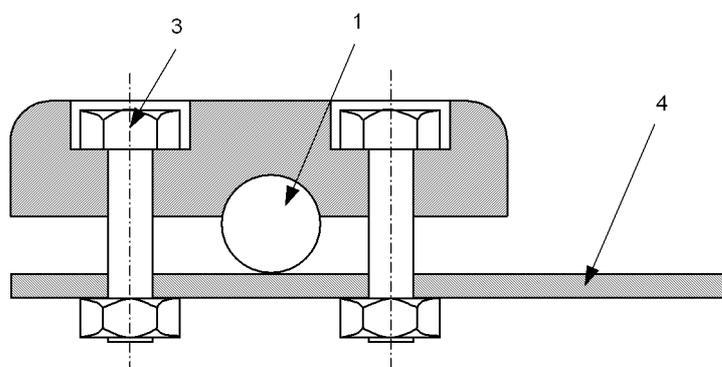


Bild E.6b – Verbindung eines massiven Flachleiters mit einem Bewehrungsstab

Legende

- 1 Bewehrungsstab
- 2 Rundleiter
- 3 Schraube
- 4 Flachleiter

Bild E.6 – Beispiel für Klemmschrauben als Verbindung zwischen Bewehrungsstäben und Leitern

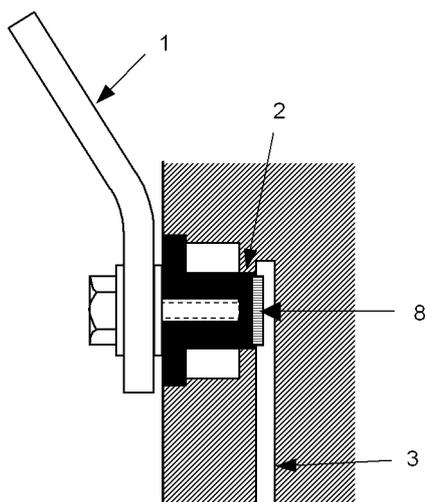


Bild E.7a

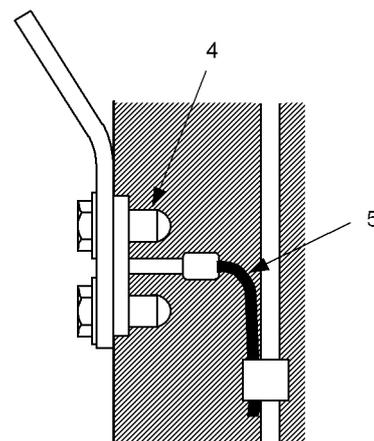


Bild E.7b

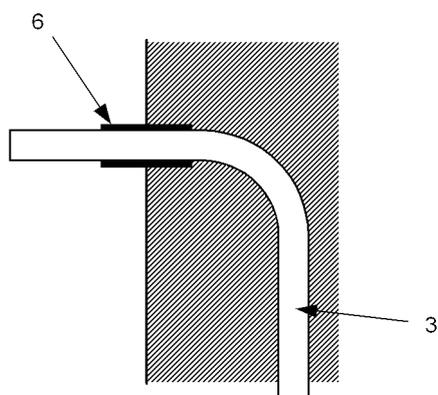


Bild E.7c

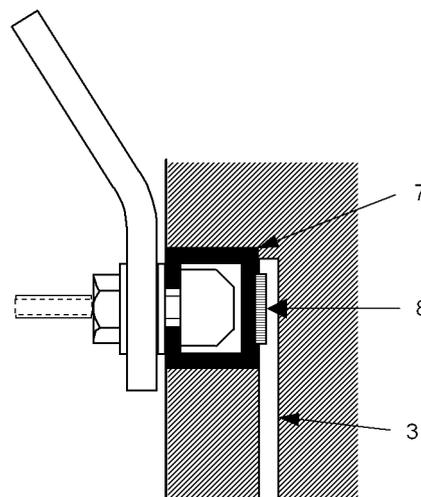


Bild E.7d

Legende

- 1 Potentialausgleichsleiter
- 2 Mutter, die an den Potentialausgleichsleiter aus Stahl angeschweißt ist
- 3 Potentialausgleichsleiter aus Stahl*
- 4 eingegossener nicht metallener Anschlusspunkt
- 5 Potentialausgleichsleiter aus Kupfer
- 6 Korrosionsschutz
- 7 C-Stahl (C-förmige Befestigungsschiene)
- 8 Schweißstelle

* Der Potentialausgleichsleiter aus Stahl ist an vielen Stellen durch Schweiß- oder Klemmverbindung mit den Stahlbewehrungsstäben verbunden.

ANMERKUNG Die Konstruktion in Bild E.7c ist keine allgemein akzeptierte gute technische Lösung.

Bild E.7 – Beispiele für Verbindungsstellen mit der Bewehrung in einer Stahlbetonwand

E.4.3.4 Werkstoffe

Als zusätzliche Leiter für den Blitzschutz können im Beton folgende Werkstoffe benutzt werden: Stahl, weicher Stahl, verzinkter Stahl, nicht rostender Stahl und Kupfer.

Die Verwendung von verzinkten Stahlstäben in Beton wird manchmal vom Bauunternehmer verboten. Das beruht auf einem Missverständnis. Der Bewehrungsstahl wird vom Beton passiviert, hieraus ergibt sich ein höheres Potential, das gegen Korrosion schützt.

Um Verwechslungen zwischen den unterschiedlichen Arten von Stahlstäben im Beton zu vermeiden, wird empfohlen, runde Stahlstäbe mit mind. 8 mm Durchmesser mit glatter Oberfläche als zusätzliche Leiter einzusetzen anstelle der üblichen gerippten Oberfläche der Bewehrungsstäbe.

E.4.3.5 Korrosion

Wenn Stahlleiter zum Potentialausgleich mit der Bewehrung durch die Betonwand geführt werden, sollte der Schutz gegen chemische Korrosion besonders beachtet werden.

Die einfachste Korrosionsschutzmaßnahme ist eine Oberflächenbeschichtung aus Silikonkautschuk oder Bitumen an der Austrittsstelle aus der Wand, z. B. 50 mm oder mehr in der Wand und 50 mm und mehr außerhalb der Wand (siehe Bild E.7c).

Wenn Kupferleiter zum Potentialausgleich mit der Bewehrung durch die Betonwand geführt werden, besteht keine Korrosionsgefahr, wenn ein massiver Leiter, ein spezieller Erdungspunkt, eine PVC-Ummantelung oder ein isolierter Draht verwendet wird (siehe Bild E.7b). Für Potentialausgleichsleiter aus nicht rostendem Stahl nach den Tabellen 6 und 7 müssen keine Korrosionsschutzmaßnahmen ergriffen werden.

Bei extrem aggressiven Atmosphären wird empfohlen, dass Potentialausgleichsleiter, die aus der Wand herausragen, aus nicht rostendem Stahl bestehen.

ANMERKUNG Verzinkter Stahl außerhalb von Beton in Kontakt mit Bewehrungsstahl im Beton kann unter bestimmten Umständen Beton beschädigen.

Wenn eingegossene Muttern oder Teile aus weichem Stahl verwendet werden, müssen diese auf der Außenseite der Wand gegen Korrosion geschützt werden. Zur Herstellung des elektrischen Kontaktes durch die Schutzbeschichtung der Oberfläche der Mutter sollten Zahnscheiben benutzt werden (siehe Bild E.7a).

Weitere Informationen zum Korrosionsschutz siehe E.5.6.2.2.2.

E.4.3.6 Verbindungen

Untersuchungen haben ergeben, dass für Blitzstrom führende Verbindungen Rödelerbindungen nicht geeignet sind. Es besteht die Möglichkeit, dass der verdrehte Draht reißt und den Beton zerstört. Nach früheren Untersuchungen kann angenommen werden, dass wenigstens jede dritte Rödelerbindung eine elektrisch leitende Verbindung bildet, so dass praktisch alle Bewehrungsstäbe elektrisch miteinander verbunden sind. Messungen an baulichen Anlagen aus Stahlbeton unterstützen diese Schlussfolgerung.

Das heißt, dass für Verbindungen, die Blitzstrom führen, Schweißen und Klemmen bevorzugt werden. Rödelerbindungen sind ausschließlich für zusätzliche Leiter zum Potentialausgleich und für EMV-Zwecke geeignet.

Verbindungen von äußeren Stromkreisen mit der durchverbundenen Bewehrung sollten durch Klemmen oder Schweißen ausgeführt werden.

Schweißverbindungen innerhalb von Beton sollten mindestens 30 mm lang sein. Querstäbe sollten vor dem Schweißen so gebogen werden, dass sie mindestens 50 mm parallel verlaufen.

Wen verschweißte Stäbe in Beton eingegossen werden müssen, reicht es nicht aus, an Kreuzungspunkten mit Schweißnahtlängen von nur wenigen Millimetern zu schweißen. Solche Verbindungen brechen häufig beim Betongießen.

Bild E.5 zeigt eine ordnungsgemäße Schweißverbindung zwischen Potentialausgleichsleitern und Bewehrungsstäben des Stahlbetons.

Wenn keine Schweißverbindungen mit den Bewehrungsstäben zulässig sind, sollten Klemmverbindungen oder zusätzliche, speziell dafür vorgesehene Leiter verwendet werden. Diese zusätzlichen Leiter können aus Stahl, weichem Stahl, verzinktem Stahl oder Kupfer bestehen. Sie sollten durch Rödel- und Klemmverbindungen mit einer großen Anzahl von Bewehrungsstäben verbunden werden, damit die Schirmung durch den Bewehrungsstahl ausgenutzt wird.

ANMERKUNG Wenn Schweißen zulässig ist, ist sowohl herkömmliches als auch exothermisches zusammen mit den entsprechenden Schweißmethoden zulässig.

E.4.3.7 Ableitungen

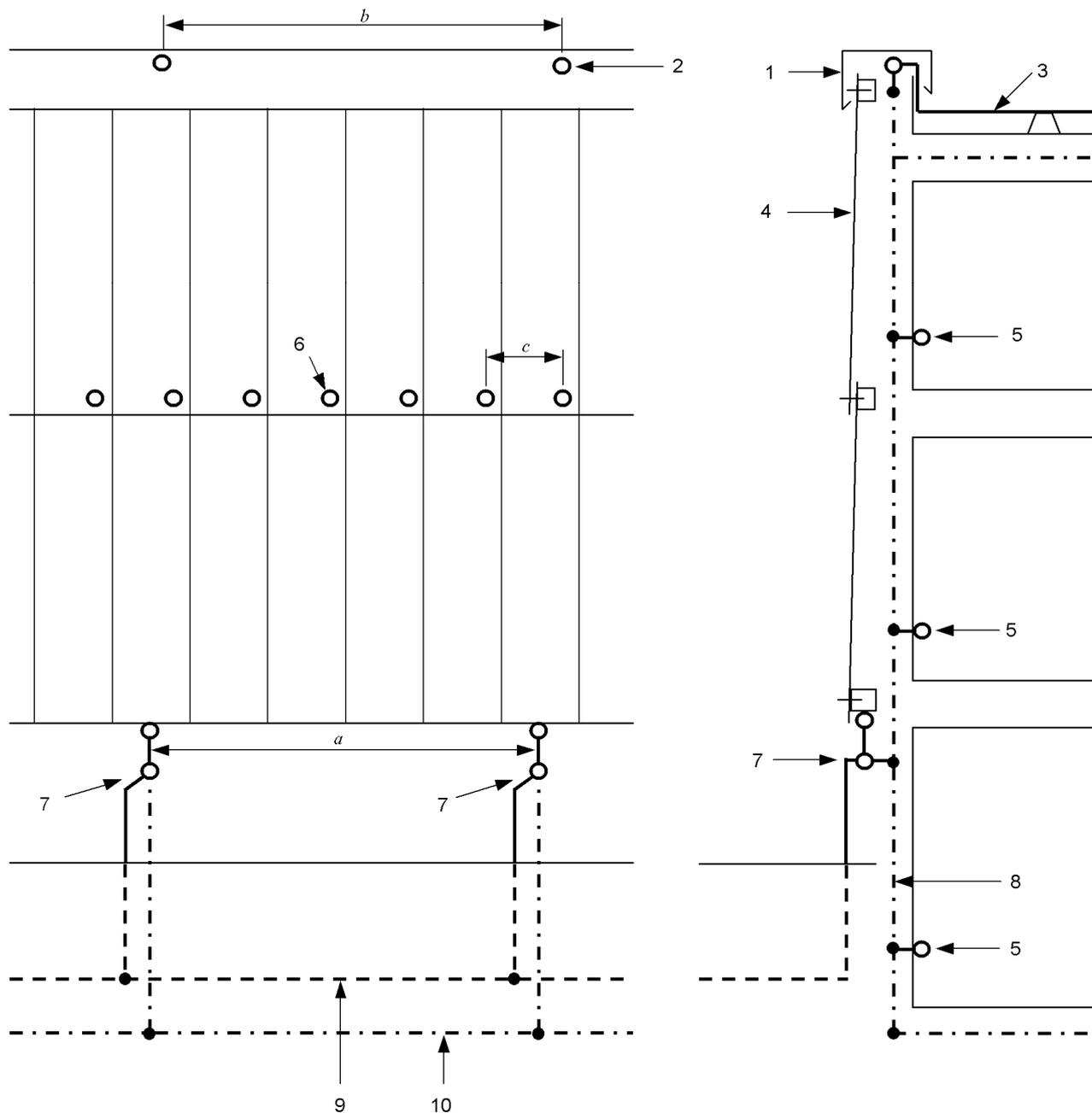
Die Bewehrungsstäbe von Wänden oder Betonstützen und Stahlskelette dürfen als natürliche Ableitungen verwendet werden. Auf dem Dach sollte eine Verbindungsstelle geschaffen werden, damit die Fangeinrichtung einfach angeschlossen werden kann, und, wenn das Stahlbetonfundament nicht als einzige Erdungsanlage benutzt wird, sollten Verbindungsstellen für den vereinfachten Anschluss der Erdungsanlage vorgesehen werden.

Es sollte darauf geachtet werden, dass, wenn ein bestimmter Stab des Bewehrungsstahls als Ableitung zur Erde benutzt wird, dieser den ganzen Weg bis hinunter zur Erde derselbe ist. Dadurch wird eine direkte elektrische Verbindung gewährleistet.

Wenn der senkrechte Durchgang der natürlichen Ableitungen, die einen geraden Weg vom Dach bis zur Erde bilden, nicht gewährleistet werden kann, sollten zusätzliche, speziell dafür vorgesehene Leiter eingesetzt werden. Diese sollten mit dem Bewehrungsstahl durch eine Rödelerbindung verbunden werden.

Sobald Zweifel über einen direkten Verlauf der Ableitung bestehen (d. h. bei bestehenden baulichen Anlagen), sollte eine äußere Ableitungseinrichtung angebracht werden.

Die Bilder E.4 und E.8 zeigen Konstruktionseinzelheiten natürlicher Bestandteile im LPS für bauliche Anlagen aus Stahlbeton. Die Anwendung der Stäbe von Stahlbetonelementen als Fundamenterder wird auch in E.5.4.3.2 erläutert.



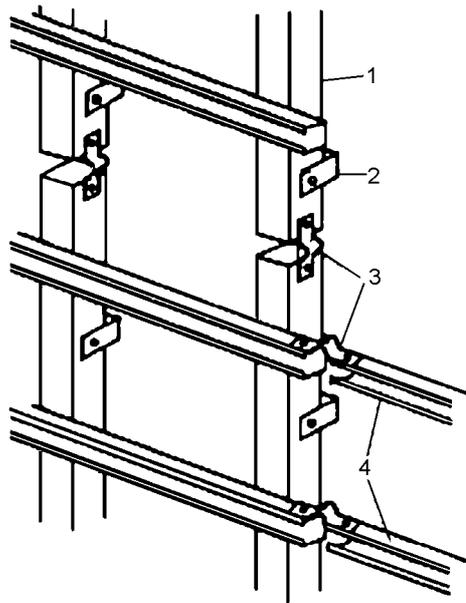
Legende

- 1 Metallbekleidung der Dachbrüstung
- 2 Verbindung zwischen Fassadenelementen und Fangeinrichtung
- 3 horizontale Fangeinrichtung
- 4 Bekleidung der metallenen Fassadensegmente
- 5 Potentialausgleichsschiene des inneren LPS
- 6 Verbindung zwischen Fassadenelementen
- 7 Messstelle
- 8 Stahlbewehrung im Beton
- 9 Ringerder Typ B
- 10 Fundamenterder

Ein zulässiges Beispiel kann folgende Maße besitzen: $a = 5$ m, $b = 5$ m, $c = 1$ m.

ANMERKUNG Für Verbindung zwischen den Elementen siehe Bild E.35.

Bild E.8a – Nutzung einer metallenen Fassadenbekleidung als natürliche Ableitungseinrichtung an einer baulichen Anlage aus Stahlbeton



Legende

- 1 senkrechter Träger
- 2 Wandbefestigung
- 3 Verbindungen
- 4 waagerechter Träger

Bild E.8b – Verbindung zur Unterkonstruktion der Fassade

Bild E.8 – Verwendung von metallenen Fassadenbekleidungen als natürliches Ableitungssystem und Verbindung der Fassadenunterkonstruktion

Innere Ableitungen in den einzelnen Stützen und den Wänden sollten mit ihren Stahlbewehrungsstäben durchverbunden werden und die Bedingungen für den elektrischen Durchgang nach 4.3 erfüllen.

Stahlbewehrungsstäbe einzelner Betonfertigteile und Bewehrungsstäbe von Betonstützen und Betonwänden sollten mit den Bewehrungsstäben der Fußböden und Dächer verbunden werden, bevor diese gegossen werden.

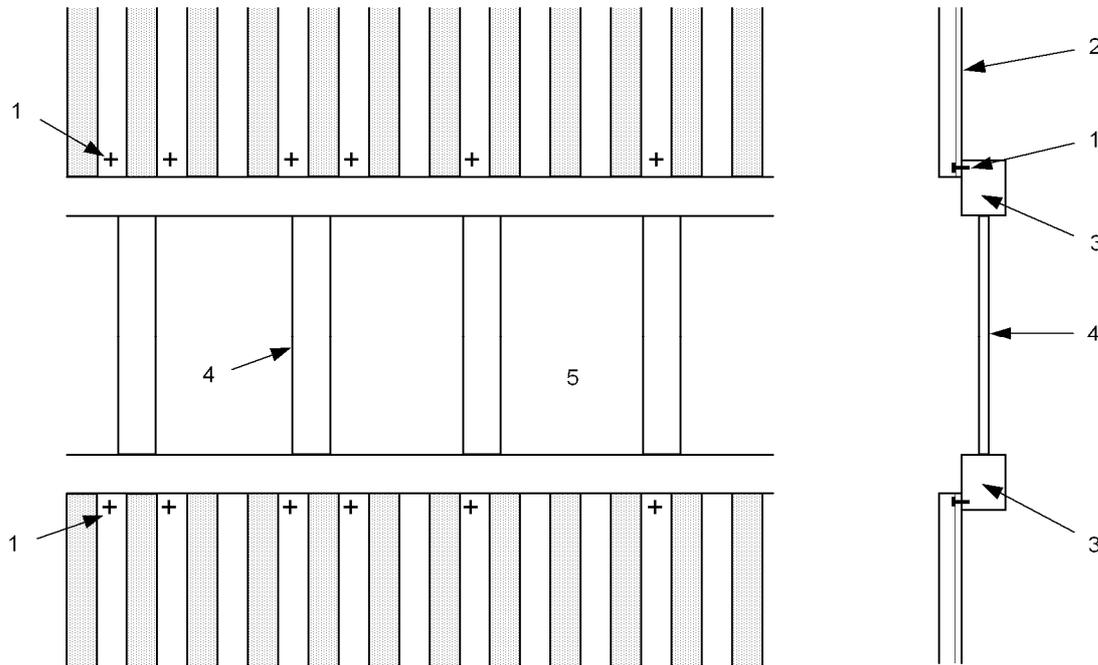
In der Bewehrung aller Konstruktionselemente, die auf der Baustelle aus Beton gegossen werden, wie z. B. Wände, Stützen, Treppen und Fahrstuhlschächte, sind ausgedehnte durchgehende leitende Teile vorhanden. Wenn Fußböden auf der Baustelle gegossen werden, sollten die Ableitungen in den einzelnen Stützen und Wänden mit ihren Bewehrungsstäben durchverbunden werden, damit eine gleichmäßige Verteilung des Blitzstromes sichergestellt ist. Wenn Fußböden aus Betonfertigteilen bestehen, stehen solche Verbindungen im Allgemeinen nicht zur Verfügung. Mit geringen Zusatzkosten ist es jedoch möglich, Verbindungsstellen und Anschlüsse zur Verbindung der Bewehrungsstäbe der einzelnen Betonfertigteile mit den Bewehrungsstäben der Stützen und Wände zu schaffen, bevor die Fußböden gegossen werden, indem zusätzliche leitende Stäbe eingefügt werden.

Als vorgehängte Fassaden verwendete Betonfertigteile sind für den Blitzschutz nicht wirksam, da keine Potentialausgleichsverbindungen vorliegen. Wenn ein hochwirksamer Blitzschutz für die Einrichtungen innerhalb einer baulichen Anlage zur Verfügung zu stellen ist, wie z. B. für Bürogebäude mit umfangreichen Einrichtungen der Informationsverarbeitung und Computernetzwerken, müssen die Bewehrungsstäbe solcher Fassadenelemente durchverbunden und mit den Bewehrungsstäben der lasttragenden Elemente der baulichen Anlage so verbunden sein, dass der Blitzstrom durch die gesamte Außenfläche der baulichen Ablage fließen kann (siehe Bild E.4).

Wenn in die Außenwände einer baulichen Anlage durchgängige Fensterbänder eingefügt sind, muss eine Entscheidung getroffen werden, ob der Anschluss der Betonfertigteile oberhalb oder unterhalb der durchgän-

gigen Fensterbänder mittels der bestehenden Stützen ausgeführt wird oder ob eine Durchverbindung in kleineren Abständen entsprechend der Fensterteilung erfolgen sollte.

Eine umfangreiche Einbeziehung leitender Teile der Außenwand verbessert die elektromagnetische Schirmung der Innenräume der baulichen Anlage. Bild E.9 zeigt die Verbindung eines durchgängigen Fensterbandes mit einer metallenen Fassadenbekleidung.



Legende

- 1 Verbindung zwischen Fassadensegment und durchgängigem Fensterband
- 2 metallenes Fassadenelement
- 3 waagerechtes Metallband
- 4 senkrechttes Metallband
- 5 Fenster

Bild E.9 – Verbindung eines durchgängigen Fensterbandes mit einer metallenen Fassadenbekleidung

Wenn Stahlbauteile als Ableitung verwendet werden, muss nach Bild E.7 jede Stahlsäule mit den Stahlbewehrungsstäben des Fundamentbetons durch geschützte Verbindungspunkte entsprechend der Normenreihe EN 50164 verbunden werden. Stahlbewehrungsstäbe im Stahlbeton einer baulichen Anlage sollten mit senkrechten Leitern aus weichem, zum Schweißen geeignetem Stahl durchverbunden werden. Neue bauliche Anlagen aus Stahlbeton sollten nach 4.3 ausgeführt werden.

ANMERKUNG Mehr Informationen über die Ausnutzung der Stahlbewehrung der Wände der baulichen Anlage für die elektromagnetische Schirmung siehe IEC 62305-4.

Bei großen niedrigen Gebäuden wie Hallen wird die Dachkonstruktion nicht nur durch den Umfang des Gebäudes gestützt, sondern auch durch Innenstützen. Die leitenden Abschnitte der Stützen sollten mit der Fangeinrichtung auf dem Dach und in Fußbodenhöhe mit dem Potentialausgleichssystem verbunden werden, um so innere Ableitungen zu bilden. Nahe solchen inneren Ableitungen treten verstärkte elektromagnetische Störungen auf.

Bei Stahlskelettkonstruktionen werden immer Dachträger aus Stahl verwendet, die verschraubt werden. Wenn die Schraubbolzen mit der Kraft angezogen werden, die zum Erreichen mechanischer Festigkeit erforderlich ist, sind sämtliche Stahlteile elektrisch durchverbunden. Die dünne Farbschicht wird vom Blitzstrom bei der ersten Entladung durchschlagen und damit bildet sich eine leitende Brücke.

Die elektrische Verbindung kann durch Freilegen der Befestigungsfläche der Bolzenköpfe, Bolzenmuttern und der Unterlegscheiben verbessert werden. Eine weitere Verbesserung kann durch eine etwa 50 mm lange Schweißnaht nach Abschluss Bauausführung erreicht werden.

Bei bestehenden baulichen Anlagen mit ausgedehnten leitenden Teilen in/an den Außenwänden sollte der Durchgang leitender Teile für die Nutzung als Ableitung gesichert sein. Diese Methode ist außerdem empfehlenswert, wenn hohe Anforderungen an das architektonische Design in Verbindung mit den Anforderungen zum Schutz gegen LEMP eingehalten werden müssen.

Es sollten ebenfalls durchverbundene Potentialausgleichsschienen vorgesehen werden. Jede Potentialausgleichsschiene sollte mit den leitenden Teilen in den Außenwänden und im Fußboden verbunden werden. Diese Verbindung kann bereits durch die waagerechten Bewehrungsstäbe auf der Erdebene und den nachfolgenden Geschossebenen vorhanden sein.

Falls möglich sollte ein Verbindungspunkt mit der Stahlbewehrung im Fußboden oder in der Wand vorgesehen werden. Die Verbindung sollte an wenigstens drei Bewehrungsstäben vorgenommen werden.

In großen baulichen Anlagen wirkt die Potentialausgleichsschiene als Ringleiter. In diesen Fällen sollten Verbindungspunkte mit den Bewehrungsstäben alle 10 m hergestellt werden. Neben den für das Untergeschoss beschriebenen Maßnahmen sind keine besonderen Maßnahmen zur Verbindung der Bewehrung der baulichen Anlage mit dem LPS erforderlich.

E.4.3.8 Potentialausgleich

Wenn in verschiedenen Geschossen eine große Anzahl von Potentialausgleichsverbindungen mit der Bewehrung erforderlich ist und besonderer Wert auf Strompfade mit geringer Induktivität gelegt wird, indem die Bewehrungsstäbe der Betonwände für den Potentialausgleich und die Schirmung des Innenraumes der baulichen Anlage verwendet werden, sollten im Beton der einzelnen Geschosse Ringleiter verlegt werden. Diese sollten mit senkrechten Stäben in Abständen von höchstens 10 m durchverbunden werden.

Wegen der höheren Zuverlässigkeit sollte diese Anordnung bevorzugt werden, besonders wenn die Größe des Störstromes unbekannt ist.

Ein vermaschtes Verbindungsnetzwerk ist ebenfalls empfehlenswert. Die Verbindungen sollten so bemessen sein, dass sie im Falle einer Störung der Energieversorgung große Ströme führen können.

E.4.3.9 Fundament als Erdung

Bei großen baulichen Anlagen und Industrieanlagen besitzt das Fundament gewöhnlich eine Bewehrung. Die Bewehrungsstäbe des Fundamentes, der Fundamentplatte und der Außenwände im Bereich unterhalb der Erdoberfläche dieser baulichen Anlagen bilden einen sehr guten Fundamenterder, sofern die Anforderungen von 5.4 erfüllt sind.

Die Bewehrungsstäbe des Fundamentes und der unterirdischen Wandteile können als Fundamenterder benutzt werden.

Bei diesem Verfahren wird eine gute Erdung bei geringen Kosten erreicht. Darüber hinaus bietet die Metallinlage bestehend aus der Stahlbewehrung der baulichen Anlage im Allgemeinen einen guten Potentialbezug für die elektrische Energieversorgung, die Telekommunikationsanlagen und die elektronischen Anlagen der baulichen Anlage.

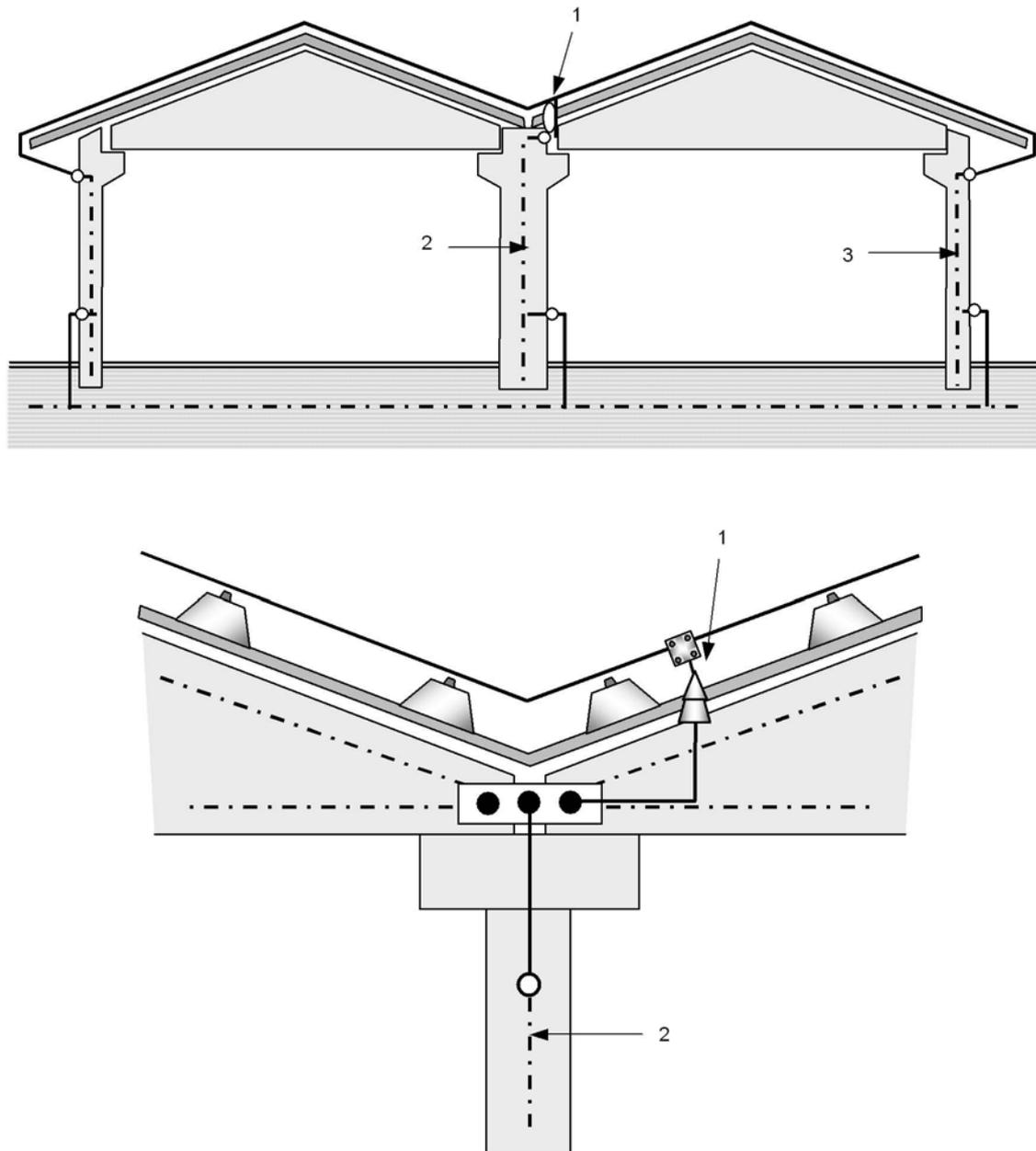
Zusätzlich zu der Durchverbundung der Bewehrungsstäbe durch Röhrenverbindungen wird die Errichtung eines zusätzlichen vermaschten Metallnetzes zur Sicherstellung von guten Verbindungen empfohlen. Dieses zusätzliche Netzwerk sollte außerdem durch Röhrenverbindungen mit dem Bewehrungsstahl verbunden werden. Die Verbindungsleiter zum Anschluss äußerer Ableitungen oder von Elementen der baulichen Anlage, die als Ableitung genutzt werden und zum Anschluss der außen installierten Erdung, sollten an geeigneten Stellen aus dem Beton herausgeführt werden.

Die Bewehrung eines Fundamentes ist im Allgemeinen elektrisch leitend außer in Fällen, in denen zwischen unterschiedlichen Teilen der baulichen Anlage Stoßfugen bestehen, damit unterschiedliche Setzungsgeschwindigkeiten möglich sind.

Stoßfugen zwischen leitenden Teilen der baulichen Anlage sollten durch Potentialausgleichleiter nach Tabelle 6 mit Klemmen und Verbindungen nach 5.5 überbrückt werden.

Bewehrungsstäbe von Säulen, Stützen und Wänden auf einem Fundament sollten mit den Bewehrungsstäben des Fundamentes und den leitenden Teilen des Daches verbunden werden.

Bild E.10 zeigt die Ausführung des LPS einer baulichen Anlage aus Stahlbeton mit Betonstützen, Wänden und einem Dach mit leitenden Teilen.



Legende

- 1 wasserdichte Durchführung eines LPS-Leiters
- 2 Stahlbewehrung der Betonstützen
- 3 Stahlbewehrung der Betonwände

ANMERKUNG Die Stahlbewehrung der Innenstützen wird zu einer natürlichen inneren Ableitung, wenn die Bewehrung der Stütze mit der Fangeinrichtung und der Erdungseinrichtung des LPS verbunden ist. Die elektromagnetische Umgebung um die Stütze sollte beachtet werden, wenn empfindliche elektronische Einrichtungen nahe der Stütze angeordnet sind.

Bild E.10 – Innere Ableitungen in einer Industrieanlage

Wenn eine Schweißverbindung mit der Bewehrung nicht zulässig ist, sollten in den Stützen zusätzliche Leiter verlegt werden, oder die Verbindungen sollten durch geprüfte Verbindungsstellen ausgeführt werden. Diese zusätzlichen Leiter sollten durch Rödelerbindung mit dem Bewehrungsstahl verbunden werden.

Nach Fertigstellung des Gebäudes und Anschluss aller Versorgungsleitungen an das Gebäude über eine Potentialausgleichsschiene ist es in der Praxis oft nicht möglich, als Teil des Wartungsprogramms den Erdungswiderstand zu messen.

Wenn es unter bestimmten Bedingungen nicht möglich ist, den Erdungswiderstand des Fundamenterders zu messen, ist die Verlegung eines oder mehrerer Bezugserder nahe der baulichen Anlage eine Möglichkeit zur Überwachung möglicher Veränderungen in der Umgebung des Erdungssystems über lange Zeiträume, indem eine Durchgangsmessung zwischen dem Erder und dem Fundamenterdungssystem durchgeführt wird. Der gute Potentialausgleich ist jedoch der Hauptvorteil des Fundamenterdungssystems und der Widerstand gegen Erde ist gewöhnlich weniger wichtig.

E.4.3.10 Errichtungsverfahren

Sämtliche Blitzschutzleiter und -klemmen sind vom Errichter der LPS einzubauen.

Mit dem Bauunternehmer sollte eine Vereinbarung über eine annehmbare Dauer der Arbeiten getroffen werden, um sicherzustellen, dass der Zeitplan der Bauarbeiten nicht durch Verzögerungen bei der Errichtung des LPS vor dem Gießen des Betons überschritten wird.

Während der Bauausführung sollten regelmäßig Messungen erfolgen und die Ausführung sollte von einem LPS-Errichter überwacht werden (siehe 4.3).

E.4.3.11 Fertigteile aus Stahlbeton

Wenn für den Blitzschutz Fertigteile aus Stahlbeton z. B. als Ableitungen für die Schirmung oder als Leiter für den Potentialausgleich verwendet werden, sollten nach Bild E.7 Verbindungspunkte an diese Teile angebracht werden, damit eine spätere einfache Durchverbindung der Bewehrung dieser Fertigteile mit der Bewehrung der baulichen Anlage möglich ist.

Lage und Form der Verbindungspunkte sollten während des Entwurfs der Betonfertigteile festgelegt werden.

Die Verbindungspunkte sollten so angeordnet werden, dass im Betonfertigteil ein durchgehender Bewehrungsstab von einer Potentialausgleichsverbindung zur nächsten verläuft.

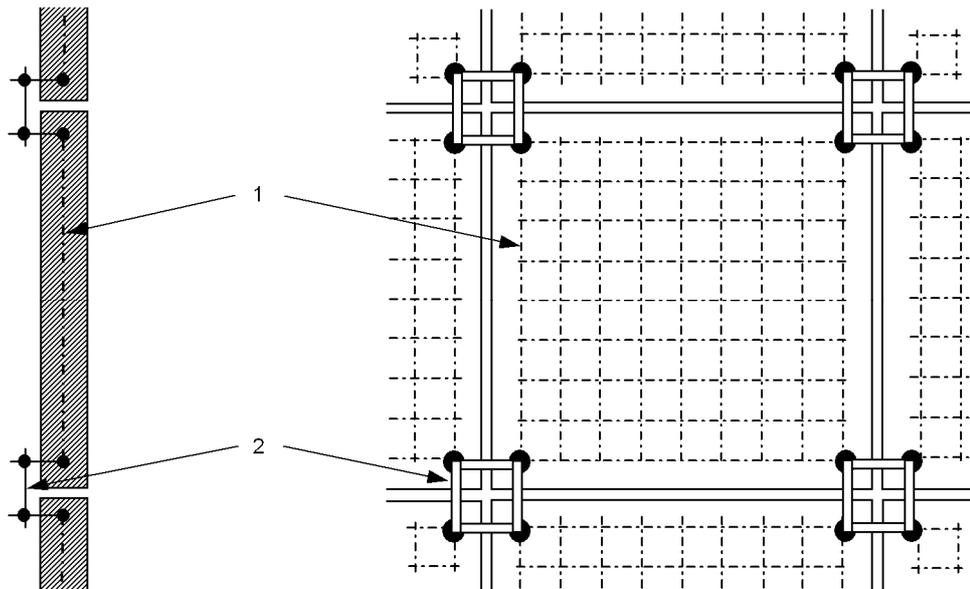
Wenn die Anordnung durchgehender Bewehrungsstäbe in einem Betonfertigteil mit normierten Bewehrungsstäben nicht möglich ist, sollte ein zusätzlicher Leiter verlegt werden und durch eine Rödelerbindung mit der bestehenden Bewehrung verbunden werden.

Im Allgemeinen sind an jeder Ecke der plattenförmigen Betonfertigteile ein Verbindungspunkt und ein Potentialausgleichsleiter erforderlich, wie in Bild E.11 dargestellt.

E.4.3.12 Dehnungsfugen

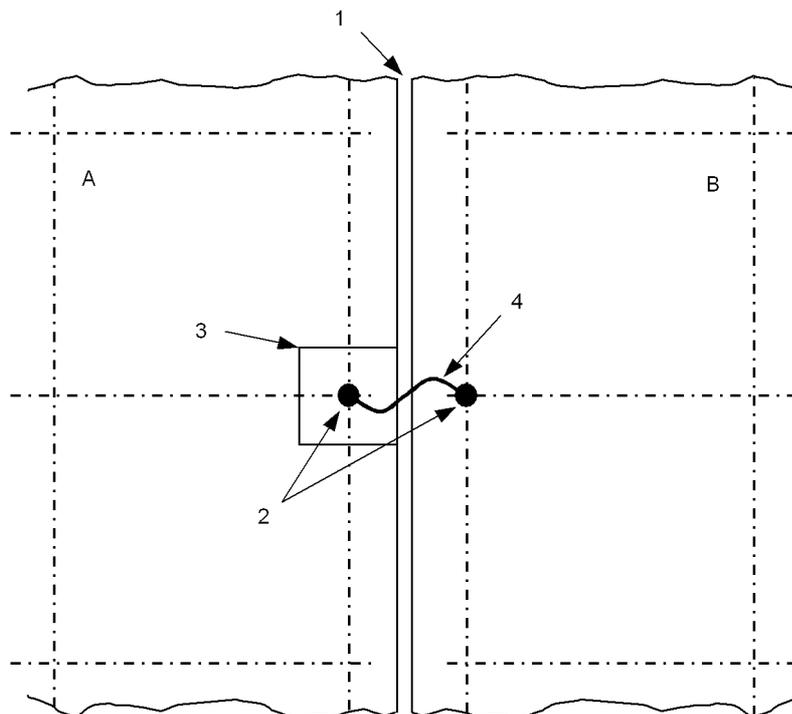
Wenn die bauliche Anlage eine Reihe von Abschnitten mit Dehnungsfugen mit Spielraum für das Setzen der Abschnitte der baulichen Anlage umfasst und im Gebäude umfangreiche elektronische Anlagen installiert werden, sollten zwischen den Bewehrungen der verschiedenen Abschnitte der baulichen Anlage über den Dehnungsfugen mit höchstens der Hälfte des Abstandes zwischen den Ableitungen nach Tabelle 4 Potentialausgleichsleiter angebracht werden.

Um einen Potentialausgleich mit niedriger Impedanz und eine wirksame Schirmung des Raumes innerhalb einer baulichen Anlage sicherzustellen, sollten die Dehnungsfugen abhängig vom geforderten Schirmfaktor zwischen den Abschnitten der baulichen Anlage in kurzen Abständen (zwischen 1 m und der Hälfte des Abstandes zwischen den Ableitungen) durch flexible oder bewegliche Potentialausgleichsleiter nach Bild E.11 überbrückt werden.

**Legende**

- 1 Betonfertigteil mit Bewehrung
- 2 Potentialausgleichsleiter

Bild E.11a – Montage von Potentialausgleichsleitern an bewehrten Betonfertigplatten mit geschraubten oder geschweißten Leitungsverbindungen

**Legende**

- 1 Dehnungsfuge
- 2 Schweißverbindung
- 3 Vertiefung
- 4 flexibler Potentialausgleichsleiter
- A Stahlbetonteil 1
- B Stahlbetonteil 2

Bild E.11b – Befestigung von flexiblen Potentialausgleichsleitern zwischen zwei Stahlbetonteilen, der eine Dehnungsfuge an einer baulichen Anlage überbrückt

Bild E.11 – Montage von Potentialausgleichsleitern in Stahlbetonstrukturen und flexible Verbindung zwischen zwei Stahlbetonteilen

E.5 Äußeres Blitzschutzsystem

E.5.1 Allgemeines

E.5.1.1 Nicht getrenntes Blitzschutzsystem

In den meisten Fällen darf das äußere LPS an der zu schützenden baulichen Anlage befestigt werden.

Wenn thermische Effekte an der Einschlagstelle oder in den Blitzstrom führenden Leitern Schäden an der baulichen Anlage oder dem Inhalt der zu schützenden baulichen Anlage verursachen können, sollte der Abstand zwischen den LPS-Leitungen und dem entflammaren Werkstoff mindestens 0,1 m betragen.

ANMERKUNG Typische Fälle sind:

- bauliche Anlagen mit entflammbarer Dachdeckung;
- bauliche Anlagen mit entflammaren Wänden.

Die Anordnung der Leiter des äußeren LPS ist die Basis für den Entwurf des LPS und hängt von der Form der zu schützenden baulichen Anlage, der geforderten Schutzklasse und dem angewendeten Verfahren für den geometrischen Entwurf ab. Der Entwurf der Fangeinrichtung gibt im Allgemeinen den Entwurf der Ableitungen, der Erdungsanlage und des inneren LPS vor.

Wenn angrenzende Gebäude mit einem LPS ausgerüstet sind, sollten diese mit dem LPS des betreffenden Gebäudes verbunden werden.

E.5.1.2 Getrenntes Blitzschutzsystem

Ein getrenntes äußeres LPS sollte verwendet werden, wenn das Fließen des Blitzteilstromes in damit verbundene innere leitende Teile Schäden an der baulichen Anlage oder deren Inhalt verursachen kann.

ANMERKUNG Ein getrenntes LPS kann vorteilhaft sein, wenn abzusehen ist, dass Änderungen an der baulichen Anlage auch Änderungen am LPS nach sich ziehen können.

LPS, die mit leitenden Elementen der baulichen Anlage und dem Potentialausgleichssystem nur auf Erdbodenhöhe verbunden sind, werden nach 3.3 als getrennt definiert.

Getrennte LPS werden entweder mit Fangstangen oder Masten realisiert, die neben der zu schützenden baulichen Anlage errichtet werden, oder mittels Freileitungen zwischen den Masten, die den Trennungsabstand nach 6.3 einhalten.

Getrennte LPS werden auch auf baulichen Anlagen aus Isolierstoff wie Mauerwerk oder Holz errichtet, wenn der Trennungsabstand nach 6.3 eingehalten wird und weder eine Verbindung zu leitenden Teilen der baulichen Anlage noch zu den darin befindlichen Einrichtungen besteht mit Ausnahme der Verbindungen zur Erdungsanlage auf Erdbodenhöhe.

Leitende Einrichtungen innerhalb der baulichen Anlage und elektrische Leiter sollten nicht in einem geringeren Abstand als dem Trennungsabstand nach 6.3 zu den Leitungen der Fangeinrichtung und den Ableitungen angebracht werden. Alle zukünftigen Installationen sollten den für ein getrenntes LPS vorgegebenen Anforderungen entsprechen. Diese Anforderungen sollten dem Eigentümer der baulichen Anlage von dem für den Entwurf und Ausführung des LPS verantwortlichen Auftragnehmer zur Kenntnis gebracht werden.

Der Eigentümer sollte künftige Auftragnehmer für Arbeiten in oder am Gebäude über diese Anforderungen informieren. Der Auftragnehmer für diese Arbeiten sollte den Eigentümer der baulichen Anlage informieren, wenn er diese Anforderungen nicht erfüllen kann.

Sämtliche Teile der Einrichtungen, die in einer baulichen Anlage mit getrenntem LPS installiert sind, sollten innerhalb des durch das LPS geschützten Raumes angeordnet werden und die Bedingungen für den Trennungsabstand erfüllen. Die LPS-Leiter sollten mit isolierten Leiterbefestigungseinrichtungen angebracht werden, wenn diese direkt an den Wänden der baulichen Anlage angebracht leitenden Teilen zu nahe kämen,

damit der Abstand zwischen dem LPS und den inneren leitenden Teilen größer wird als der Trennungsabstand nach 6.3.

In das Dach eingelassene leitende Dachaufbauten, die nicht mit dem Potentialausgleich verbunden sind und keinen größeren Abstand zur Fangeinrichtung haben als den Trennungsabstand, deren Abstand zum Potentialausgleich aber größer als der Trennungsabstand ist, sollten mit der Fangeinrichtung des getrennten LPS verbunden werden.

Beim Entwurf des LPS und den Sicherheitsanweisungen für die Arbeit nahe einem Dachaufbau sollte die Tatsache berücksichtigt werden, dass die Spannung an diesen Aufbauten bei einem Blitzeinschlag auf den Wert der Fangeinrichtungen ansteigt.

Getrennte LPS sollten an baulichen Anlagen mit ausgedehnten miteinander verbundenen leitenden Teilen angebracht werden, wenn gewünscht wird, dass der Blitzstrom nicht durch die Wände der baulichen Anlage und die im Inneren installierten Einrichtungen fließt.

Bei baulichen Anlagen aus durchgehend miteinander verbundenen leitenden Teilen wie z. B. Stahlkonstruktionen oder Stahlbeton sollte das getrennte LPS den Trennungsabstand zu diesen leitenden Teilen der baulichen Anlage einhalten. Um eine ausreichende Trennung zu erreichen, dürfen die LPS-Leitungen mit isolierten Leitungsbefestigungen an der Wand befestigt werden.

Es sollte beachtet werden, dass in Ziegelbauten oft Stützen und Decken aus Stahlbeton verwendet werden.

E.5.1.3 Gefährliche Funkenbildung

Gefährliche Funkenbildung zwischen dem LPS und metallenen, elektrischen und Kommunikationsanlagen kann verhindert werden:

- in getrennten LPS durch Isolierung oder Trennung nach 6.3;
- in nicht getrennten LPS durch Potentialausgleich nach 6.2 oder durch Isolierung oder Trennung nach 6.3.

E.5.2 Fangeinrichtungen

E.5.2.1 Allgemeines

Diese Norm gibt keine Kriterien für die Auswahl der Fangeinrichtung, weil man dabei Stangen, gespannte Drähte und Maschenleiter gleichwertig betrachten muss.

Die Anordnung einer Fangeinrichtung sollte den Anforderungen von Tabelle 2 entsprechen.

E.5.2.2 Anordnung

Beim Entwurf der Fangeinrichtung sollten unabhängig voneinander oder in allen möglichen Kombinationen die folgenden drei Verfahren benutzt werden, sofern sich die Schutzzonen der einzelnen Teile der Fangeinrichtung überlappen und so sichergestellt ist, dass die bauliche Anlage nach 5.2 umfassend geschützt ist:

- Schutzwinkelverfahren;
- Blitzkugelverfahren;
- Maschenverfahren.

Alle drei Verfahren können für den Entwurf eines LPS angewendet werden. Die Auswahl eines bestimmten LPS-Typs hängt von der praktischen Bewertung seiner Eignung und der Gefährdung der zu schützenden baulichen Anlage ab.

Das Anordnungsverfahren darf vom LPS-Planer ausgewählt werden. Dabei gelten dennoch die folgenden Bedingungen:

- Das Schutzwinkelverfahren ist für Gebäude mit einfacher Form oder kleine Teile größerer baulicher Anlagen geeignet. Es ist nicht geeignet für bauliche Anlagen, die höher als der Blitzkugelradius für die ausgewählte Schutzklasse des LPS sind.
- Das Blitzkugelverfahren ist für bauliche Anlagen mit komplexer Form geeignet.
- Das Maschenverfahren ist für allgemeine Zwecke und besonders für den Schutz ebener Flächen geeignet.

Das Entwurfsverfahren für die Fangeinrichtung und das Entwurfsverfahren für das LPS für die verschiedenen Teile der baulichen Anlage sollten in der Entwurfsdokumentation ausdrücklich angegeben werden.

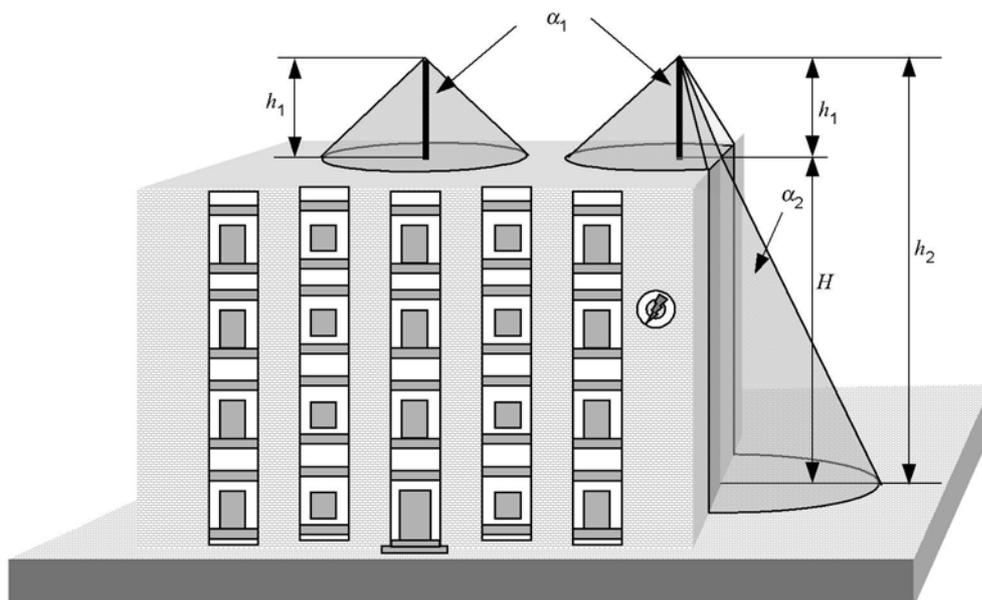
E.5.2.2.1 Schutzwinkelverfahren

Fangleitungen, Fangstangen, Masten und Drähte sollten so angeordnet werden, dass alle Teile der zu schützenden baulichen Anlage innerhalb der Hüllfläche liegen, die durch die Projektion der Punkte von der Fangeinrichtung auf die Bezugsfläche unter einem Winkel α in allen Richtungen zur Senkrechten erzeugt wird.

Der Schutzwinkel α sollte Tabelle 2 entsprechen, wobei h die Höhe der Fangeinrichtung über der zu schützenden Fläche ist.

Ein einziger Punkt erzeugt einen Kegel. Die Bilder A.1 und A.2 zeigen, wie die unterschiedlichen Fangleitungen des LPS den geschützten Raum erzeugen.

Nach Tabelle 2 ist für verschiedene Höhen der Fangeinrichtung über der zu schützenden Fläche der Schutzwinkel α verschieden (siehe Bilder A.3 und E.12).



Legende

H Höhe des Gebäudes über der Bezugsfläche

h_1 physikalische Höhe einer Fangstange

h_2 $h_1 + H$, ist die Höhe der Fangstange über der Erdbezugsfläche

α_1 Schutzwinkel entsprechend der Höhe der Fangeinrichtung $h = h_1$, welche die zu messende Höhe über der zu schützenden Dachfläche (Bezugsfläche) ist

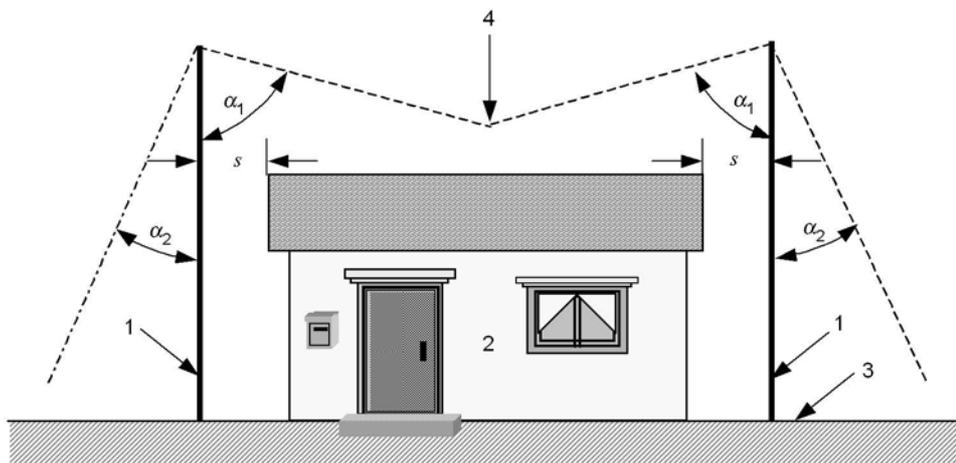
α_2 Schutzwinkel entsprechend der Höhe h_2

Bild E.12 – Schutzwinkelverfahren zur Planung der Fangeinrichtung für verschiedene Höhen nach Tabelle 2

Das Schutzwinkelverfahren besitzt geometrische Grenzen und kann nicht angewendet werden, wenn h größer ist als der Blitzkugelradius r nach Tabelle 2.

Sind Dachaufbauten mit Fangspitzen zu schützen und erstreckt sich der Schutzraum der Fangspitzen über die Gebäudenkanten, sollten die Fangspitzen zwischen der baulichen Anlage und der Kante angebracht werden. Ist dies nicht möglich, sollte das Blitzkugelverfahren angewendet werden.

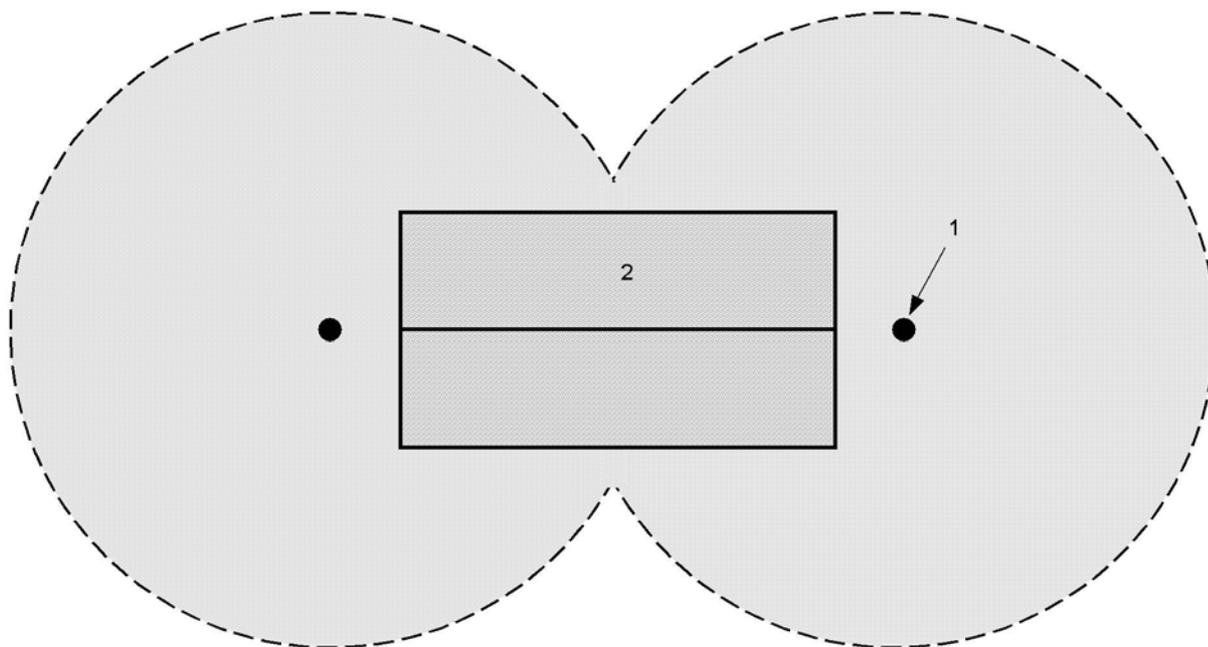
Der Entwurf einer Fangeinrichtung unter Benutzung des Schutzwinkelverfahrens ist auch in den Bildern E.13 und E.14 für ein getrenntes LPS bzw. in den Bildern E.15 und E.16 für ein nicht getrenntes LPS dargestellt.



Legende

- 1 Fangmast
- 2 zu schützende bauliche Anlage
- 3 Erdoberfläche entspricht der Bezugsebene
- 4 Schnittpunkt der Schutzkegel
- s Trennungsabstand nach 6.3
- α_1, α_2 Schutzwinkel nach Tabelle 2

Bild E.13a – Projektion auf eine senkrechte Ebene



ANMERKUNG Die beiden Kreise stellen die geschützte Fläche auf der Bezugsebene dar.

Bild E.13b – Projektion auf die waagerechte Bezugsebene

Bild E.13 – Getrenntes äußeres LPS mit zwei einzelnen Fangmasten, die nach dem Schutzwinkelverfahren angeordnet wurden

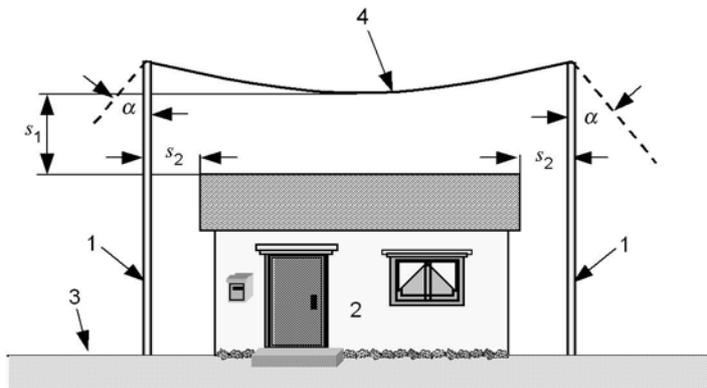


Bild E.14a – Projektion auf eine senkrechte Ebene mit den beiden Masten

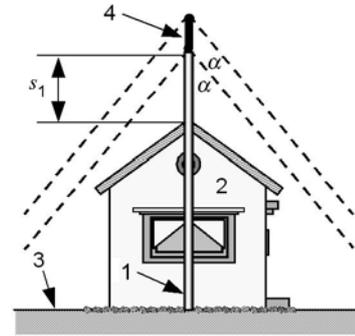


Bild E.14b – Projektion auf eine senkrechte Ebene im rechten Winkel zur Ebene mit den beiden Masten

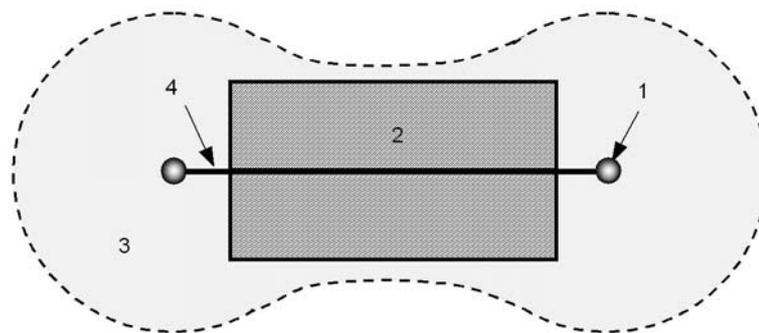


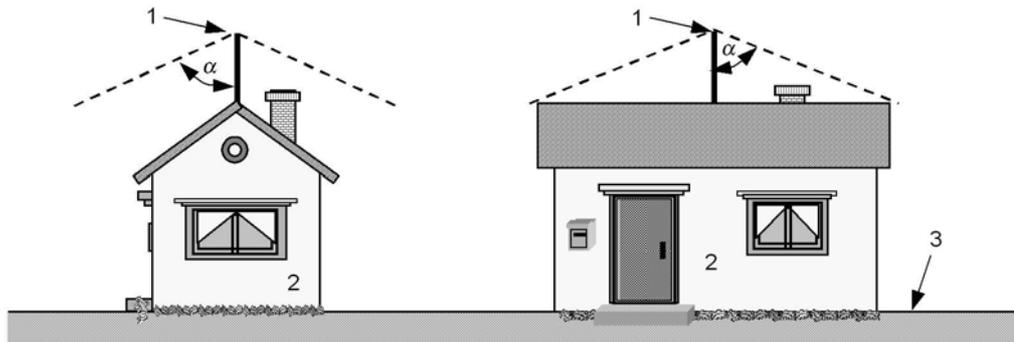
Bild E.14c – Projektion auf die waagerechte Bezugsebene

Legende

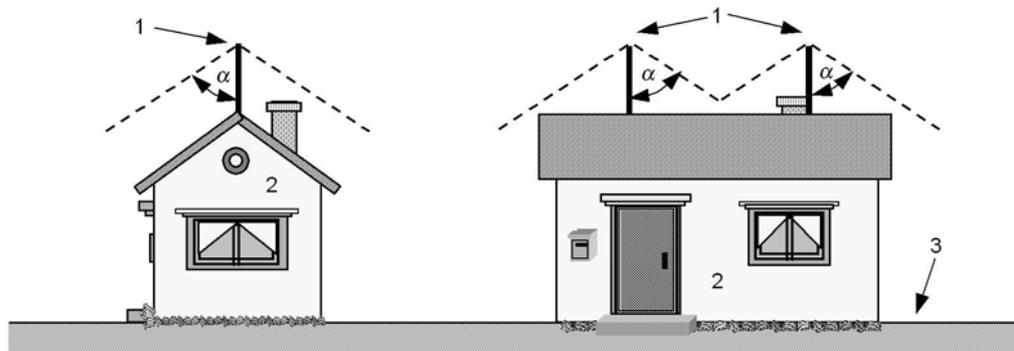
- 1 Fangmast
- 2 zu schützende bauliche Anlage
- 3 geschützte Fläche auf der Bezugsebene
- 4 waagerechter Fangdraht
- s_1, s_2 Trennungsabstände nach 6.3
- α Schutzwinkel nach Tabelle 2

ANMERKUNG Die Fangeinrichtung wurde nach dem Schutzwinkelverfahren entworfen. Die gesamte bauliche Anlage muss innerhalb des Schutzraumes liegen.

Bild E.14 – Getrenntes äußeres LPS mit zwei einzelnen Fangmasten, die durch eine waagerechte Fangleitung miteinander verbunden sind

**Legende**

- 1 Fangstange
- 2 zu schützende bauliche Anlage
- 3 angenommene Bezugsebene
- α Schutzwinkel nach Tabelle 2

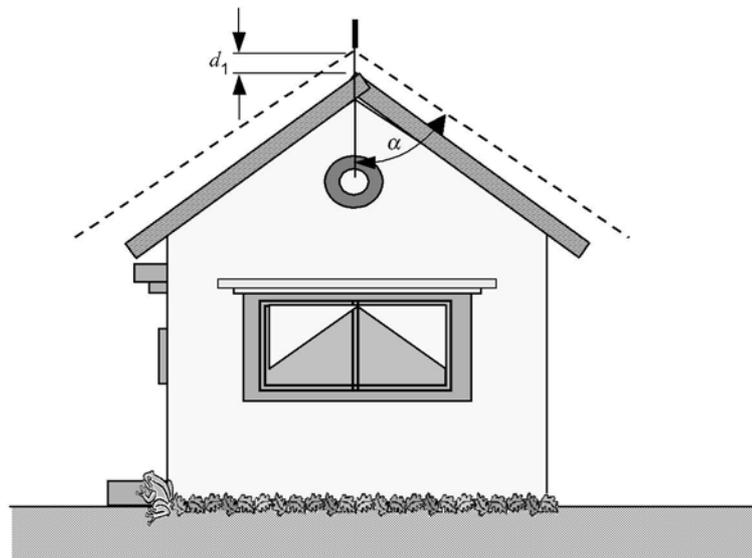
Bild E.15a – Beispiel mit einer Fangstange**Legende**

- 1 Fangstange
- 2 zu schützende bauliche Anlage
- 3 angenommene Bezugsebene
- α Schutzwinkel nach Tabelle 2

Bild E.15b – Beispiel mit zwei Fangstangen

ANMERKUNG Die gesamte bauliche Anlage sollte innerhalb des geschützten Bereichs der Fangstangen liegen.

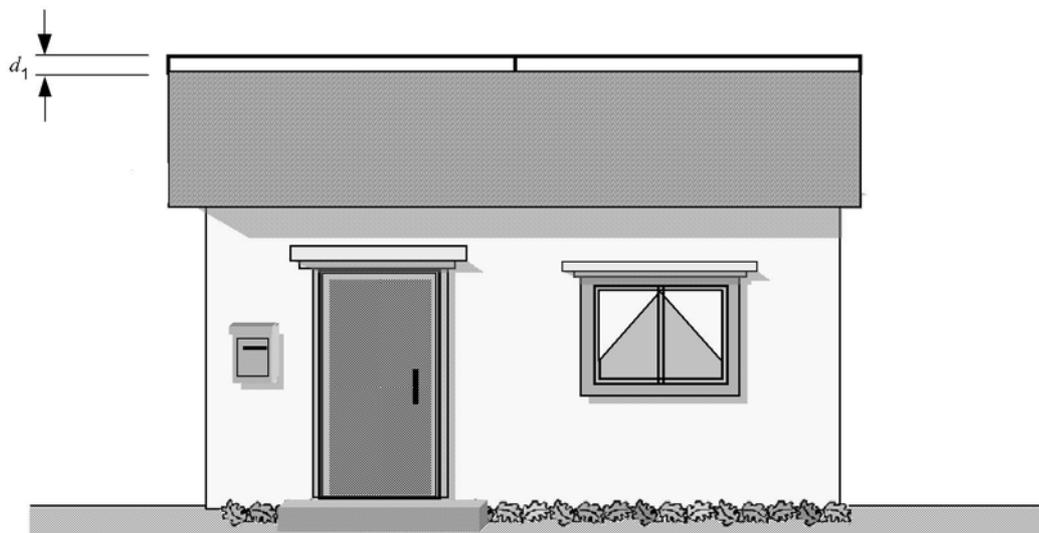
Bild E.15 – Beispiel für den Entwurf einer Fangeinrichtung eines nicht getrennten LPS durch Fangstangen



Legende

- α Schutzwinkel nach Tabelle 2
- d_1 Abstand der waagerechten Leitung vom Dachfirst

Bild E.16a – Projektion auf eine senkrechte Ebene im rechten Winkel zur Ebene mit dem Mast



Legende

- α Schutzwinkel nach Tabelle 2

ANMERKUNG Die gesamte bauliche Anlage sollte innerhalb des geschützten Raumes liegen.

Bild E.16b – Projektion auf eine senkrechte Ebene mit der Leitung

Bild E.16 – Beispiel für den Entwurf einer Fangeinrichtung eines nicht getrennten LPS durch eine waagerechte Leitung über dem Dachfirst – Projektion auf eine senkrechte Ebene, in der die Leitung liegt

Wird die Fangeinrichtung auf einer geneigten Oberfläche angeordnet ist, wird die Achse des Kegels, der die Schutzzone bildet, nicht notwendigerweise von der Fangstange gebildet, sondern von der Senkrechten zur Fläche, auf der die Fangstange aufgestellt ist, wobei die Kegelspitze gleich der Spitze der Fangstange ist (siehe Bild E.17).

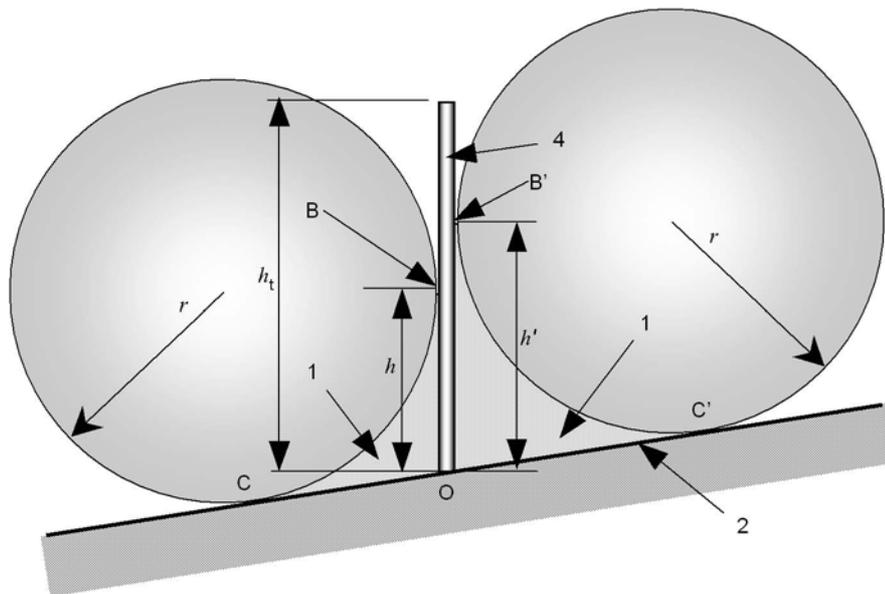


Bild E.17a – Geschützter Bereich eines Mastes auf einer geneigten Fläche, der mit dem Blitzkugelverfahren ermittelt wurde ($h_t > r$)

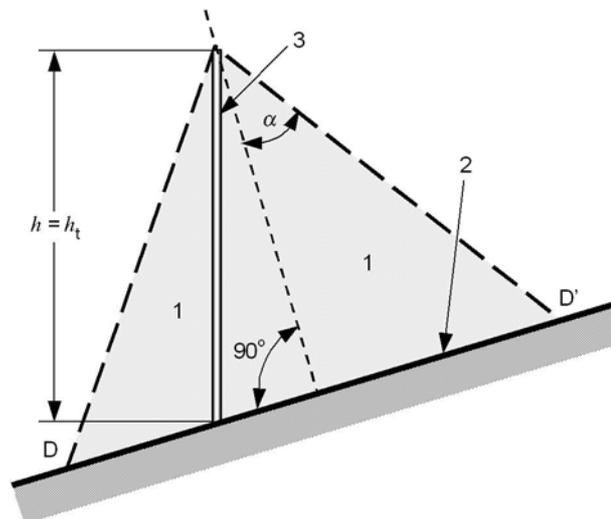


Bild E.17b – Geschützter Bereich einer Fangstange auf einer geneigten Fläche, der mit dem Schutzwinkelverfahren ermittelt wurde

Legende

- 1 Schutzraum
- 2 Bezugsebene
- 3 Fangstange
- 4 Mast
- r Radius der Blitzkugel nach Tabelle 2
- h, h' entsprechende Höhen der Fangeinrichtung nach Tabelle 2
- h_t physikalische Höhe der Fangeinrichtung über der Bezugsebene
- α Schutzwinkel
- B, C, B', C' Berührungspunkte der Blitzkugel
- C, C', D, D' Grenzen der geschützten Fläche

ANMERKUNG Die Höhen h und h' sollten niedriger als h_t sein. Zwei Werte von h , z. B. h und h' , sind auf einer geneigten Bezugsebene geeignet.

Bild E.17 – Schutzraum einer Fangstange oder eines Mastes auf einer geneigten Fläche

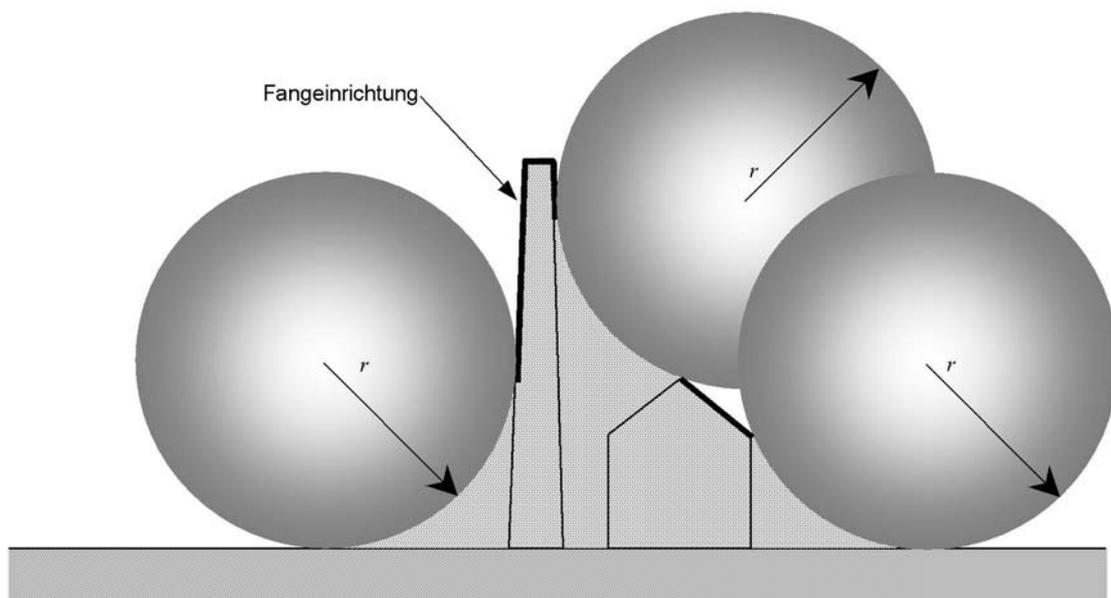
E.5.2.2.2 Blitzkugelverfahren

Das Blitzkugelverfahren sollte zur Ermittlung des geschützten Volumens von Teilen und Flächen einer baulichen Anlage verwendet werden, wenn Tabelle 2 die Anwendung des Schutzwinkelverfahrens ausschließt.

Wird dieses Verfahren angewendet, dann ist die Anordnung der Fangeinrichtungen geeignet, wenn kein Punkt des geschützten Volumens von einer Blitzkugel mit einem Radius r berührt wird, wenn diese in allen möglichen Richtungen auf dem Boden um und über die bauliche Anlage gerollt wird. Die Blitzkugel darf nur den Boden und/oder die Fangeinrichtung berühren.

Der Radius r der Blitzkugel hängt von der Schutzklasse des LPS ab (siehe Tabelle 2).

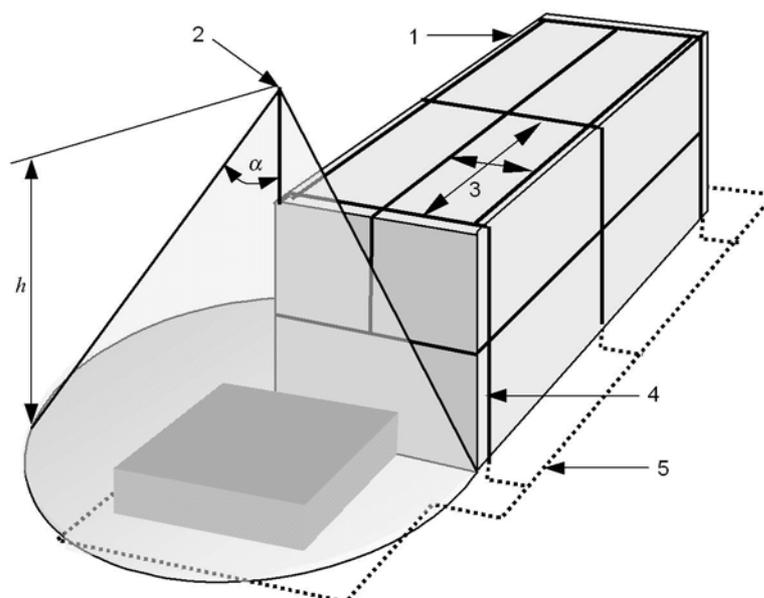
Die Bilder E.18 und E.19 zeigen die Anwendung des Blitzkugelverfahrens für verschiedene bauliche Anlagen. Die Kugel mit dem Radius r wird um und über die bauliche Anlage gerollt, bis sie auf die Bodenfläche oder eine dauerhafte Konstruktion oder ein Objekt trifft, das den Erdboden berührt und als Blitzableiter wirken kann. Wo die Blitzkugel die bauliche Anlage berührt, kann ein Einschlag auftreten, und an derartigen Punkten ist ein Schutz mittels einer Fangleitung erforderlich.

**Legende**

r Radius der Blitzkugel nach Tabelle 2

ANMERKUNG LPS-Fangleitungen werden an allen Punkten und Abschnitten installiert, die von der Blitzkugel berührt werden, der Radius entspricht der ausgewählten Blitzschutzklasse, außer für die unteren Bereiche einer baulichen Anlage in Übereinstimmung mit 5.2.3.

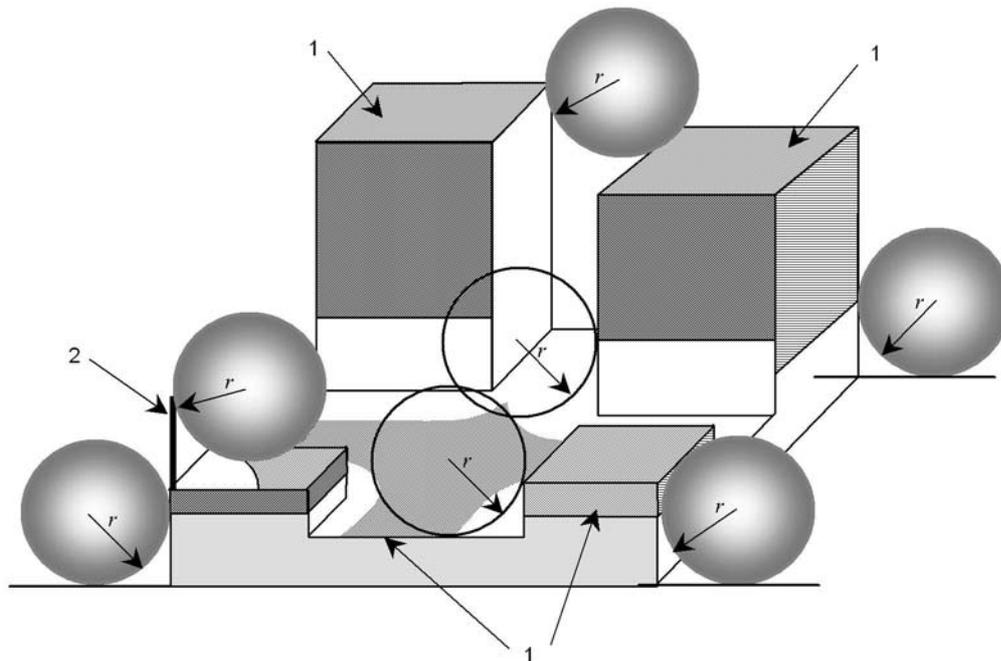
Bild E.18a – Entwurf einer LPS-Fangeinrichtung nach dem Blitzkugelverfahren

**Legende**

- 1 Fangleitung
- 2 Fangstange
- 3 Maschenweite
- 4 Ableitung
- 5 Erdungssystem mit Ringleiter
- h Höhe der Fangeinrichtung über dem Erdniveau
- α Schutzwinkel

Bild E.18b – Allgemeine Anordnung von Fangeinrichtungen

Bild E.18 – Entwurf einer LPS-Fangeinrichtung nach dem Blitzkugelverfahren, Schutzwinkelverfahren, Maschenverfahren und der allgemeinen Anordnung von Fangeinrichtungen



Legende

- 1 Die schraffierten Flächen können vom Blitz getroffen werden und benötigen einen Schutz nach Tabelle 2.
- 2 Mast auf der baulichen Anlage
- r Radius der Blitzkugel nach Tabelle 2

ANMERKUNG Schutz gegen Seiteneinschläge nach 5.2.3 und A.2 ist erforderlich.

Bild E.19 – Entwurf eines LPS-Fangleitungsnetzes auf einer baulichen Anlage mit komplizierter Form

Wenn das Blitzkugelverfahren auf Zeichnungen der baulichen Anlage angewendet wird, dann sollte die bauliche Anlage von allen Richtungen betrachtet werden, um sicherzustellen, dass kein Teil in den ungeschützten Bereich vorragt. Dies kann leicht übersehen werden, wenn nur der Grundriss und die Vorder- und Seitenansicht betrachtet werden.

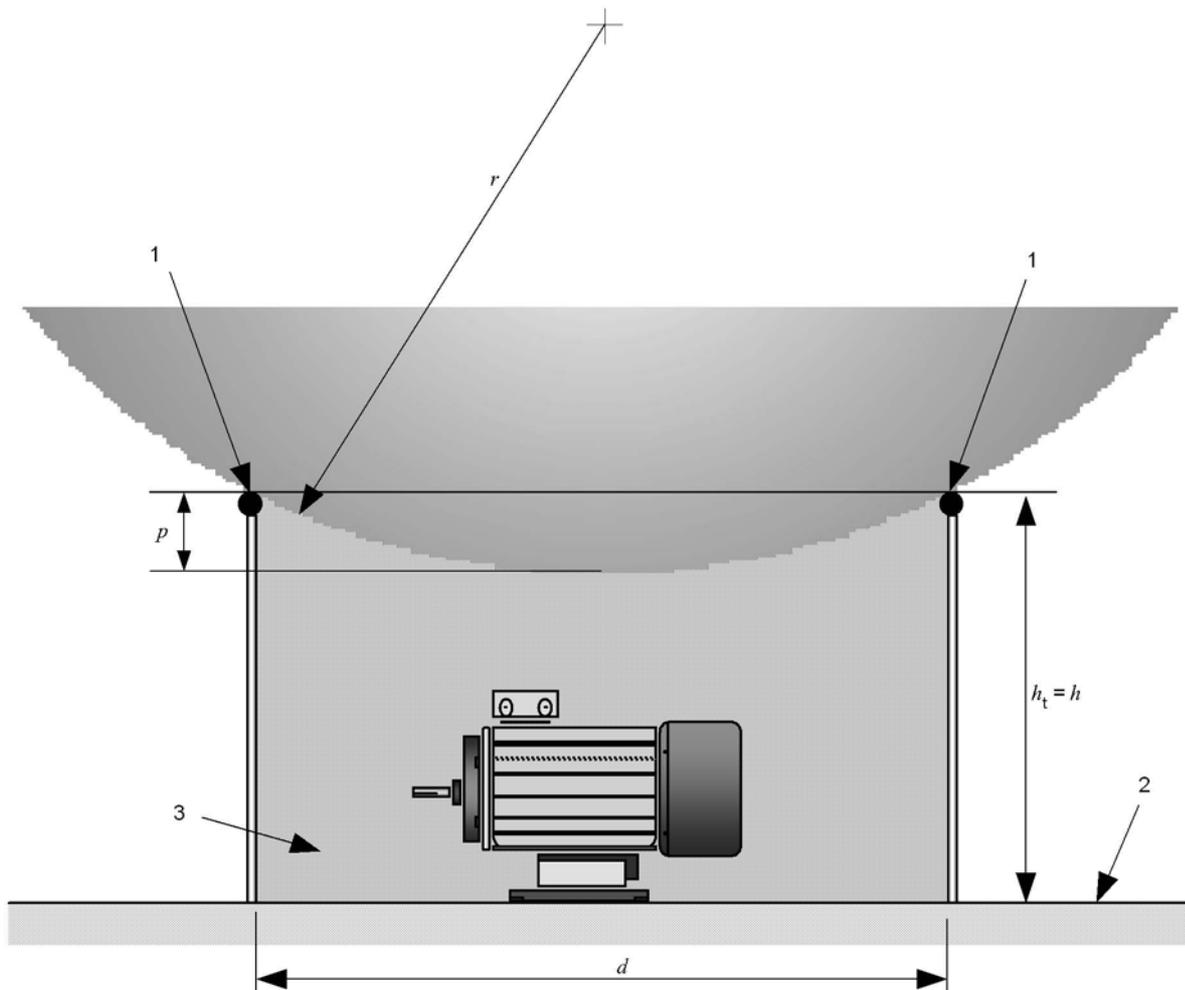
Das durch einen LPS-Leiter erzeugte geschützte Volumen einer baulichen Anlage ist das Volumen, in das die Blitzkugel nicht eindringt, wenn sie den Leiter der Fangeinrichtung berührt und an die bauliche Anlage angelegt wird.

Bild E.18 zeigt den Schutz, den eine LPS-Fangeinrichtung nach dem Maschenverfahren, dem Blitzkugelverfahren und dem Schutzwinkelverfahren bietet, und die allgemeine Anordnung der Elemente der Fangeinrichtung.

Bei zwei über der waagerechten Bezugsebene angebrachten parallelen waagerechten LPS-Fangleitungen nach Bild E.20 sollte die Eindringtiefe p der Blitzkugel unter die Höhe der Leitungen im Raum zwischen den Leitungen wie folgt berechnet werden:

$$p = r - \left[r^2 - (d/2)^2 \right]^{1/2} \quad (\text{E.4})$$

Die Eindringtiefe p sollte kleiner als h_t , vermindert um die Höhe der zu schützenden Objekte sein (der Motor in Bild E.20).



Legende

- 1 waagerechte Leitungen
- 2 Bezugsebene
- 3 Raum, der von zwei parallelen waagerechten Fangleitungen oder zwei Fangstangen geschützt wird
- h_t physikalische Höhe der Fangstangen über der Bezugsebene
- p Eindringtiefe der Blitzkugel
- h Höhe der Fangstange nach Tabelle 2
- r Radius der Blitzkugel
- d Abstand, der zwei parallele waagerechte Fangleitungen oder zwei Fangstangen trennt

ANMERKUNG Die Eindringtiefe p der Blitzkugel sollte zum Schutz der Objekte zwischen den Fangeinrichtungen kleiner sein als h_t minus der größten Höhe der zu schützenden Objekte.

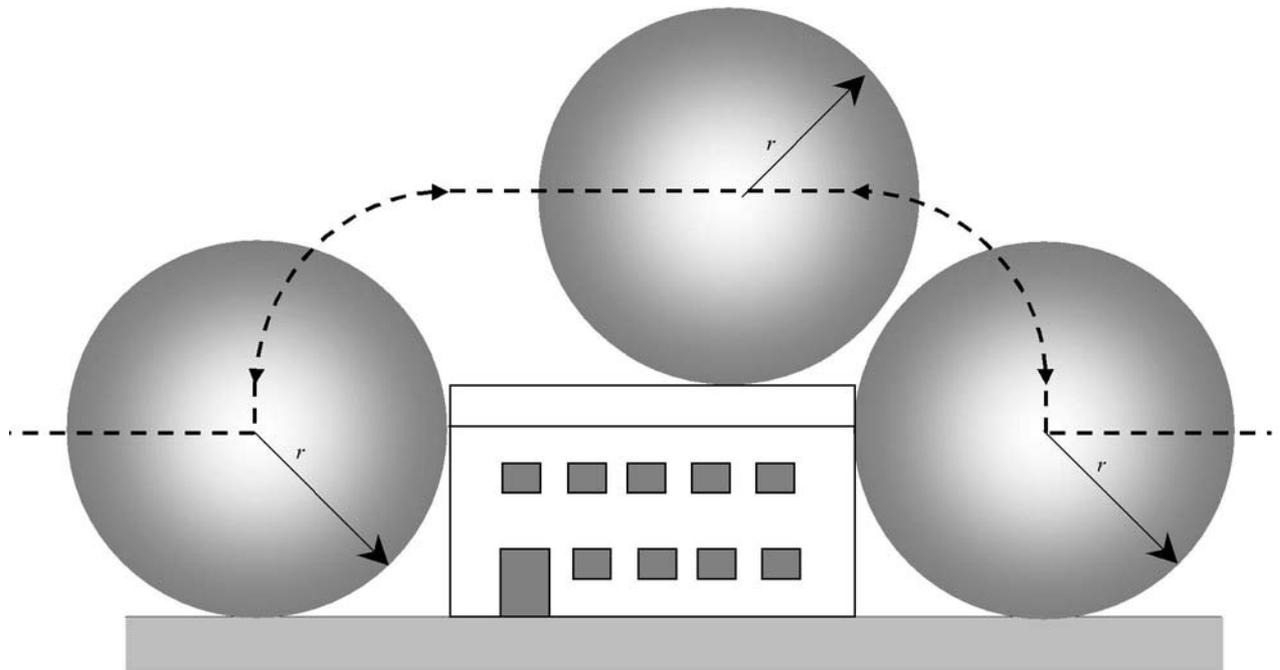
Bild E.20 – Raum, der von zwei parallelen waagerechten Fangleitungen oder zwei Fangstangen geschützt wird ($r > h_t$)

Das in Bild E.20 dargestellte Beispiel gilt auch für drei oder vier Fangstangen, z. B. für vier senkrechte Stangen mit der gleichen Höhe h , die an den Ecken eines Quadrates angebracht sind. In diesem Fall entspricht d in Bild E.20 den Diagonalen des durch die vier Stangen gebildeten Quadrates.

ANMERKUNG Seit Mitte der dreißiger Jahre ist bekannt, dass der Blitzkugelradius mit dem Scheitelwert des Stroms im Blitzeinschlag in das Gebäude korreliert: $r = 10 \cdot I^{0,65}$, wobei I in kA eingesetzt wird.

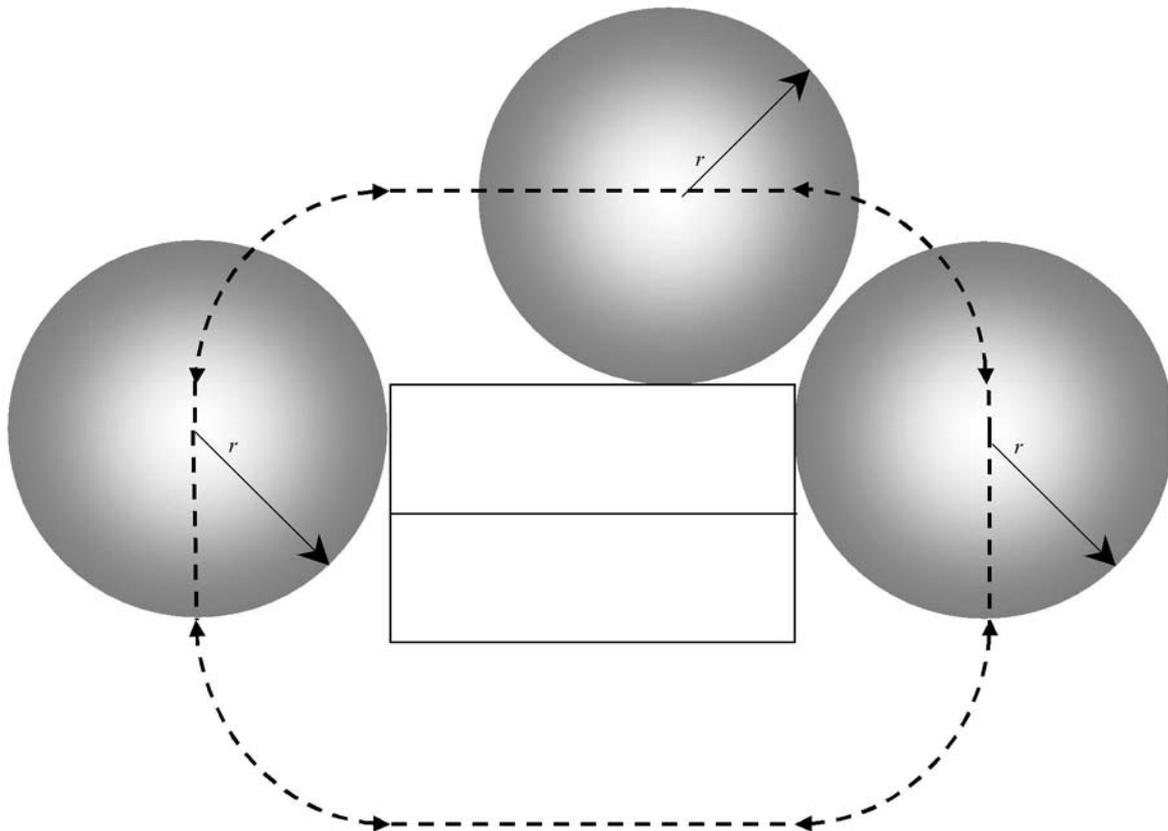
Mit dem Blitzkugelverfahren können die Stellen bestimmt werden, an denen ein Blitz einschlagen kann. Außerdem kann mit dem Blitzkugelverfahren die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Einschlags an jeder Stelle des Gebäudes ermittelt werden.

Bild E.21 zeigt ein Gebäude, über das eine Blitzkugel rollt. Die gestrichelte Linie stellt den Weg des Mittelpunktes der Blitzkugel dar. Das ist auch der geometrische Ort der Spitze des abwärts gerichteten Leitblitzes, von der aus die endgültige Entladung folgt. Alle diese Blitzeinschläge, deren Spitzen auf dem Weg des Mittelpunktes der Blitzkugel liegen, entladen sich am nächstliegenden Punkt des Gebäudes. Um die Dachkanten herum besteht ein viertelkreisförmiger Bogen mit möglichen Stellen für die Spitze des abwärts gerichteten Leitblitzes, der sich zu den Gebäudekanten hin entlädt. Das zeigt, dass ein beträchtlicher Teil der Blitzeinschläge an den Dachkanten auftritt, einige an den Wänden und einige auf der Dachfläche.

**Legende**

r Radius der Blitzkugel nach Tabelle 2

Bild E.21a – Seitenansicht



Legende

r Radius der Blitzkugel nach Tabelle 2

Bild E.21b – Draufsicht

Bild E.21 – Stellen, an denen der Blitz in ein Gebäude einschlägt

Für eine Voraussage über die Möglichkeit eines Blitzeinschlags in die Wand muss auch die Draufsicht berücksichtigt werden (siehe Bild E.21b).

E.5.2.2.3 Maschenverfahren

Bei ebenen Oberflächen wird angenommen, dass ein Maschennetz die gesamte Oberfläche schützt, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- a) Wie in Anhang A erwähnt, sind die Fangleitungen angeordnet an
 - Dachkanten,
 - Dachüberhängen,
 - Dachfirst, wenn die Neigung des Daches größer als 1/10 ist,
 - die Seitenflächen einer baulichen Anlage über 60 m in einer Höhe über 80 % der Gebäudehöhe.
- b) Die Maschenweiten des Fangnetzes sind nicht größer als die in Tabelle 2 angegebenen Werte.
- c) Das Netzwerk der Fangeinrichtungen ist so ausgeführt, dass der Blitzstrom immer wenigstens zwei verschiedene metallene Wege zur Erde hat; keine metallene Installation darf aus der von Fangeinrichtungen geschützten Fläche hervorstehen.

ANMERKUNG Eine große Anzahl von Ableitungen erzeugt eine Verringerung des Trennungsabstandes und schwächt das elektromagnetische Feld innerhalb des Gebäudes (siehe 5.3).

- d) Die Fangleitungen sind so kurz wie möglich und verlaufen auf direkten Wegen.

Beispiele für den Entwurf eines nicht getrennten LPS mit dem Maschenverfahren sind in Bild E.22a für ein Flachdach und in Bild E.22b für ein geneigtes Dach dargestellt. Bild E.22c zeigt ein Beispiel für ein LPS an einem Industriegebäude. Bild E.22d zeigt ein Beispiel für ein LPS mit unter Putz verlegten Leitern.

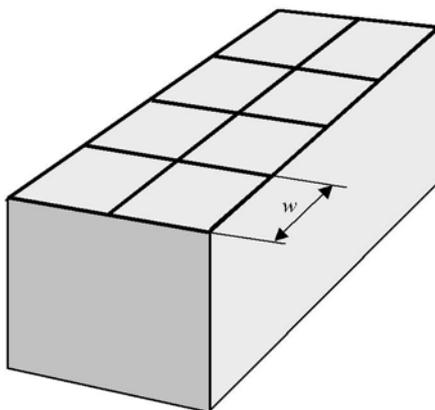
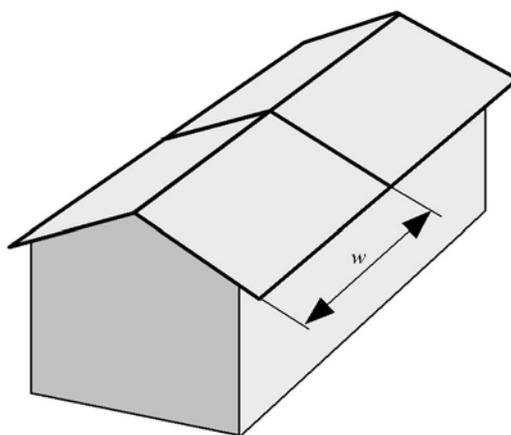


Bild E.22a – LPS-Fangeinrichtung auf einem Flachdach

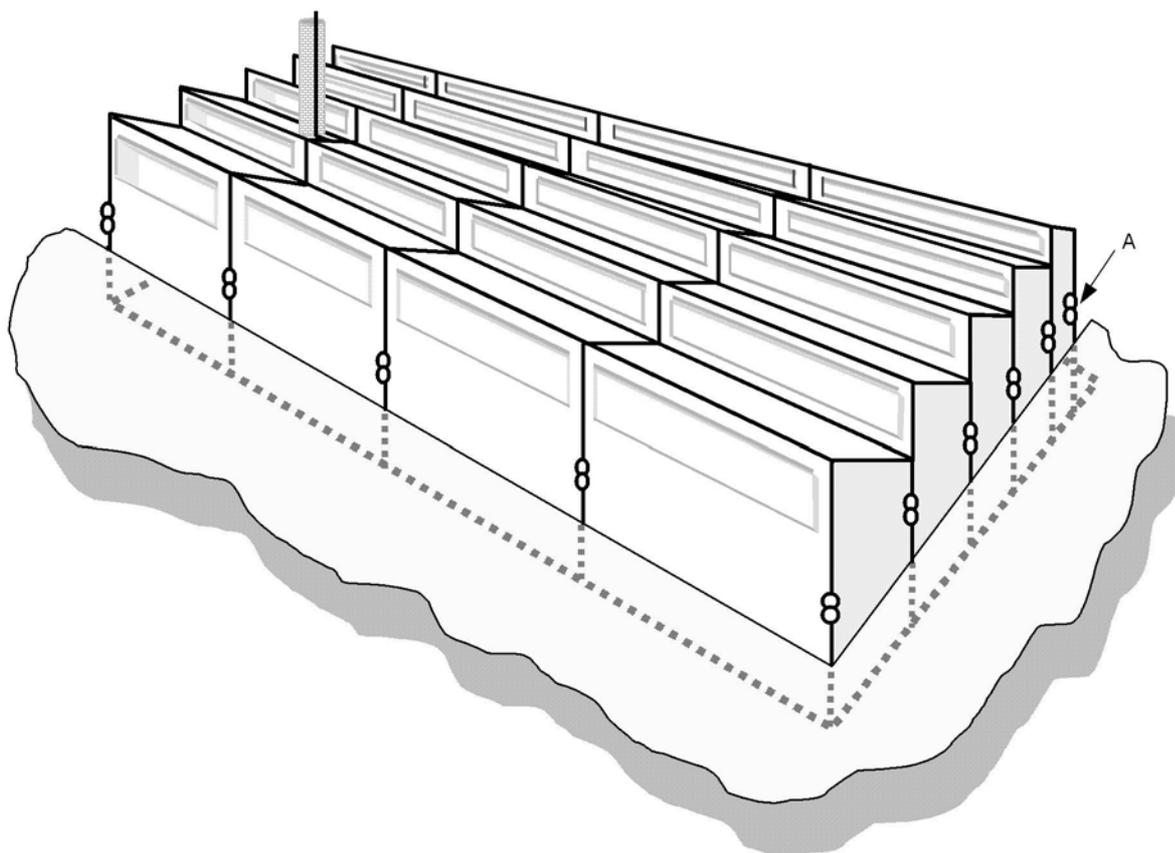


Legende

w Maschenweite

ANMERKUNG Die Maschenweite sollte Tabelle 2 entsprechen.

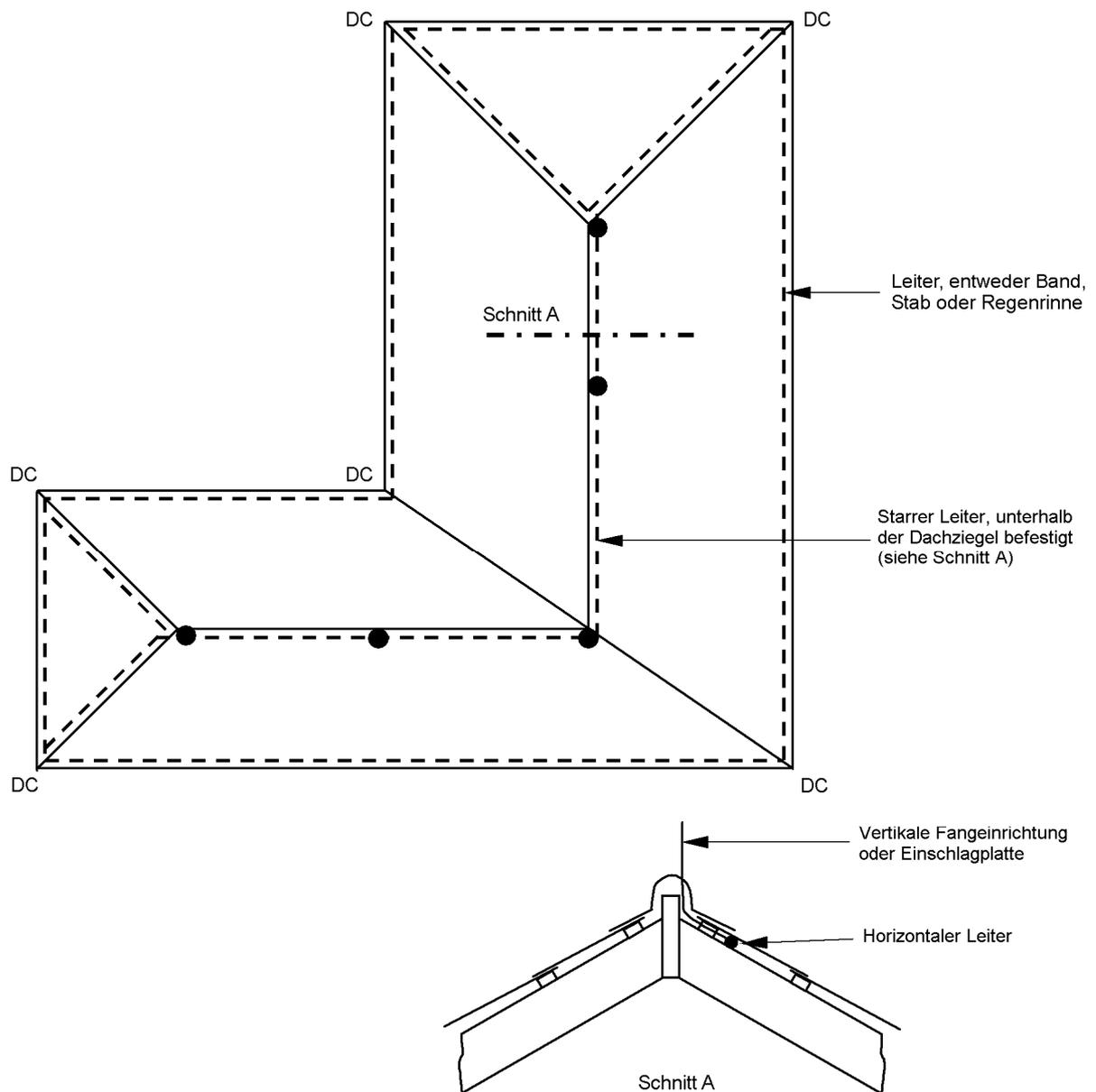
Bild E.22b – LPS-Fangeinrichtung auf einem geneigten Dach

**Legende**

A Messstelle

ANMERKUNG Alle Maße müssen der gewählten Blitzschutzklasse nach den Tabellen 1 und 2 entsprechen.

Bild E.22c – Beispiel eines LPS an einer baulichen Anlage mit Sheddach



Legende

- - - verdeckter Leiter
- vertikale Fangeinrichtung (blanke senkrechte Stange) in kurzen Abständen, entsprechend dem Schutzwinkel- oder dem Blitzkugelverfahren (siehe Tabelle 2)
- DC Ableiter

Bild E.22d – Fangeinrichtung mit verdeckten Leitungen für Gebäude mit geneigten Dächern, bis zu 20 m Höhe

Bild E.22 – Beispiel eines Entwurfs eines nicht getrennten LPS entsprechend dem Maschenverfahren

E.5.2.3 Fangeinrichtungen gegen Seiteneinschläge bei hohen Gebäuden

Bei Gebäuden über 120 m Höhe sollten die obersten 20 % der Seiten mit Fangeinrichtungen ausgestattet werden.

ANMERKUNG Wenn empfindliche Teile (z. B. elektronische Geräte) außen am oberen Teil des Gebäudes angebracht sind, sollten sie mit speziellen Fangeinrichtungen, wie z. B. waagerechten Fangspitzen oder maschenförmigen Leitern oder Ähnlichem) geschützt werden.

E.5.2.4 Errichtung

E.5.2.4.1 Allgemeine Informationen

Die höchste zulässige Temperatur für eine Leitung wird nicht überschritten, wenn der Querschnitt mit Tabelle 6 und der Normenreihe EN 50164 übereinstimmt.

Ein Dach oder eine Wand aus entflammbarem Werkstoff sollte gegen die gefährliche Erwärmung der LPS-Leiter durch den Blitzstrom mit einer oder mehreren der folgenden Maßnahmen geschützt werden:

- Verringerung der Temperatur der Leiter durch Erhöhen des Querschnittes;
- Vergrößern des Abstandes zwischen den Leitern und der Dachhaut (siehe auch 5.2.4);
- Einfügen einer Wärmeschutzschicht zwischen den Leitern und dem brennbaren Werkstoff.

ANMERKUNG Untersuchungen haben gezeigt, dass es vorteilhaft ist, wenn Fangeinrichtungen eine stumpfe Spitze haben.

E.5.2.4.2 Nicht getrennte Fangeinrichtung

Fangleitungen und Ableitungen sollten mit Leitungen auf der Dachebene miteinander verbunden werden, damit eine angemessene Stromverteilung zwischen den Ableitungen erreicht wird.

Leitungen auf Dächern und Anschlussleitungen von Fangstangen dürfen entweder mit leitenden oder nicht leitenden Abstandhalter und Befestigungselementen befestigt werden. Die Leitungen dürfen auch direkt auf der Wandfläche befestigt werden, wenn diese aus nicht entflammbarem Werkstoff besteht.

ANMERKUNG Z1 Zu weiteren Einzelheiten siehe Normenreihe EN 50164.

In Tabelle E.1 werden Befestigungsabstände für diese Leiter empfohlen.

Tabelle E.1 – Empfohlene Befestigungsabstände

Anordnung	Befestigungsabstände für Flachleiter und Leiterseile	Befestigungsabstände für massive Rundleiter
	mm	mm
waagerechte Leiter auf waagerechten Flächen	500	1 000
waagerechte Leiter auf senkrechten Flächen	500	1 000
senkrechte Leiter vom Erdboden bis 20 m	1 000	1 000
senkrechte Leiter ab 20 m und darüber	500	1 000

ANMERKUNG 1 Diese Tabelle gilt nicht für eingebaute Befestigungen. Diese erfordern eventuell eine besondere Betrachtung.

ANMERKUNG 2 Eine Abschätzung der Umweltbedingungen (d. h. die erwartete Windbelastung) sollte ebenfalls mit Berücksichtigung finden. Dabei können sich andere als die empfohlenen Befestigungspunkte als notwendig herausstellen.

Auf kleinen Gebäuden und ähnlichen baulichen Anlagen mit einem First sollte eine Fangleitung auf dem First installiert werden. Befindet sich die bauliche Anlage vollständig innerhalb des Schutzraumes der Leitungen auf dem First, sollten mindestens zwei Ableitungen über die Giebelkanten zu den beiden Ableitungen an den entgegengesetzten Ecken der baulichen Anlage geführt werden.

ANMERKUNG Der Abstand zwischen den beiden Ableitungen, gemessen um den Umfang der baulichen Anlage, darf die in Tabelle 4 angegebenen Abstände nicht überschreiten.

Die Dachrinnen nach 5.2.5 an der Dachkante dürfen als natürliche Fangleitungen verwendet werden.

Die Bilder E.23a, E.23b und E.23c zeigen Beispiele für die Anordnung der Leiter auf einem Dach und der Ableitungen auf geneigten Dächern.

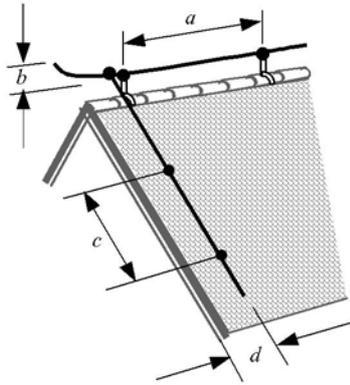


Bild E.23a – Anordnung einer Fangleitung auf dem First eines geneigten Daches und einer Dachableitung

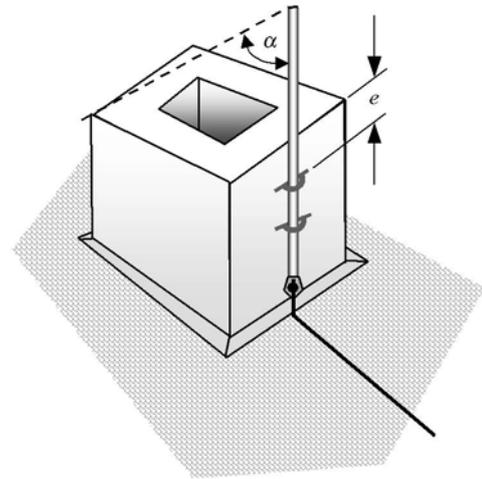


Bild E.23b – Anordnung einer Fangstange zum Schutz eines Schornsteins nach dem Schutzwinkelverfahren

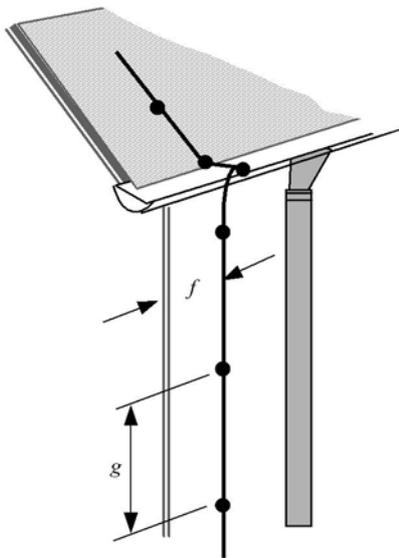


Bild E.23c – Anordnung einer Ableitung mit Verbindung zur Dachrinne

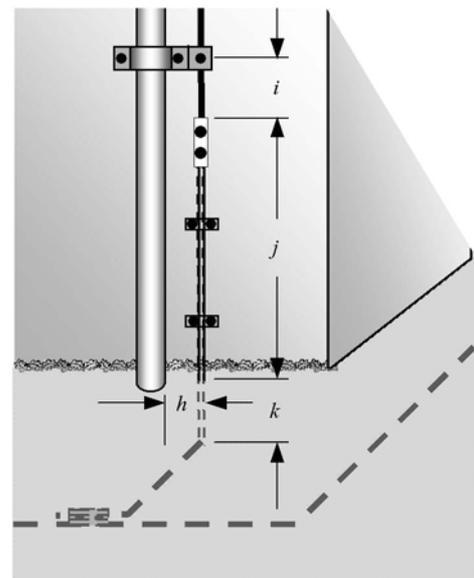


Bild E.23d – Anordnung einer Messstelle in einer Ableitung und Potentialausgleichsverbinding mit einem Abflussrohr

Beispiele für geeignete Maße sind:

a 1 m	d so nah wie möglich an der Kante	g 1 m	j 1,5 m
b 0,15 m (nicht zwingend)	e 0,2 m	h 0,05 m	k 0,5 m
c 1 m	f 0,3 m	i 0,3 m	α Schutzwinkel nach Tabelle 2

Bild E.23 – Einige Beispiele zu Einzelheiten eines LPS an einer baulichen Anlage mit geneigten Ziegeldächern

Bei langen baulichen Anlagen sollten zusätzliche Leiter nach Tabelle 4 angebracht und mit den Fangleitungen auf dem Dachfirst verbunden werden.

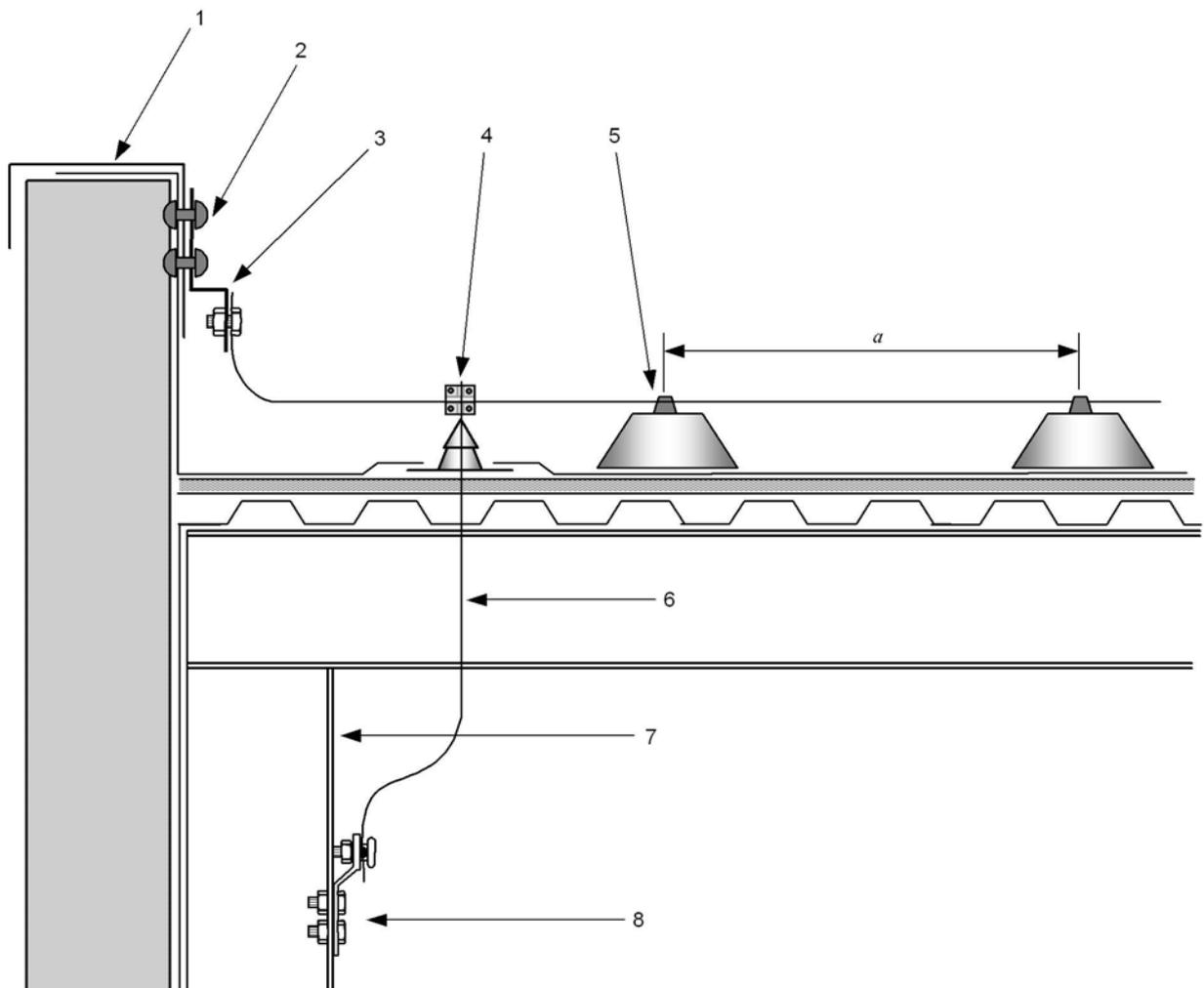
Auf Gebäuden mit großem Dachüberhang sollte der Firstleiter bis zum Ende des Firstes führen. An den Giebelkanten des Daches sollte ein Leiter vom Firstleiter zur Ableitung geführt werden.

Fangleitungen, Zwischenverbindungen und Ableitungen sollten möglichst gerade verlegt werden. Auf nicht leitenden Dächern darf der Leiter entweder unter oder vorzugsweise über den Dachziegeln angebracht werden. Obwohl bei einer Befestigung unter den Ziegeln der Vorteil der einfacheren Verlegung und einer geringeren Korrosionsgefahr besteht, ist mit angemessenen Befestigungsverfahren eine Verlegung über den Dachziegeln (d. h. außen) besser, weil damit die Gefahr der Beschädigung der Ziegel bei einem direkten Einschlag verringert und die Überprüfung vereinfacht wird. Leiter unter den Dachziegeln sollten vorzugsweise mit kurzen senkrechten Fangspitzen ausgerüstet werden, die über die Dachhöhe hinausragen und höchstens 10 m voneinander entfernt angebracht sind. Außerdem dürfen geeignete freiliegende Metallbleche verwendet werden (siehe Bild E.20d), die höchstens 5 m voneinander entfernt sind.

Auf baulichen Anlagen mit Flachdächern sollte der Ringleiter möglichst nahe an den Dachkanten verlegt werden.

Wenn die Dachfläche größer als die in Tabelle 2 festgesetzte Maschenweite ist, sollten zusätzliche Fangleitungen angebracht werden.

Die Bilder E.23a, E.23b und E.23c zeigen Beispiele mit Konstruktionseinzelheiten von Befestigungseinrichtungen für Fangleitungen auf dem geneigten Dach einer baulichen Anlage. Bild E.24 zeigt ein Beispiel mit Konstruktionseinzelheiten von Befestigungseinrichtungen auf einem Flachdach.



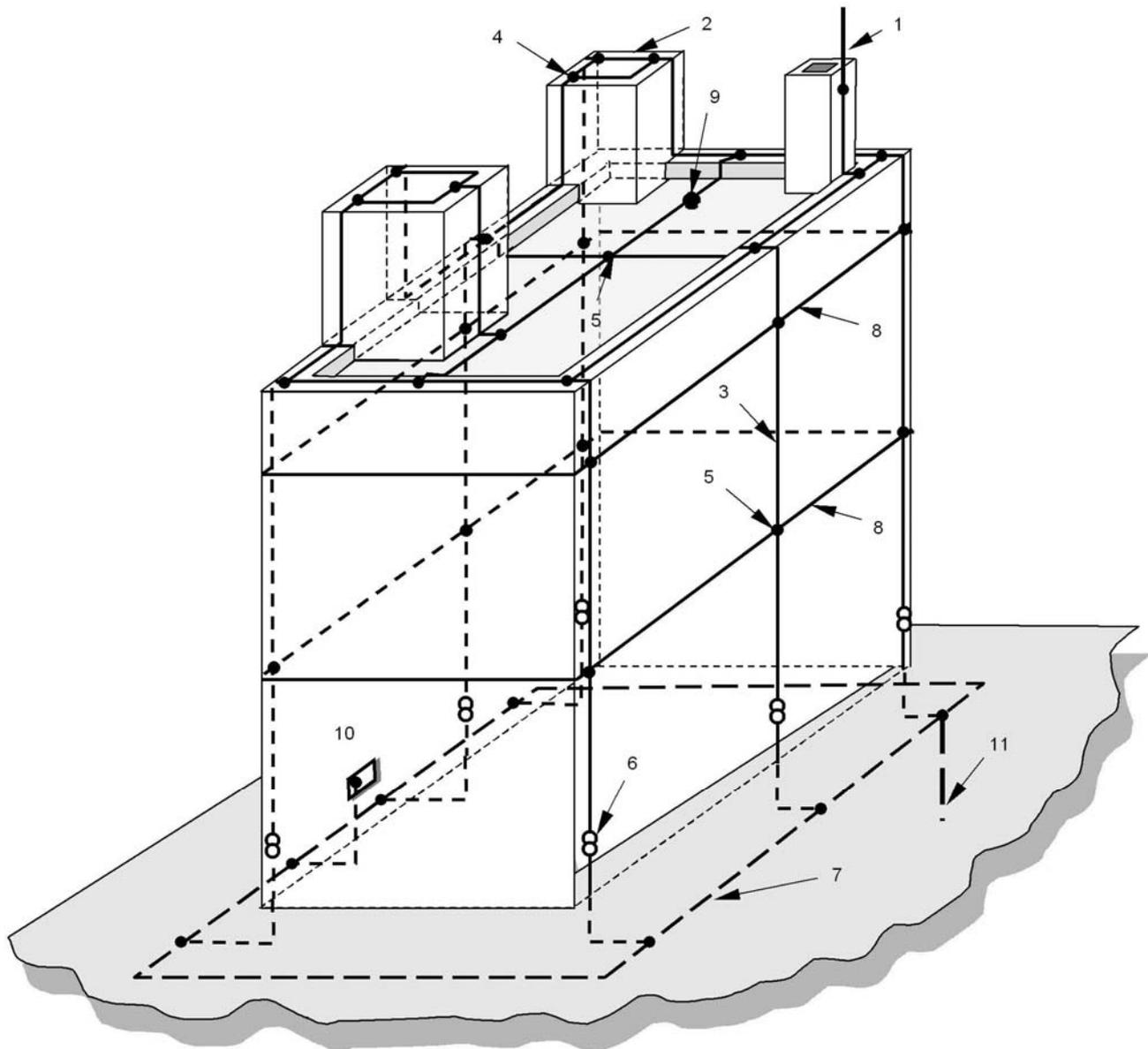
Legende

- a 500 mm bis 1 000 mm, siehe Tabelle E.1
- 1 Dachbrüstung
- 2 flexible Verbindung
- 3 Klemme
- 4 T-Klemme
- 5 Halterung der Fangleitung
- 6 wasserdichte LPS-Durchführung
- 7 Stahlträger
- 8 Klemme

ANMERKUNG Die metallene Bekleidung der Dachbrüstung wird als Fangleitung verwendet und ist mit dem Stahlträger verbunden, der als natürliche Ableitung des LPS verwendet wird.

Bild E.24 – Aufbau eines LPS mit Nutzung der natürlichen Bestandteile auf dem Dach einer baulichen Anlage

Bild E.25 zeigt die Anordnung eines äußeren LPS an einer baulichen Anlage mit einem Flachdach aus Isolierstoff wie Holz oder Ziegeln. Die Dachaufbauten liegen innerhalb des zu schützenden Volumens. An hohen baulichen Anlagen wird an der Fassade ein Ringleiter zur Verbindung aller Ableitungen installiert. Die Abstände zwischen diesen Ringleitern sind in Tabelle 4 angegeben. Ringleiter unterhalb des Wertes des Blitzkugelradius dienen als Potentialausgleichsleiter.



Legende

- 1 Fangstange
- 2 waagerechte Fangleitung
- 3 Ableitung
- 4 T-Klemme
- 5 Kreuzklemme
- 6 Messstelle
- 7 Erderanordnung Typ B, Ringerder
- 8 Potentialausgleichsringleiter
- 9 Flachdach mit Dachaufbauten
- 10 Anschluss für die Potentialausgleichsschiene des inneren LPS
- 11 Erder Typ A

ANMERKUNG Es wird ein Potentialausgleichsringleiter verwendet. Der Abstand der Ableitungen entspricht den Anforderungen in Tabelle 4.

Bild E.25 – Anordnung des äußeren LPS an einer baulichen Anlage aus isolierendem Werkstoff wie Holz oder Ziegel mit einer Höhe bis zu 60 m mit Flachdach und Dachaufbauten

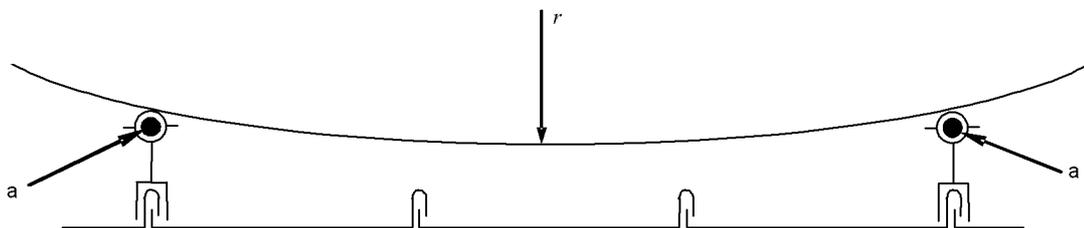
LPS-Leiter und -Stangen sollten mechanisch gesichert werden, damit sie Beanspruchungen aufgrund von Wind- und Wittereinflüssen und aufgrund von auf der Dachfläche ausgeführten Arbeiten standhalten können.

Metallbekleidungen zum mechanischen Schutz der Außenwände sollten als natürlicher Bestandteil der Fangeinrichtung nach 5.2.5 verwendet werden, wenn keine Entzündungsgefahr durch schmelzendes Metall besteht. Die Brennbarkeit hängt von der Werkstoffart unter der Metallbekleidung ab. Die Brennbarkeit des eingesetzten Werkstoffs sollte vom Bauunternehmer bestätigt werden.

Die Dachabdichtung auf Metalldächern kann wie bei anderen Dacharten von einem Blitz durchschlagen werden. In diesem Fall kann Wasser eindringen, das an ganz anderer Stelle als der Einschlagstelle sichtbar wird. Damit diese Möglichkeit verhindert wird, sollte eine Fangeinrichtung installiert werden.

Lichtkuppeln, Rauch- und Wärmeabzugsklappen sind normalerweise geschlossen. Die Ausführung des Schutzes dieser Klappen sollte mit dem Kunden/Eigentümer des Gebäudes abgestimmt werden, um zu entscheiden, ob ein Schutz für offene, geschlossene und Klappen in allen Zwischenstellungen angewendet werden soll.

Dachdeckungen aus leitendem Metall, die nicht 5.2.5 entsprechen, dürfen als Fangeinrichtung verwendet werden, wenn ein Durchschmelzen am Einschlagpunkt des Blitzes akzeptiert wird. Wenn es nicht akzeptabel ist, sollte die leitende Dachdeckung durch eine Fangeinrichtung ausreichender Höhe geschützt werden (siehe Bilder E.20 und E.26).



Legende

- r Radius der Blitzkugel, siehe Tabelle 2
- a Fangleitungen

ANMERKUNG Die Blitzkugel sollte kein Teil des Metalldaches einschließlich der Stehfalze berühren.

Bild E.26 – Aufbau eines Fangnetzwerkes auf einem Dach mit leitender Dachdeckung, wenn ein Durchschmelzen der Dachdeckung nicht zulässig ist

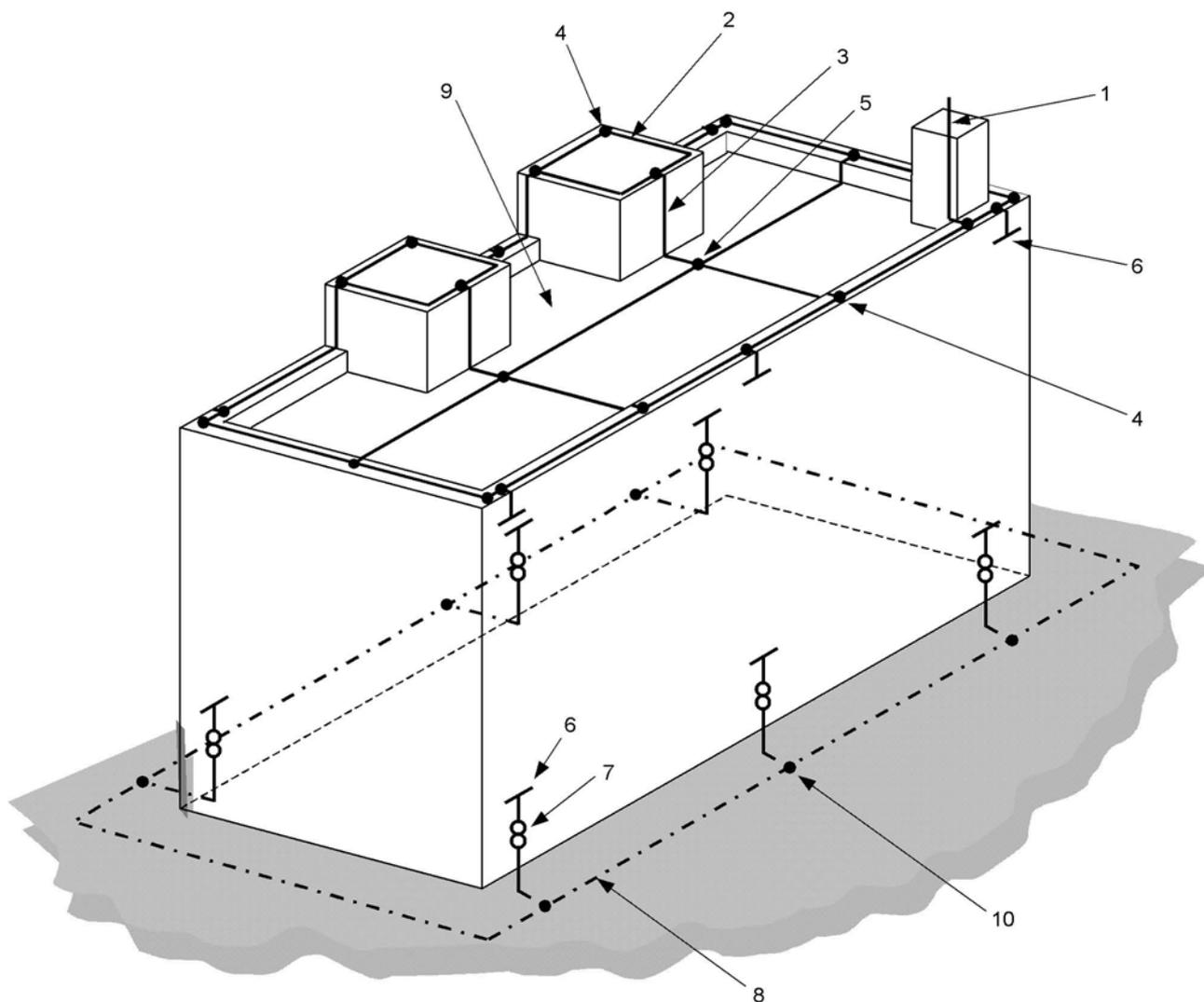
Wenn isolierende Stützen verwendet werden, sollten die Bedingungen für den Trennungsabstand zur leitenden Dachdeckung nach 6.3 eingehalten werden.

Wenn leitende Stützen verwendet werden, sollte die Verbindung zur Dachdeckung einem Blitzteilstrom standhalten (siehe Bild E.26).

Bild E.24 zeigt ein Beispiel für die Nutzung einer Dachbrüstung als natürliche Fangeinrichtung an der Kante der Dachfläche.

In die Dachoberfläche eingelassene und vorstehende Aufbauten sollten mittels Fangstangen geschützt werden. Alternativ sollten äußere Metallteile mit dem LPS verbunden werden, wenn sie nicht 5.2.5 entsprechen.

Bild E.27 zeigt ein Beispiel für die Verbindung der Fangeinrichtung mit den natürlichen Ableitungen im Beton.



Legende

- 1 Fangstange
- 2 waagerechte Fangleitung
- 3 Ableitung
- 4 T-Klemme
- 5 Kreuzklemme
- 6 Anschluss an die Stahlbewehrungsstäbe (siehe E.4.3.3 und E.4.3.6)
- 7 Messstelle
- 8 Erderanordnung Typ B, Ringerder
- 9 Flachdach mit Dachaufbauten
- 10 korrosionsbeständige T-Klemme

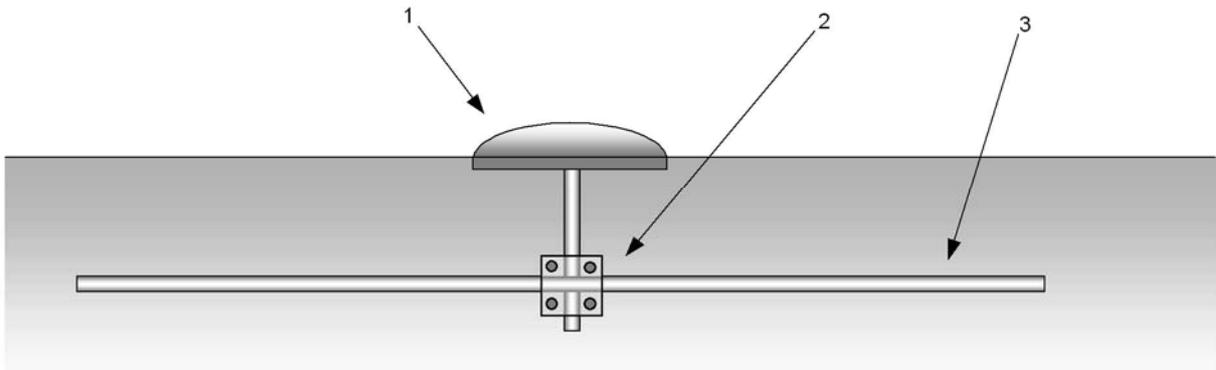
ANMERKUNG Die Stahlbewehrung der baulichen Anlage sollte mit 4.3 übereinstimmen. Alle Maße des LPS sollten der gewählten Schutzklasse entsprechen.

Bild E.27 – Aufbau des äußeren LPS an einer baulichen Anlage aus Stahlbeton mit Verwendung der Bewehrung der Außenwände als natürliche Ableitungen

E.5.2.4.2.1 Blitzschutz von mehrgeschossigen Parkhausdächern

Für den Schutz dieser baulichen Anlagen dürfen Fangpilze verwendet werden. Diese Pilze können mit dem Bewehrungsstahl eines Betondaches verbunden werden (siehe Bild E.28). Bei Dächern, bei denen keine Verbindung mit der Bewehrung hergestellt werden kann, können die Dachleiter in den Fugen der Fahrbahnplatten verlegt und die Fangpilze an den Knotenpunkten der Maschen angebracht werden. Die Maschenweite

darf den Wert der entsprechenden Schutzklasse nach Tabelle 2 nicht übersteigen. In diesem Fall sind die Personen und Fahrzeuge auf dieser Parkfläche nicht gegen Blitzschlag geschützt.



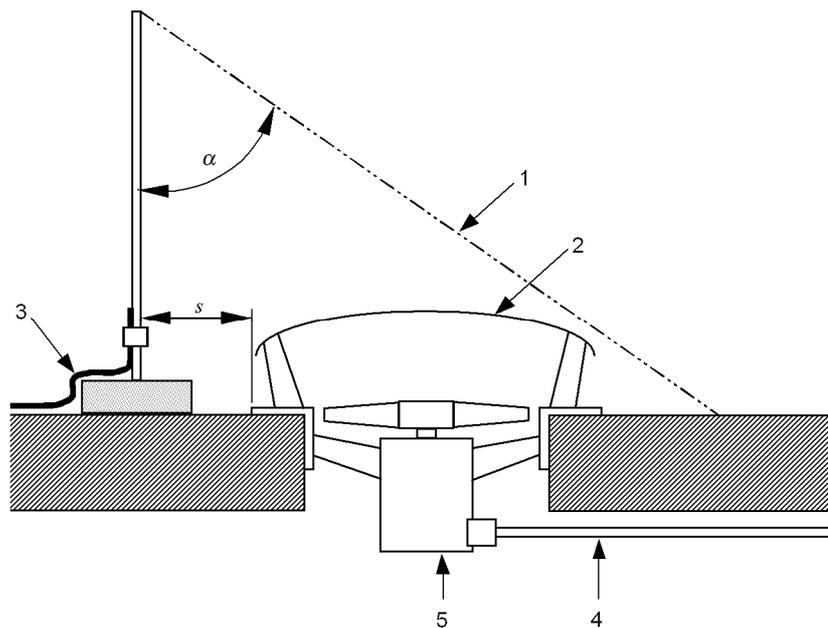
Legende

- 1 Fangpilz
- 2 Stahlleiter, der die verschiedenen Bewehrungsstäbe verbindet
- 3 Stahlbewehrung im Beton

Bild E.28 – Beispiele für einen Fangpilz für die Verwendung auf Parkhausdächern

Wenn das oberste Parkdeck gegen direkten Blitzeinschlag geschützt werden soll, dann sollte dies durch Fangstangen oder überspannte Fangleitungen geschehen.

Zur Bestimmung des Trennungsabstandes ist in Bild E.29 eine Näherung durch die Höhe der Fangleitungen angegeben.



Legende

- 1 Schutzkegel
- 2 metallener Dachaufbau
- 3 waagerechte Fangleitung
- 4 elektrische Energieleitung, vorzugsweise in einen leitenden Schirm eingeschlossen
- 5 elektrische Einrichtung
- s Trennungsabstand nach 6.3
- α Schutzwinkel, siehe Tabelle 2

ANMERKUNG Die Höhe der Fangstange sollte Tabelle 2 entsprechen.

Bild E.29 – Fangstange zum Schutz eines metallenen Dachaufbaus mit elektrischen Einrichtungen, die nicht mit der Fangeinrichtung verbunden sind

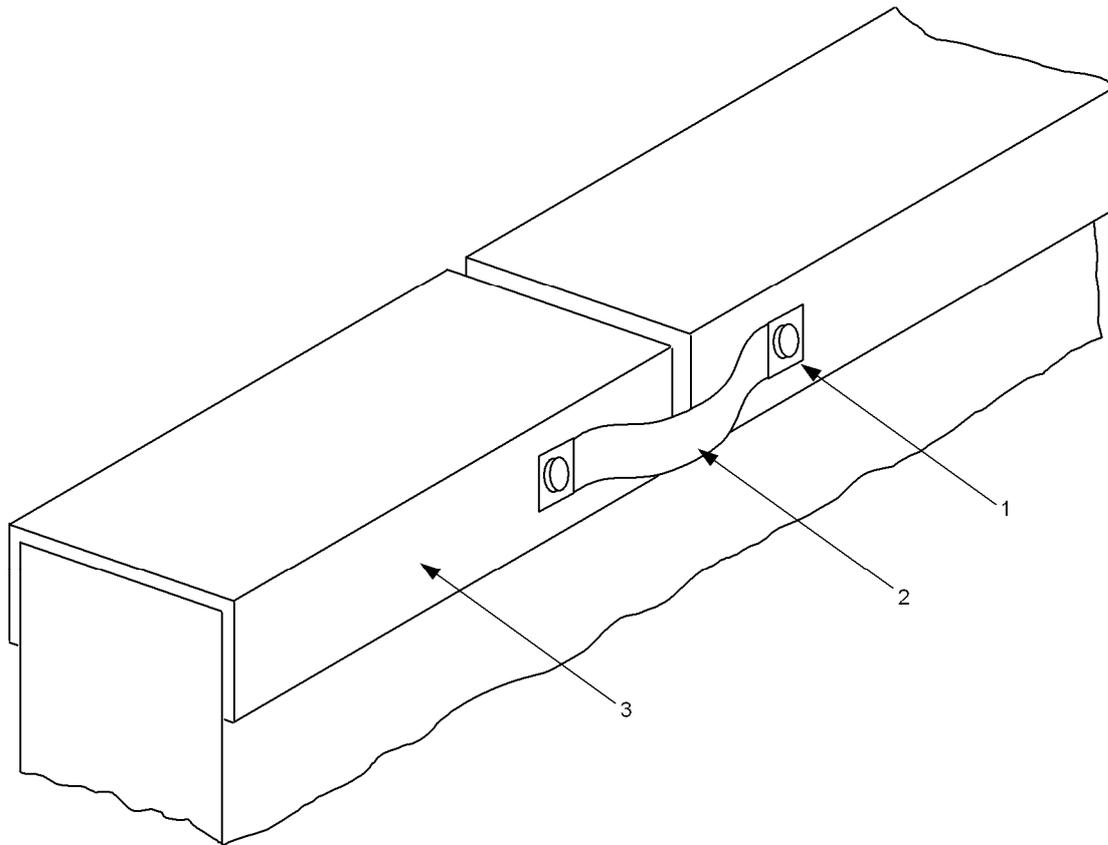
Bei senkrechten Leitern muss die von der Hand erreichbare Fläche berücksichtigt werden. Der erforderliche Trennungsabstand kann entweder durch Anbringen von Barrieren oder Schutzverdrahtung erreicht werden.

An den Zugängen sollten Hinweisschilder angebracht werden, die auf die Blitzgefahr bei Gewitter hinweisen.

Die Schritt- und Berührungsspannungen dürfen vernachlässigt werden, wenn das Dach mit wenigstens 5 cm Asphalt überdeckt ist. Zusätzlich darf die Schrittspannung vernachlässigt werden, wenn das Dach aus Stahlbeton mit durchverbundenem Bewehrungsstahl, deren Durchgang 4.3 erfüllt, hergestellt ist.

E.5.2.4.2.2 Bauliche Anlagen aus Stahlbeton mit Flachdächern, die für die Öffentlichkeit nicht zugänglich sind

Auf einem Flachdach, das für die Öffentlichkeit nicht zugänglich ist, mit einer äußeren Fangeinrichtung sollten Fangeinrichtungen nach Bild E.27 installiert werden. Als Ringleiter für den Potentialausgleich auf dem Dach darf die Metallbekleidung der Dachbrüstung benutzt werden, wie in den Bildern E.24 und E.30 dargestellt.



Legende

- 1 korrosionsbeständige Verbindung
- 2 flexibler Leiter
- 3 metallene Bekleidung der Brüstung

ANMERKUNG Um Korrosion zu vermeiden, sollten der richtigen Auswahl der Werkstoffe und einer guten Auslegung von Klemmen und Brücken besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Bild E.30 – Mögliche Ausführung einer Verbindung einer metallenen Bekleidung auf einem Dach mit Überbrückung der Dehnungsfuge der Plattensegmente

In Bild E.27 ist das Verfahren der Installation vermaschter Leiter auf dem Dach dargestellt.

Wenn die kurzzeitige mechanische Beschädigung der Wasserdichtung auf dem Dach einer baulichen Anlage zulässig ist, darf das Fangleitungsnetz, das die Dachebene bedeckt, durch natürliche Ableitungen aus Stahl-

bewehrungsstäben im Beton nach 5.2.4 ersetzt werden. Eine akzeptable Alternative ist, dass die LPS-Fangleitungen direkt am Betondach befestigt werden.

Im Allgemeinen beschädigt ein Blitzeinschlag in die Bewehrung eines Betondaches die Wasserdichtung. Dann kann Regenwasser Korrosion bei den Bewehrungsstäben und damit eine Zerstörung hervorrufen. Wenn eine Verringerung der mechanischen Festigkeit des Betons aufgrund von Korrosion nicht zulässig ist, sollte eine Fangeinrichtung installiert werden, die vorzugsweise eine Potentialausgleichsverbindung mit dem Bewehrungsstahl besitzt, damit ein direkter Blitzeinschlag in den Stahlbeton verhindert wird.

Metallbekleidungen zum mechanischen Schutz der Außenwände sollten als natürlicher Bestandteil der Fangeinrichtung nach 5.2.5 verwendet werden, wenn keine Entzündungsgefahr durch schmelzendes Metall besteht.

Dachdeckungen aus leitendem Metall, die nicht Tabelle 3 entsprechen, dürfen als Fangeinrichtung verwendet werden, wenn ein Durchschmelzen am Einschlagpunkt des Blitzes akzeptiert werden kann. Wenn das Durchschmelzen nicht akzeptiert wird, sollte die leitende Dachdeckung durch eine Fangeinrichtung ausreichender Höhe geschützt werden (siehe Bilder E.20 und E.26). In diesem Fall sollte das Blitzkugelverfahren verwendet werden. Damit dieses Verfahren angewendet werden kann, müssen die Maschenweite kleiner und die Stützen höher als bei einer gewöhnlichen Maschen-Fangeinrichtung sein.

Wenn isolierende Stützen verwendet werden, sollten die Bedingungen für den Trennungsabstand zur leitenden Dachdeckung nach 6.3 eingehalten werden. Wenn leitende Stützen verwendet werden, sollte die Verbindung zur Dachdeckung einem Blitzteilstrom standhalten (siehe Bild E.29).

Bild E.24 zeigt ein Beispiel für die Nutzung einer Dachbrüstung als natürliche Fangeinrichtung an der Kante der Dachfläche.

Wenn das Herabfallen von Betontrümmern mit einer Größe bis 100 mm von der baulichen Anlage und die vorübergehende Beschädigung der Fassade zulässig ist, kann nach 5.2 der Ringleiter auf dem Dach durch einen natürlichen Ringleiter aus der Stahlbewehrung im Beton ersetzt werden.

Metallteile, die die in 5.2.5 festgesetzten Bedingungen für Fangeinrichtungen nicht erfüllen, dürfen dennoch zur Verbindung der unterschiedlichen den Blitzstrom führenden Teile innerhalb des Dachbereiches benutzt werden.

E.5.2.4.2.3 Maßnahmen zur angemessenen Schirmung baulicher Anlagen

Die Außenwände und das Dach einer baulichen Anlage dürfen als elektromagnetischer Schirm verwendet werden, um elektrische Anlagen und informationsverarbeitenden Einrichtungen innerhalb der baulichen Anlage zu schützen (siehe IEC 62305-2, Anhang B, und IEC 62305-4).

Bild E.27 zeigt ein Beispiel für eine bauliche Anlage aus Stahlbeton, bei der die durchverbundene Stahlbewehrung als Ableitung und als elektromagnetische Schirmung des umschlossenen Raumes verwendet wird. Für weitere Einzelheiten siehe IEC 62305-4.

Im Bereich der Fangeinrichtung auf dem Dach sollten mindestens alle leitenden Teile über 1 m so miteinander verbunden werden, dass sich ein Netz bildet. Der vermaschte Schirm sollte an den Dachkanten und auch an anderen Stellen innerhalb des Dachbereiches nach 6.2 mit der Fangeinrichtung verbunden werden.

Die Bilder E.24 und E.30 zeigen den Aufbau der Fangeinrichtungen an baulichen Anlagen mit leitendem Skelett, die eine Dachbrüstung als natürliche Fangeinrichtung verwenden und das Stahlskelett als natürliche Ableitung.

In Bild E.30 ist ein Beispiel dafür angegeben, wie die Stromleitfähigkeit von natürlichen Bestandteilen in einem LPS erreicht wird.

Als Folge der verringerten Maschenweite von baulichen Anlagen aus Stahl im Vergleich zu Tabelle 2 wird der Blitzstrom über mehrere parallele Leiter verteilt, was eine geringe elektromagnetische Impedanz ergibt und damit werden nach 6.3 die Trennungsabstände zwischen den Installationen und dem LPS verringert und somit leichter realisierbar.

In den meisten baulichen Anlagen ist das Dach der am wenigsten geschirmte Teil. Deshalb sollte vor allem die Verbesserung der Schirmwirkung von Dachkonstruktionen beachtet werden.

Wenn im Dach keine leitenden Konstruktionselemente vorhanden sind, kann die Schirmung durch Verringerung der Dachableitungsabstände verbessert werden.

E.5.2.4.2.4 Schutz von eingelassenen oder vorstehenden Dachaufbauten ohne leitende Installationen

Fangstangen für den Schutz von eingelassenen oder aus dem Dach vorstehenden metallenen Aufbauten sollten so hoch sein, dass der zu schützende Aufbau völlig innerhalb des durch die Blitzkugel bestimmten Schutzraumes der Fangstange oder vollständig innerhalb des Kegels mit dem Schutzwinkel nach Tabelle 2 liegt. Der Trennungsabstand zwischen den Fangstangen und den Dachaufbauten muss den in 6.3 festgesetzten Abstandsbedingungen entsprechen.

Bild E.29 zeigt ein Beispiel für den Schutz von Dachaufbauten durch Fangstangen nach dem Schutzwinkelverfahren. Der Wert des Schutzwinkels entspricht der in Tabelle 2 festgesetzten Schutzklasse des LPS.

Metallene Dachaufbauten, die nicht im Schutzbereich von Fangstangen liegen, erfordern keinen zusätzlichen Schutz, wenn ihre Maße keinen der folgenden Werte übersteigen:

- Höhe über Dachniveau 0,3 m;
- Gesamtfläche des Aufbaus 1,0 m²;
- Länge des Aufbaus 2,0 m.

Nicht leitende Dachaufbauten, die nicht im Schutzbereich von Fangstangen liegen und höchstens 0,5 m über die von der Fangeinrichtung gebildeten Oberfläche hinausragen, erfordern keinen zusätzlichen Schutz durch Fangleitungen.

Leitende Installationen, wie elektrische Leitungen oder Metallrohre, die von in das Dach eingelassenen metallenen Aufbauten in das Innere der baulichen Anlage führen, können einen beträchtlichen Teil des Blitzstromes in das Innere des Gebäudes leiten. Wenn solche leitenden Verbindungen vorhanden sind, sollten die vorstehenden Dachaufbauten durch Fangeinrichtungen geschützt werden. Ist ein Schutz durch Fangeinrichtungen nicht möglich oder nicht wirtschaftlich, können in die leitenden Installationen (z. B. Druckluftleitungen) Isolierstücke eingebaut werden, deren Länge wenigstens dem doppelten festgelegten Trennungsabstand entspricht.

Schornsteine aus Isolierstoff sollten mit Fangstangen oder Fangringen geschützt werden, wenn sie nicht innerhalb des geschützten Volumens einer Fangeinrichtung liegen. Die Fangstange an einem Schornstein sollte so hoch sein, dass der gesamte Schornstein im Schutzraum der Fangstange liegt.

Ein Blitzeinschlag in einen Schornstein aus nicht leitendem Werkstoff ist, wenn dieser nicht im Schutzraum einer Fangeinrichtung liegt, möglich, weil die Innenfläche des Schornsteins mit einer Rußschicht bedeckt ist, deren Leitfähigkeit dazu führt, dass selbst ohne Regen das Leiten des Stromes einer Fangentladung großer Länge möglich wird.

Bild E.23b zeigt den Aufbau einer Fangstange auf einem Schornstein aus isolierenden Ziegeln.

In das Dach eingelassene metallene Dachaufbauten sollten eine Potentialausgleichsverbindung mit der Fangeinrichtung besitzen, wenn der nach 6.3 erforderliche Abstand für den Trennungsabstand nicht eingehalten werden kann.

E.5.2.4.2.5 Schutz von Dachaufbauten, die elektrische Anlagen oder Informationsverarbeitungseinrichtungen enthalten

Alle Dachaufbauten aus isolierendem oder leitendem Werkstoff, die elektrische Anlagen und/oder Informationsverarbeitungseinrichtungen enthalten, sollten innerhalb des Schutzraumes der Fangeinrichtung liegen.

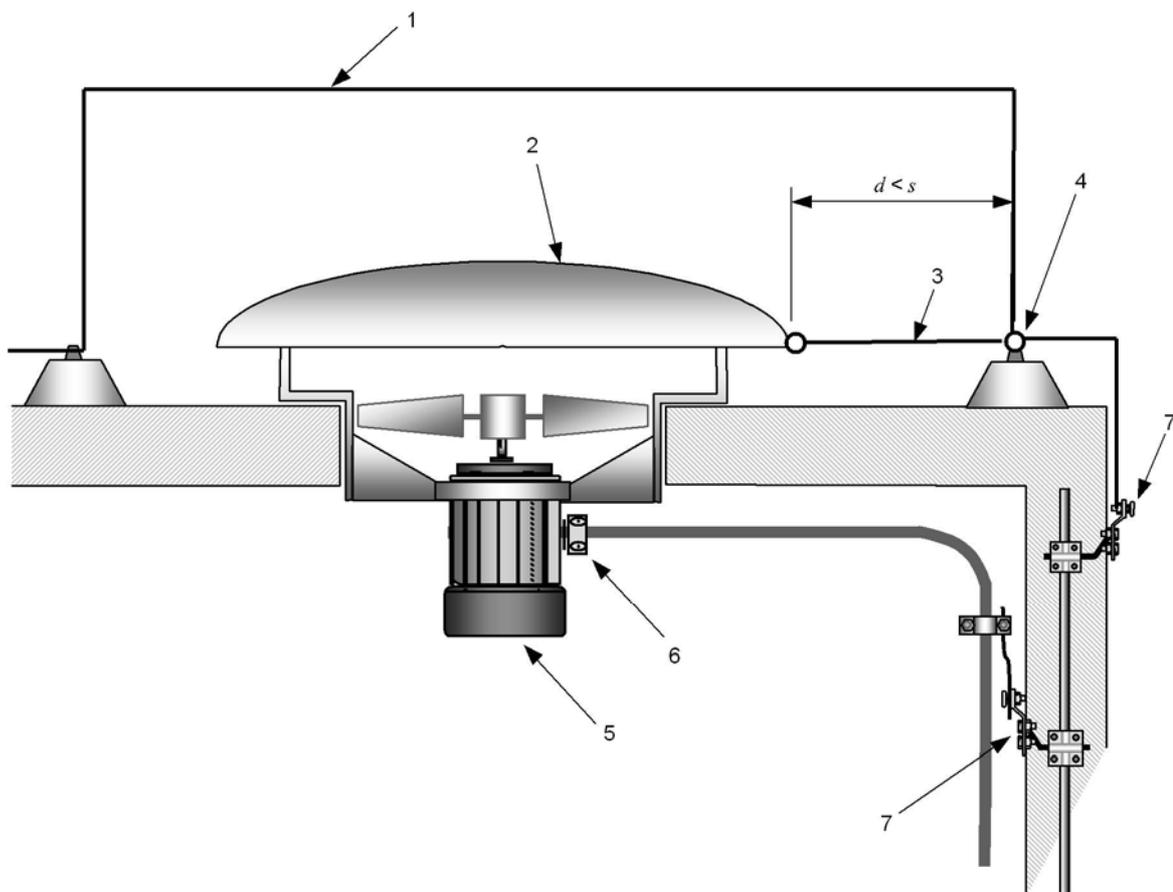
Ein direkter Einschlag in die installierte Einrichtung innerhalb des Schutzraums der Fangeinrichtung ist unwahrscheinlich.

Ein direkter Einschlag in den Dachaufbau würde nicht nur zur Zerstörung des Dachaufbaus, sondern auch zu einer ausgedehnten Beschädigung der damit verbundenen elektrischen und elektronischen Einrichtung nicht nur im Dachaufbau, sondern auch innerhalb des Gebäudes führen.

Dachaufbauten auf Stahlhalterungen sollten auch innerhalb des Schutzraumes der Fangeinrichtung liegen. In diesem Fall sollten, soweit möglich, Fangstangen nicht nur mit der Fangeinrichtung, sondern auch mit der Stahlkonstruktion direkt verbunden werden. Wenn eine Verbindung zur baulichen Anlage besteht, braucht der Trennungsabstand nicht eingehalten werden.

Die Anforderungen an Dachaufbauten sollten auch für Aufbauten gelten, die an senkrechten Flächen installiert sind, in die ein Blitzeinschlag möglich ist, d. h. die von der Blitzkugel berührt werden können.

Die Bilder E.29 und E.31 enthalten Beispiele für Ausführungen von Fangeinrichtungen, die Dachaufbauten aus leitendem und isolierendem Werkstoff einschließlich der beinhalteten elektrischen Anlagen schützen. Bild E.31 ist nur geeignet, wenn der Trennungsabstand s nicht eingehalten werden kann.



Legende

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1 Fangleitung | 5 elektrische Einrichtung |
| 2 Metallabdeckung | 6 elektrischer Klemmkasten mit SPD |
| 3 Potentialausgleichsleiter | 7 Verbindungsklemme zu den leitenden Teilen der baulichen Anlage |
| 4 waagerechte Fangleitung | |

ANMERKUNG Die elektrische Einrichtung im Inneren ist mit der Fangeinrichtung und mit den leitenden Teilen der baulichen Anlage nach E.5.2.4.2.6 durch den metallenen Kabelschirm verbunden, der einem wesentlichen Teil des Blitzstromes standhalten muss.

Bild E.31 – Metallener Dachaufbau, der gegen Direkteinschlag geschützt und mit der Fangeinrichtung verbunden ist

ANMERKUNG Falls die Aufbauten einen zusätzlichen Schutz benötigen, können an den angeschlossenen spannungsführenden Kabeln SPD auf Dachhöhe vorgesehen werden.

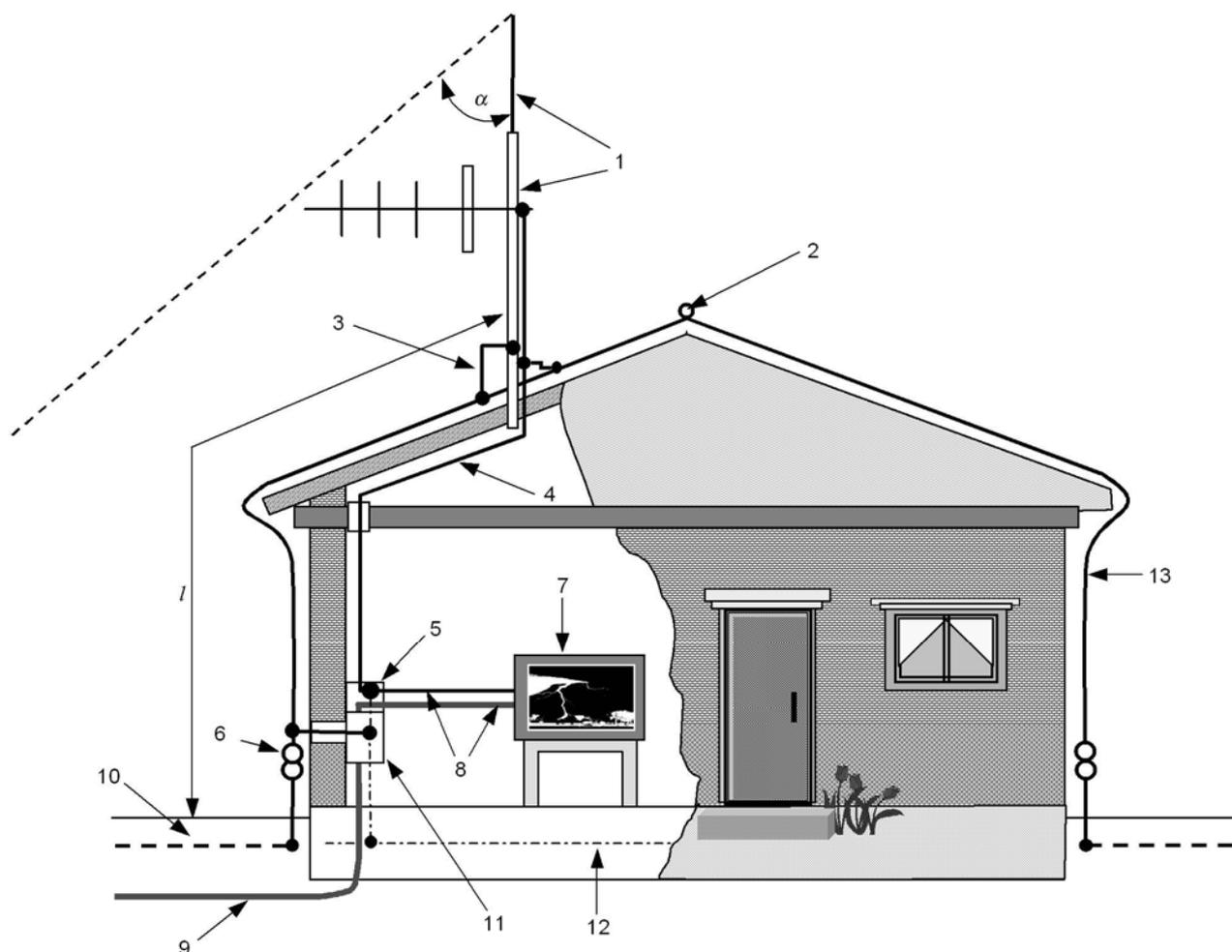
Der geforderte Trennungsabstand sollte nicht nur in Luft, sondern auch für den Weg durch Feststoffe eingehalten werden ($k_m = 0,5$).

E.5.2.4.2.6 Elektrische Anlagen, die über den Schutzraum hinausragen

Antennenmasten auf dem Dach einer baulichen Anlage sollten gegen direkte Blitzeinschläge geschützt werden, indem der Antennenmast in einem bereits geschützten Raum errichtet wird oder indem ein getrenntes äußeres LPS errichtet wird.

Ist das nicht möglich, sollte der Antennenmast mit der Fangeinrichtung verbunden werden. Dann müssen Blitzteilströme innerhalb der zu schützenden baulichen Anlage beherrscht werden.

Das Antennenkabel sollte vorzugsweise an der Stelle, an der auch alle anderen Versorgungsleitungen eingeführt werden, oder nahe der Hauptpotentialausgleichsschiene des LPS in die bauliche Anlage eingeführt werden. Der leitende Mantel des Antennenkabels sollte auf der Dachebene mit der Fangeinrichtung und mit der Hauptpotentialausgleichsschiene verbunden werden (siehe Bild E.32).

**Legende**

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 Metallmast | 9 Energieversorgungskabel |
| 2 waagerechte Fangleitung am Dachfirst | 10 Erdungsanlage |
| 3 Verbindungsstelle zwischen Dachableitung und metallendem Antennenmast | 11 Netzverteilerkasten mit SPD |
| 4 Antennenkabel | 12 Fundamenterder |
| 5 Hauptpotentialausgleichsschiene; der metallene Schirm des Antennenkabels ist an der Potentialausgleichsschiene angeschlossen | 13 LPS-Leitung |
| 6 Messstelle | l Länge des Trennungsabstandes |
| 7 Fernsehgerät | α Schutzwinkel |
| 8 Parallelführung des Antennenkabels und des Energieversorgungskabels | |

ANMERKUNG Für kleine bauliche Anlagen können zwei Ableitungen ausreichend sein, siehe 5.3.3.

Bild E.32 – Beispiel für die Ausführung eines Blitzschutzsystems eines Gebäudes mit Fernsehantenne, deren Mast als Fangstange benutzt wird

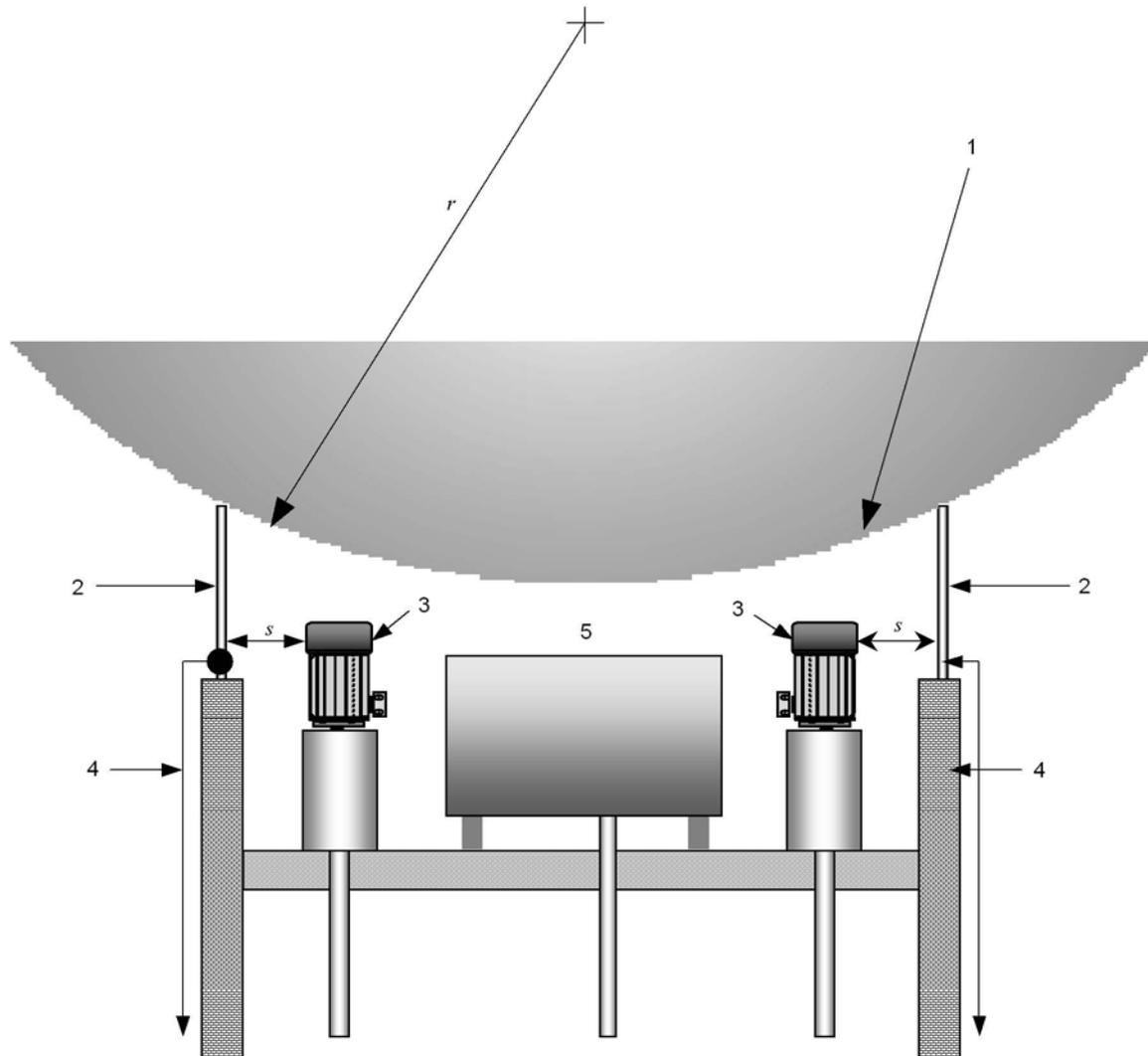
Dachaufbauten mit elektrischen Anlagen, für die der Trennungsabstand nicht eingehalten werden kann, sollten mit der Fangeinrichtung, mit den leitenden Teilen der Dachaufbauten und dem leitenden Schirm der elektrischen Anlage nach Tabelle 9 verbunden werden.

Bild E.31 ist ein Beispiel für die Art des Anschlusses von Dachaufbauten mit leitenden Teilen an eine elektrische Anlage und an die Fangeinrichtung einer baulichen Anlage.

E.5.2.4.2.7 Schutz leitender Teile auf dem Dach

Leitende Teile mit ungenügender Werkstoffdicke, die Blitzeinschlägen nicht standhalten können und auf dem Dach angebracht sind, aber auch leitende Dachdeckungen und andere Teile auf baulichen Anlagen, die die Anforderung an natürliche Fangeinrichtungen nach 5.2.5 und Tabelle 3 nicht erfüllen und in die ein Blitzeinschlag nicht zugelassen werden kann, sollten durch Fangeinrichtungen geschützt werden.

Für den Entwurf des Blitzschutzes für leitende Teile auf dem Dach sollte das Blitzkugelverfahren angewendet werden (siehe Bild E.33).



Legende

- 1 Blitzkugel
- 2 Fangstange
- 3 elektrische Einrichtung
- 4 Ableitung
- 5 Metallbehälter
- r Radius der Blitzkugel, siehe Tabelle 2
- s Trennungsabstand nach 6.3

Bild E.33 – Ausführung des Blitzschutzes metallener Einrichtungen auf einem Dach gegen direkten Einschlag

Bild E.31 ist ein Beispiel für den Entwurf einer Fangeinrichtung zum Schutz eines leitenden Dachaufbaus gegen einen direkten Blitzeinschlag, wenn der Trennungsabstand s nicht eingehalten werden kann.

E.5.2.4.2.8 Schutz von baulichen Anlagen, die mit Erde bedeckt sind

Gebäude, die mit einer Schicht Erde auf dem Dach bedeckt sind, auf denen sich in der Regel keine Personen aufhalten, benötigen ein normales LPS. Es sollte eine vermaschte Fangeinrichtung auf dem Erdboden sein oder eine Anzahl von Fangstangen, die durch ein unterirdisches Maschennetz, entsprechend dem Blitzkugelverfahren oder Maschenverfahren, miteinander verbunden sind. Wenn das nicht möglich ist, sollte beachtet werden, dass eine unterirdisch vermaschte Fangeinrichtung ohne Fangstangen oder Fangspitzen eine verringerte Auffangwirkung bietet.

Bauliche Anlagen mit einer Bodenschicht bis 0,5 m Dicke, auf der sich regelmäßig Personen aufhalten, erfordern eine vermaschte Fangeinrichtung mit Maschen von 5 m × 5 m, um gefährliche Schrittspannungen zu vermeiden. Zum Schutz von Personen vor direkten Blitzeinschlägen auf dem Erdboden können zusätzlich Fangstangen entsprechend dem Blitzkugelverfahren verwendet werden. Diese Stangen können durch einen natürlichen Bestandteil der Fangeinrichtung, wie z. B. Zäune, Lichtmasten usw., ersetzt werden. Die Höhe der Fangeinrichtung muss die erreichbare Höhe von Menschen von 2,5 m zusammen mit den notwendigen Trennungsabständen berücksichtigen (siehe auch Bild E.3).

Falls keine dieser Vorrichtungen vorhanden ist, sollten die Personen auf die Gefahr aufmerksam gemacht werden, dass sie bei einem Gewitter einem direkten Blitzeinschlag ausgesetzt sein können.

Maßnahmen für unterirdische bauliche Anlagen mit einer Bodenschicht über 0,5 m Dicke sind in Beratung. Solange keine Forschungsergebnisse vorliegen, wird empfohlen, die gleichen Maßnahmen wie für Bodenschichten bis zu 0,5 m Dicke anzuwenden.

Für unterirdische bauliche Anlagen, die Explosivstoffe enthalten, ist ein zusätzliches LPS erforderlich. Dieses zusätzliche LPS darf ein getrenntes LPS oberhalb der baulichen Anlage sein. Die Erdungssysteme beider Schutzmaßnahmen sollten miteinander verbunden werden.

E.5.2.5 Natürliche Bestandteile

Auf baulichen Anlagen mit Flachdächern stellt die metallene Bekleidung der Dachbrüstung einen typischen natürlichen Bestandteil eines LPS-Fangnetzes dar. Eine derartige Bekleidung besteht aus stranggepressten oder gebogenen Teilen aus Aluminium, verzinktem Stahl oder Kupfer in U-Form, die die Oberfläche der Dachbrüstung gegen Witterungseinflüsse schützt. Die Mindestdicke nach Tabelle 3 muss für so einen Fall angewendet werden.

Die Fangleitungen, die Leiter auf der Dachfläche und die Ableitungen sollten mit der Bekleidung der Dachbrüstung verbunden werden.

Die Verbindungsstellen zwischen den Abschnitten der Bekleidungsbleche der Brüstung sollten, wenn nicht eine sichere Verbindung zwischen ihnen besteht, leitend überbrückt werden.

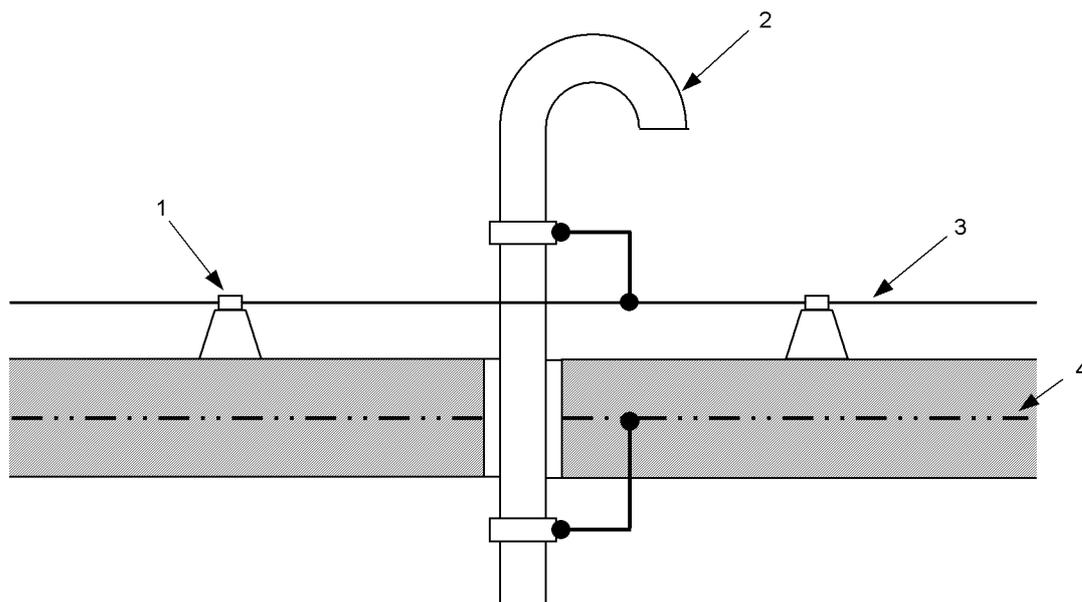
Bild E.24 zeigt ein Beispiel für die Ausführung einer Fangeinrichtung, die die leitende Bekleidung der Brüstung als natürliche Fangeinrichtung des LPS verwendet.

Leitende Teile über der Dachoberfläche, wie Metalltanks, Metallrohrleitungen und Schienen auf einer Dachfläche oder darüber hinausragend, sollten als natürliche Bestandteile einer Fangeinrichtung betrachtet werden, sofern ihre Wanddicke Tabelle 3 entspricht.

Tanks und Rohrleitungen, die Gas oder Flüssigkeiten mit hohem Druck oder entflammbare Gase oder Flüssigkeiten enthalten, sollten nicht als natürliche Ableitungen benutzt werden. Wenn dies nicht vermieden werden kann, müssen beim Entwurf des Leitungsnetzes die Wärmewirkungen des Blitzstromes berücksichtigt werden.

Leitende Teile oberhalb der Dachfläche, wie Metalltanks, sind natürlich oft mit den innerhalb der baulichen Anlage installierten Einrichtungen verbunden. Um die Leitung des gesamten Blitzstromes durch die bauliche Anlage zu verhindern, ist es erforderlich, eine sichere Verbindung zwischen diesen natürlichen Bestandteilen des LPS und dem Fangnetzwerk sicherzustellen.

Bild E.34 zeigt ein Beispiel, was Einzelheiten der Verbindung leitender Dachaufbauten mit der Fangeinrichtung zeigt.



Legende

- 1 Befestigung der Fangleitung
- 2 Metallrohr
- 3 waagerechte Fangleitung
- 4 Stahlbewehrung im Beton

ANMERKUNG 1 Das Stahlrohr sollte 5.2.5 und Tabelle 6 entsprechen, der Potentialausgleichsleiter sollte Tabelle 6 und die Bewehrung 4.3 entsprechen. Die Verbindung mit dem Dach sollte wasserdicht sein.

ANMERKUNG 2 In diesem besonderen Fall wird eine Verbindung zur Bewehrung der Stahlbetonkonstruktion vorausgesetzt.

Bild E.34 – Verbindung einer natürlichen Fangstange mit einer Fangleitung

Leitende Teile oberhalb der Dachfläche, wie Metalltanks und Bewehrungsstäbe von Beton, sollten mit dem Fangnetzwerk verbunden werden.

Wenn ein direkter Blitzeinschlag in ein leitendes Teil des Daches nicht zulässig ist, muss das leitende Teil innerhalb des Schutzraumes der Fangeinrichtung installiert werden.

Leitende Bekleidungen von Fassaden und gleichwertige Teile von baulichen Anlagen, bei denen die Brandgefahr vernachlässigbar ist, sollten nach 5.2.5 behandelt werden.

Bild E.35 zeigt ein Beispiel einer leitenden Überbrückung zwischen metallenen Fassadenelementen, wenn die Elemente als natürliche Ableitungen verwendet werden dürfen. Es sind zwei Verfahren dargestellt: Überbrückung mit elastischem Metallband und Überbrückung mit Treibschrauben. Die Überbrückung mit elastischem Metallband sollte nur in den Fällen, wo die Platten als natürliche Blitzfangleitungen genutzt werden, angewendet werden. Überbrückung mittels Treibschrauben ist nur für die Schirmung geeignet (Schutz gegen LEMP).

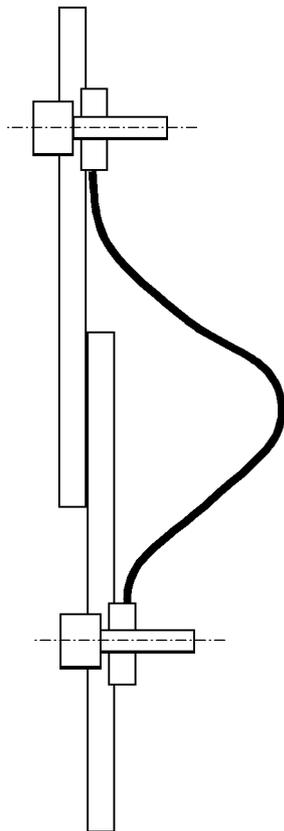


Bild E.35a – Überbrückung mit einem flexiblen Metallstreifen

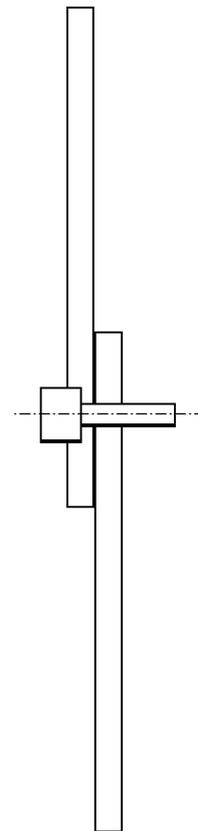


Bild E.35b – Überbrückung mit Treibschrauben

ANMERKUNG Eine elektrisch leitende Überbrückung verbessert besonders den Schutz gegen LEMP. Weitere Informationen hinsichtlich des Schutzes gegen LEMP ist in IEC 62305-4 enthalten.

Bild E.35 – Ausführung der Überbrückung zwischen den Segmenten von metallenen Fassadenelementen

E.5.2.6 Getrennte Fangeinrichtung

Fangmasten nahe einer zu schützenden baulichen Anlage oder Einrichtung reduzieren die Möglichkeit von Blitzeinschlägen in die bauliche Anlage innerhalb ihrer Schutzzone, wenn ein getrenntes LPS installiert ist.

Wenn mehr als ein Mast errichtet ist, sollten diese durch überspannte Leitungen miteinander verbunden werden und der Abstand der Installationen zum LPS sollte 6.3 entsprechen.

Verbindungen durch überspannte Leitungen zwischen den Masten erweitern den Schutzraum und verteilen außerdem den Blitzstrom auf mehrere Ableitungspfade. Der Spannungsabfall über dem LPS und die elektromagnetischen Störungen im Schutzraum sind damit geringer als in dem Fall, wenn die überspannten Leitungen nicht vorhanden wären.

Die Stärke des elektromagnetischen Feldes in der baulichen Anlage ist reduziert wegen des größeren Abstandes der Installationen innerhalb der baulichen Anlage zum LPS. Ein getrenntes LPS darf auch an baulichen Anlagen aus Stahlbeton errichtet werden, was die elektromagnetische Schirmung noch verbessert. Für hohe bauliche Anlagen ist die Errichtung eines getrennten LPS jedoch nicht möglich.

Getrennte Fangeinrichtungen aus Abspannleitungen an isolierten Stützen können geeignet sein, wenn eine große Anzahl stark überstehender Aufbauten auf der Dachfläche zu schützen sind. Die Isolierung der Stützen muss der Spannung entsprechen, die aus dem Trennungsabstand nach 6.3 errechnet wird.

E.5.3 Ableitungseinrichtungen

E.5.3.1 Allgemeines

Bei der Auswahl von Anzahl und Lage der Ableitungen sollte berücksichtigt werden, dass, wenn der Blitzstrom auf mehrere Ableitungen aufgeteilt wird, dies die Gefahr von Seiteneinschlägen und elektromagnetischer Störungen innerhalb der baulichen Anlage verringert. Daraus folgt, dass die Ableitungen möglichst gleichmäßig und symmetrisch um den Umfang der baulichen Anlage herum verteilt werden sollten.

Die Stromaufteilung wird nicht nur durch Erhöhung der Anzahl der Ableitungen verbessert, sondern auch durch Ringleiter.

Ableitungen sollten möglichst weit von inneren Stromkreisen und Metallteilen entfernt verlegt werden, um die Notwendigkeit der Potentialausgleichsverbinding mit dem LPS zu vermeiden.

Es sollte daran gedacht werden, dass:

- die Ableitungen möglichst kurz sein sollten (um die Induktivität möglichst gering zu halten);
- der typische Abstand zwischen den Ableitungen in Tabelle 4 angegeben ist;
- die Geometrie der Ableitungen und der Ringleiter einen Einfluss auf den Wert des Trennungsabstandes hat (siehe 6.3);
- in den ausladenden baulichen Anlagen der Trennungsabstand auch im Hinblick auf die Gefahr von Seiteneinschlägen auf Personen bewertet werden muss (siehe E.4.2.4.2).

Ist es durch praktische oder architektonische Einschränkungen nicht möglich, Ableitungen an einer Seite oder einem Seitenteil des Gebäudes anzuordnen, sollten die Ableitungen, die eigentlich an dieser Seite angebracht werden müssen, als zusätzliche kompensierende Ableitungen an den anderen Seiten ausgeführt werden. Die Abstände zwischen diesen Ableitungen sollten nicht größer als 1/3 der Abstände in Tabelle 4 sein.

Eine Schwankung der Abstände zwischen den Ableitungen von $\pm 20\%$ ist zulässig, solange der mittlere Abstand Tabelle 4 entspricht.

In geschlossenen Innenhöfen mit mehr als 30 m Umfang müssen Ableitungen angebracht werden. Typische Werte der Abstände zwischen den Ableitungen sind in Tabelle 4 gegeben.

E.5.3.2 Anzahl von Ableitungen für getrennte LPS

Keine weiteren Angaben.

E.5.3.3 Anzahl von Ableitungen für nicht getrennte LPS

Keine weiteren Angaben.

E.5.3.4 Errichtung

E.5.3.4.1 Allgemeine Angaben

Äußere Ableitungen sollten zwischen der Fangeinrichtung und der Erdungsanlage installiert werden. Sobald natürliche Bestandteile zu Verfügung stehen, können diese als Ableitung benutzt werden.

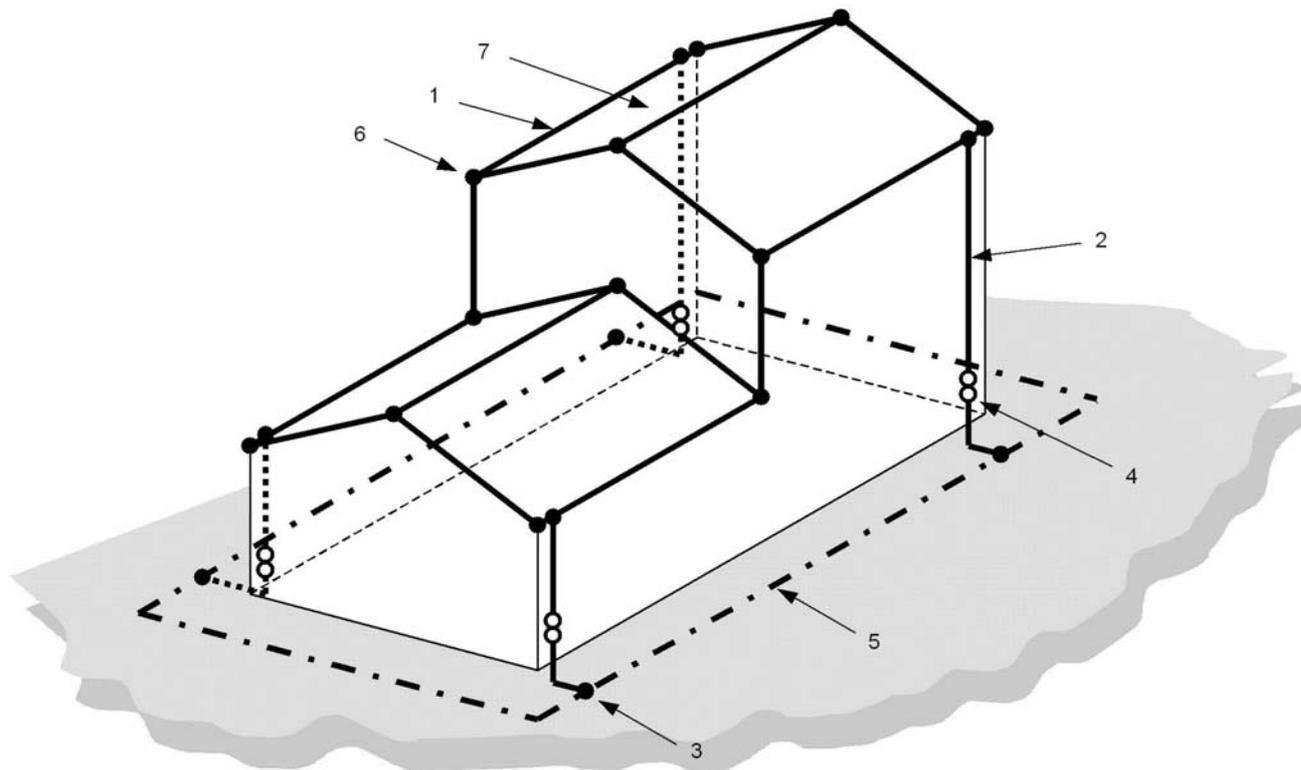
Wenn der Trennungsabstand zwischen Ableitungen und den inneren Installationen, der auf der Basis der Abstände zwischen den Ableitungen nach Tabelle 4 berechnet wurde, zu groß ist, sollte die Anzahl der Ableitungen erhöht werden, um den geforderten Trennungsabstand einzuhalten.

Die Fangeinrichtungen, die Ableitungseinrichtungen und die Erdungsanlagen sollten gegenseitig so aufeinander abgestimmt werden, dass sich der kürzestmögliche Pfad für den Blitzstrom ergibt.

Ableitungen sollten vorzugsweise an Kreuzungspunkten des Fangeinrichtungsnetzwerkes angeschlossen und senkrecht zu den Kreuzungspunkten der Erdungsanlage geführt werden.

Wenn es wegen großer Dachüberstände usw. nicht möglich ist, eine direkte Verbindung herzustellen, sollte eine spezielle Ableitung vorgesehen werden, die nicht über natürliche Bestandteile, wie z. B. Dachrinnen, verläuft.

Bild E.36 ist ein Beispiel für ein äußeres LPS für eine bauliche Anlage mit unterschiedlichen Höhen der Dachkonstruktion und Bild E.25 ist ein Beispiel für ein äußeres LPS für eine 60 m hohe baulichen Anlagen mit Flachdach und Dachaufbauten.



Legende

- 1 waagerechte Fangleitung
- 2 Ableitung
- 3 T-Klemme, korrosionsbeständig
- 4 Messstelle
- 5 Erderanordnung Typ B, Ringerder
- 6 T-Klemme am Dachfirst
- 7 Maschenweite

ANMERKUNG Der Abstand der Ableitungen muss mit 5.2, 5.3 und Tabelle 4 übereinstimmen.

Bild E.36 – Aufbau des äußeren LPS an einer baulichen Anlage aus Isolierstoff mit unterschiedlichen Dachhöhen

In baulichen Anlagen ohne ausgedehnte, durchgehend leitende Teile fließt der Blitzstrom nur durch die normale Ableitungseinrichtung des LPS. Aus diesem Grund bestimmt die Geometrie der Ableitungen die elektromagnetischen Felder im Innern der baulichen Anlage (siehe Bild E.37).

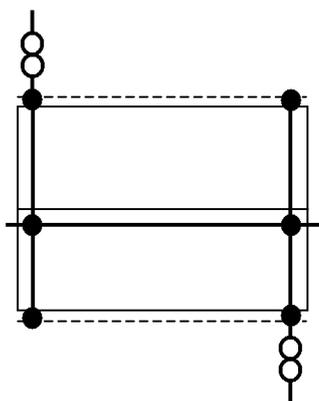


Bild E.37a

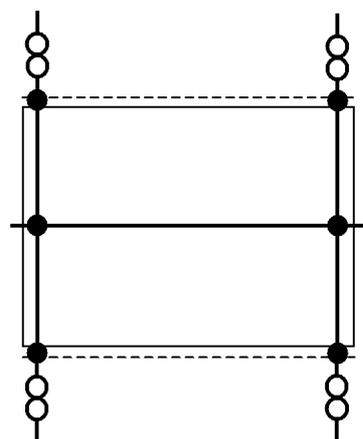


Bild E.37b

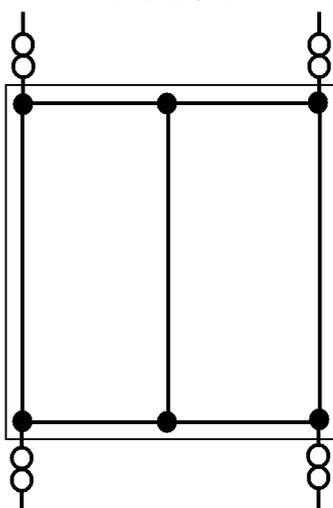


Bild E.37c

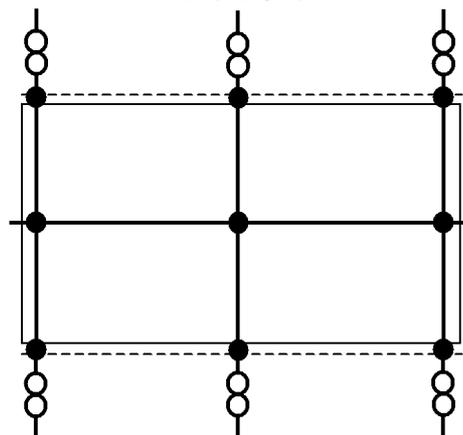


Bild E.37d

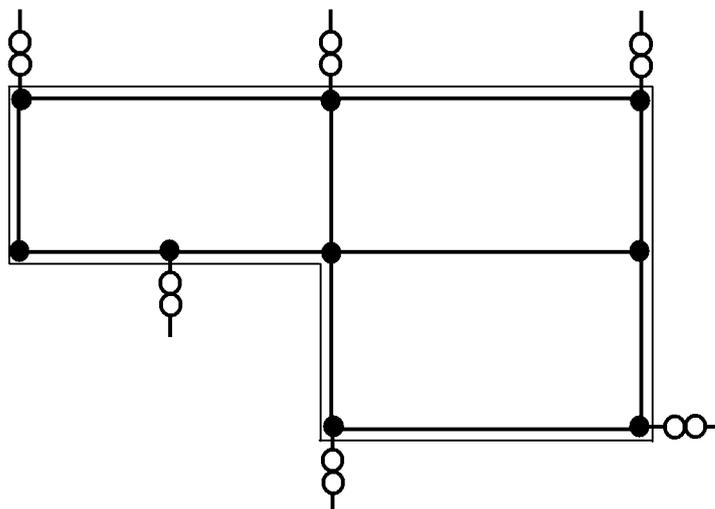


Bild E.37e

Legende

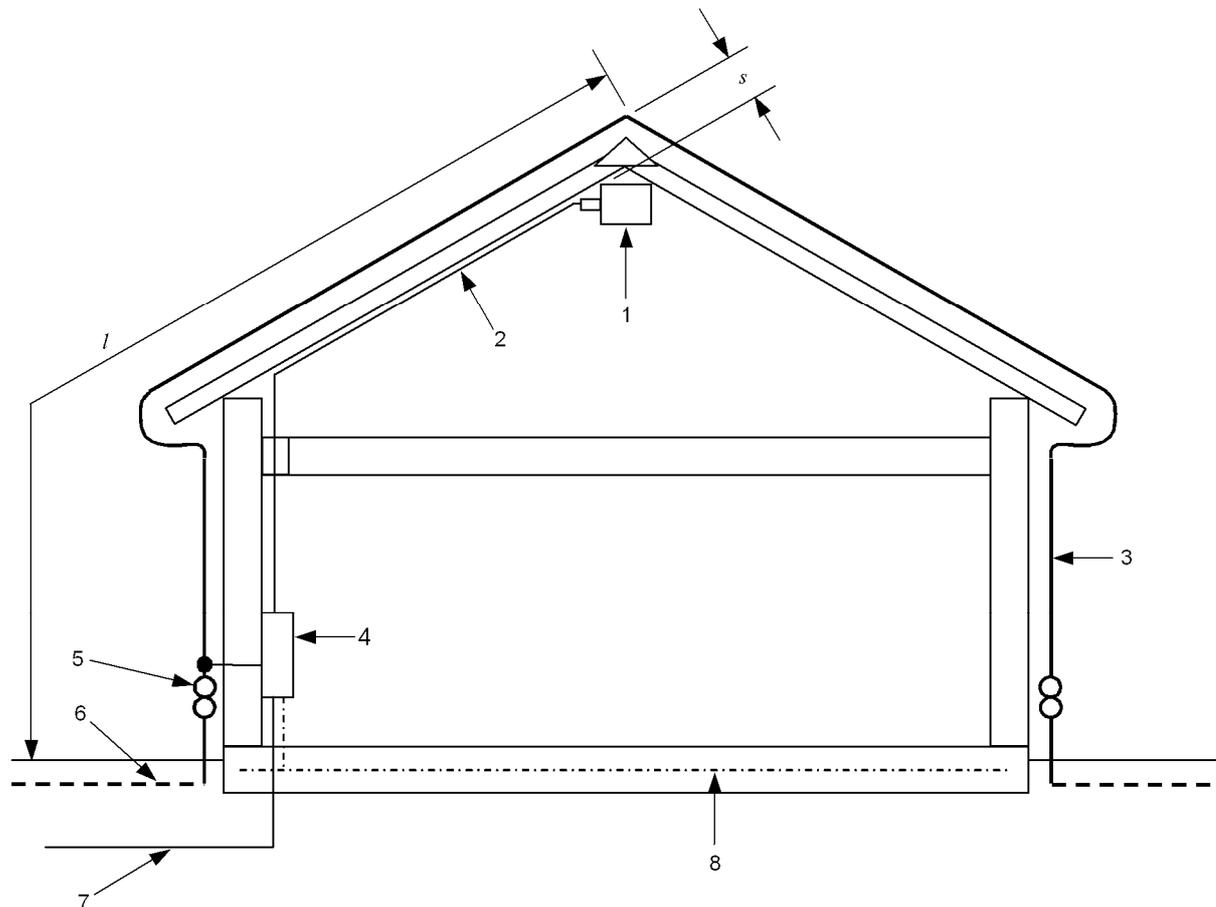
- natürliche Komponenten des LPS, z. B. Dachrinnen
- LPS-Leiter
- Messstellen
- Verbindungsstelle

ANMERKUNG Der Abstand zwischen den Ableitungen und die Maschenweite sollten der gewählten Schutzklasse in den Tabellen 2 und 4 entsprechen.

Bild E.37 – Beispiele für die räumliche Anordnung von LPS-Leitungen

Wenn die Anzahl der Ableitungen erhöht wird, kann der Trennungsabstand entsprechend dem Koeffizienten k_c verringert werden (siehe 6.3).

Nach 5.3.3 sollten mindestens zwei Ableitungen an einer baulichen Anlage verwendet werden (siehe Bilder E.38 und E.36).



Legende

- 1 elektrische Einrichtung
- 2 elektrische Leitungen
- 3 LPS-Leitungen
- 4 Hauptverteilerkasten mit SPD
- 5 Messstelle
- 6 Erdungsanlage
- 7 Energiekabel
- 8 Fundamenterder
- s Trennungsabstand nach 6.3
- l Länge für die Berechnung des Trennungsabstandes s

ANMERKUNG Das Beispiel zeigt die Probleme durch die elektrische Energieversorgung oder andere leitende Installationen an der Unterseite der Dachkonstruktion eines Gebäudes.

Bild E.38 – Ausführung eines LPS mit nur zwei Ableitungen und mit Fundamenterder

In größeren baulichen Anlagen, z. B. Hochhäusern, und in besonderen Industriebauten und Verwaltungsgebäuden, die oft in Stahlskelett- oder Stahlbetonskelettbauweise ausgeführt sind oder mit Stahlbeton errichtet wurden, dürfen diese leitenden Teile der baulichen Anlage als natürliche Ableitungen verwendet werden.

Die Gesamtimpedanz des LPS derartiger baulicher Anlagen ist somit sehr niedrig und ergibt einen sehr wirkungsvollen Blitzschutz für die inneren Anlagen. Die Verwendung von leitenden Wandflächen als Ableitungen

ist besonders vorteilhaft. Derartige leitende Wandflächen können Stahlbetonwände, Fassadenflächen aus Metallblech und Fassaden aus Betonfertigteilen sein, sofern sie nach 5.3.5 durchgehend leitend miteinander verbunden sind.

Bild E.4 gibt eine genaue Beschreibung der ordnungsgemäßen Konstruktion eines LPS mit natürlichen LPS-Bestandteilen wie durchverbundener Stahl.

Die Nutzung natürlicher Bestandteile mit Bewehrungsstahl verringert den Spannungsabfall zwischen der Fangeinrichtung und der Erdungsanlage und die durch den Blitzstrom innerhalb der baulichen Anlage hervorgerufenen elektromagnetischen Störungen.

Wenn die Fangeinrichtung mit den leitenden Teilen der Stützen innerhalb der baulichen Anlage und mit dem Potentialausgleich auf Erdbodenhöhe verbunden ist, fließt ein Teil des Blitzstromes durch diese inneren Ableitungen. Das Magnetfeld dieses Teilblitzstromes beeinflusst benachbarte Einrichtungen und muss beim Entwurf des inneren LPS und der elektrischen und elektronischen Anlagen berücksichtigt werden. Die Beträge dieser Teilströme hängen von den Maßen der baulichen Anlage und von der Anzahl der Stützen ab, wobei angenommen wird, dass die Wellenform des Stromes der Wellenform des Blitzstromes entspricht.

Wenn die Fangeinrichtung von den inneren Stützen isoliert ist, fließt innerhalb der baulichen Anlage kein Strom durch die Stützen, wenn die Isolierung nicht durchschlägt. Wenn an einer nicht vorgesehenen Stelle ein Durchschlag der Isolierung eintritt, kann durch eine bestimmte Stütze oder durch eine Gruppe von Stützen ein größerer Teilstrom fließen. Die Stromteilheit kann aufgrund der verringerten virtuellen Dauer der Wellenfront, die durch den Durchschlag verursacht wird, ansteigen und die benachbarten Einrichtungen werden in einem größeren Umfang beeinträchtigt, als es im Fall eines gesteuerten Potentialausgleichs der Stützen mit dem LPS der baulichen Anlage der Fall wäre.

Bild E.10 zeigt ein Beispiel für die Ausführung der inneren Ableitungen in einer großen baulichen Anlage aus Stahlbeton für Industrierzwecke. Das elektromagnetische Umfeld in der Nähe der Innenstützen muss bei der Planung des inneren LPS beachtet werden.

E.5.3.4.2 Nicht getrennte Ableitungen

In baulichen Anlagen mit ausgedehnten leitenden Teilen in den Außenwänden sollten die Fangleitungen und die Erdungsanlage mit den leitenden Teilen der baulichen Anlage mehrfach verbunden werden. Dadurch wird der Trennungsabstand nach 6.3 reduziert.

Als Folge dieser Verbindungen werden die leitenden Teile baulicher Anlagen sowohl als Ableitungen als auch als Potentialausgleichsschienen verwendet.

Große flache bauliche Anlagen (wie typische Industrieanlagen, Messehallen usw.) mit größeren Maßen als dem vierfachen Ableitungsabstand sollten mit zusätzlichen inneren Ableitungen mit einem Abstand von etwa 40 m, soweit möglich, ausgerüstet werden.

Alle Innenstützen und alle inneren Zwischenwände mit leitenden Teilen, wie Stahlbewehrungsstäben, die nicht die Bedingungen für den Trennungsabstand erfüllen, sollten an geeigneten Stellen mit der Fangeinrichtung und der Erdungsanlage verbunden werden.

Bild E.10 zeigt das LPS einer großen baulichen Anlage mit Innenstützen aus Stahlbeton. Zur Vermeidung einer gefährlichen Funkenbildung zwischen verschiedenen leitenden Teilen der baulichen Anlage ist die Stützenbewehrung mit der Fangeinrichtung und mit der Erdungsanlage verbunden. Aufgrund dieser Verbindungen wird ein Teil des Blitzstromes durch diese inneren Ableitungen fließen. Der Strom teilt sich jedoch auf eine Vielzahl von Ableitungen auf und hat annähernd die gleiche Wellenform wie der Blitzstrom. Die Steilheit der Wellenfront ist jedoch geringer. Werden diese Verbindungen nicht ausgeführt und es findet ein Überschlag statt, kann der Fall eintreten, dass nur eine oder wenige dieser inneren Ableitungen den Strom führen.

Die Wellenform des Überschlagstromes wird beträchtlich steiler als die des Blitzstromes sein, so dass sich die in den benachbarten Stromkreisen induzierte Spannung stark erhöht.

Für solche baulichen Anlagen ist es besonders wichtig, dass vor Beginn des Entwurfs der baulichen Anlage dieser und der Entwurf des LPS aufeinander abgestimmt werden, so dass leitende Teile der baulichen An-

lage für den Blitzschutz genutzt werden können. Mit einem gut aufeinander abgestimmten Entwurf wird ein hochwirksames LPS bei geringen Kosten erreicht.

Der Blitzschutz von Räumen und Personen unter einem überhängenden oberem Stockwerk wie bei einem auskragenden Obergeschoss sollte nach 4.2.4.2 und Bild E.3 ausgeführt werden.

E.5.3.4.3 Getrennte Ableitungen

Wenn aufgrund architektonischer Erwägungen die Ableitungen nicht auf der Oberfläche verlegt werden können, sollten sie in offenen Spalten des Mauerwerkes installiert werden. In diesem Fall muss besonders die Einhaltung des Trennungsabstandes nach 6.3 zwischen Ableitung und sämtlichen Metallteilen innerhalb der baulichen Anlage beachtet werden.

Eine direkte Installation im Außenputz ist nicht zu empfehlen, da der Putz durch Wärmedehnung beschädigt werden kann. Außerdem kann sich der Putz durch chemische Reaktionen verfärben. Eine Beschädigung des Putzes ist besonders wahrscheinlich infolge des Temperaturanstieges und der mechanischen Kräfte, die durch den Blitzstrom ausgeübt werden; PVC-umkleidete Leiter verhindern solche Flecken.

E.5.3.5 Natürliche Bestandteile

Die Verwendung natürlicher Ableitungen zur Erhöhung der Zahl der parallelen Stromwege wird empfohlen, da dies den Spannungsabfall in der Ableitungseinrichtung und die elektromagnetischen Störungen innerhalb der baulichen Anlage verringert. Es sollte jedoch sichergestellt werden, dass diese Ableitungen eine durchgehende elektrische Verbindung zwischen Fangeinrichtung und Erdungsanlage bilden.

Die Stahlbewehrung in Betonwänden sollte als natürlicher Bestandteil des LPS nach Bild E.27 verwendet werden.

Die Stahlbewehrung von neu errichteten baulichen Anlagen sollte nach E.4.3 festgelegt werden. Wenn eine durchgehende Verbindung der natürlichen Ableitungen nicht garantiert werden kann, sollten übliche Ableitungen installiert werden.

Bei baulichen Anlagen mit geringen Schutzanforderungen darf ein metallenes Regenfallrohr, das die Bedingungen für natürliche Ableitungen nach 5.3.5 erfüllt, als Ableitung verwendet werden.

Die Bilder E.23a, E.23b und E.23c zeigen Beispiele für die Befestigung der Leitungen auf dem Dach und der Ableitungen mit den zweckmäßigen Maßen. Die Bilder E.23c und E.23d zeigen die Verbindungen der Ableitungen mit den metallenen Regenfallrohren, den leitenden Dachrinnen und der Erdungsanlage.

Die Bewehrungsstäbe von Wänden oder Betonstützen und Stahlskelette dürfen als natürliche Ableitungen verwendet werden.

Eine Metallfassade oder eine metallene Fassadenbekleidung an einer baulichen Anlage darf als natürliche Ableitung nach 5.3.5 verwendet werden.

Bild E.8 zeigt den Aufbau einer natürlichen Ableitungseinrichtung mit Nutzung von Metallfassadenelementen und der Stahlbewehrung in den Betonwänden als Bezugsebene des Potentialausgleichs, an die die Potentialausgleichsschienen des inneren LPS angeschlossen sind.

Anschlussstellen sollten an der Oberkante der Wandbekleidung zur Fangeinrichtung und an der Unterkante zur Erdungsanlage und gegebenenfalls zu den Bewehrungsstäben der Betonwände vorgesehen werden.

Die Stromverteilung in derartigen Metallfassaden ist gleichmäßiger als in Stahlbetonwänden. Fassaden aus Metallblech umfassen einzelne Elemente im Allgemeinen mit trapezförmigem Querschnitt, die eine Breite zwischen 0,6 m und 1,0 m und eine Länge entsprechend der Höhe der baulichen Anlage haben. Bei Hochhäusern entspricht die Länge der Elemente wegen der Transportprobleme nicht der Höhe der baulichen Anlage. Die ganze Fassade besteht dann aus einer Anzahl von Segmenten, die übereinander angebracht sind.

Für Metallfassaden sollte die maximale Wärmeausdehnung als Differenz der Länge der Metallfassade bei maximaler Temperatur bei Sonneneinstrahlung mit etwa +80 °C und minimaler Temperatur von -20 °C berechnet werden.

Die Temperaturdifferenz von 100 K entspricht einer Wärmeausdehnung von 0,24 % für Aluminium und 0,11 % für Stahl.

Die Wärmeausdehnung der Elemente führt zu einer Bewegung bezogen auf das nächste Segment oder auf die Befestigungen.

Metallene Verbindungen, wie sie im Bild E.35 gezeigt sind, führen zu einer gleichmäßigeren Stromverteilung in Metallfassaden und reduzieren dadurch das elektromagnetische Feld innerhalb der baulichen Anlage.

Eine Metallfassade bietet ein Maximum an elektromagnetischer Schirmung, wenn sie über der gesamten Oberfläche durchverbunden ist.

Eine hohe elektromagnetische Schirmwirkung einer baulichen Anlage wird erreicht, wenn die benachbarten Fassadenteile in genügend kleinen Abständen dauerhaft verbunden werden.

Die Symmetrie der Stromverteilung bezieht sich direkt auf die Anzahl der Verbindungen.

Wenn strenge Anforderungen hinsichtlich der Schirmdämpfung bestehen und durchgehende Fensterbänder in einer derartigen Fassade vorhanden sind, sollten die durchgehenden Fensterbänder in kleinen Abständen mit Leitern überbrückt werden. Dies darf mittels metallener Fensterrahmen erfolgen. Die Metallfassade sollte mit dem Fensterrahmen in kurzen Abständen verbunden werden. Im Allgemeinen wird jede Rippe mit dem waagerechten Teil des Fensterrahmens in Intervallen von höchstens dem Abstand der senkrechten Stege der Fensterkonstruktion verbunden. Krümmungen und Umleitungen sollten immer vermieden werden (siehe Bild E.9).

Metallfassaden, die aus relativ kleinen Elementen bestehen und die nicht durchverbunden sind, können nicht als natürliche Ableitungseinrichtung oder als Schirmung verwendet werden.

Weitere Informationen über den Schutz elektrischer und elektronischer Anlagen in Gebäuden sind in IEC 62305-4 enthalten.

E.5.3.6 Messstellen

Messstellen ermöglichen Messungen des Erdungswiderstandes von Erdungsanlagen.

Messstellen nach 5.3.6 sollten in die Verbindung der Ableitungen mit der Erdungsanlage eingebaut werden. Diese Anschlussstellen ermöglichen, durch eine Messung zu bestimmen, ob noch eine ausreichende Anzahl von Verbindungen mit der Erdungsanlage vorhanden ist. Es ist damit auch möglich, das Vorhandensein durchgehender Verbindungen zwischen der Messstelle und der Fangeinrichtung oder der nächsten Potentialausgleichsschiene nachzuweisen. Auf hohen baulichen Anlagen werden Ringleiter mit den Ableitungen verbunden, die in der Wand unsichtbar für das Auge verlegt sein können; ihr Vorhandensein kann dann nur durch elektrische Messung nachgewiesen werden.

Die Bilder E.39a bis E.39d zeigen Beispiele für die Ausführung von Messstellen, die an der Innen- oder Außenwand einer baulichen Anlage oder in einem Loch einer Messstelle in der Erde außerhalb der baulichen Anlage angebracht sein können (siehe Bild E.39b). Um Durchgangsmessungen zu ermöglichen, dürfen bestimmte Leiter an kritischen Abschnitten einen Isoliermantel besitzen.

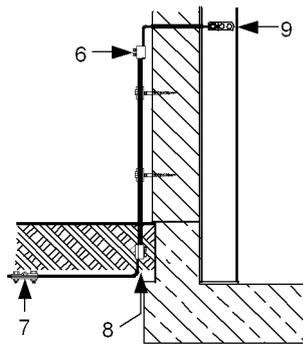


Bild E.39a

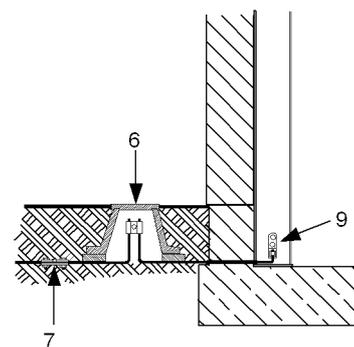


Bild E.39b

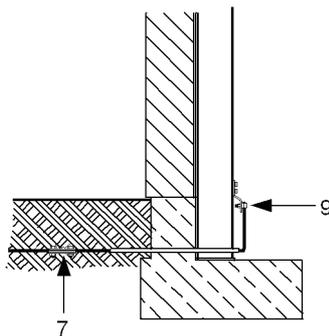


Bild E.39c

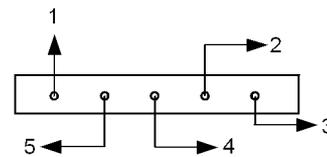


Bild E.39d

Alternative 1 – Messstelle an der Wand

- 1 Ableitung
- 2 Erder Typ B, falls anwendbar
- 3 Erder Typ A, falls anwendbar
- 4 Fundamenterder
- 5 Potentialausgleich mit dem inneren LPS
- 6 Messstelle an der Wand
- 7 korrosionsbeständige T-Klemme im Boden
- 8 korrosionsbeständige Verbindung im Boden
- 9 Verbindung zwischen dem Blitzableiter und einem Stahlträger

Alternative 2 – Messstelle im Boden

- 1 Ableitung
- 2 Erder Typ A, falls anwendbar
- 3 Potentialausgleichsschiene des inneren LPS
- 4 Erder Typ B, Ringerder
- 5 Erder Typ B, Ringerder
- 6 Messstelle im Boden
- 7 korrosionsbeständige T-Klemme im Boden
- 8 korrosionsbeständige Verbindung im Boden
- 9 Verbindung zwischen dem Blitzableiter und einem Stahlträger

ANMERKUNG 1 Die im Bild E.39d dargestellte Messstelle sollte an der Innen- oder Außenwand einer baulichen Anlage oder in einem Messgehäuse im Erdbereich außerhalb der baulichen Anlage angebracht werden.

ANMERKUNG 2 Um die Messungen des Schleifenwiderstandes zu ermöglichen, sollten einige Verbindungsleitungen einen Mantel an den kritischen Abschnitten besitzen.

Bild E.39 – Beispiele für die Verbindung der Erdungsanlage mit dem LPS einer baulichen Anlage unter Anwendung natürlicher Ableitungen (Träger) und Ansicht einer Messstelle

Wenn es sinnvoll ist (z. B. bei Erdungsverbindungen mit Stahlsäulen über Verbindungsleiter), dürfen Verbindungen von natürlichen Ableitungen mit Erdern mit isolierten Leiterabschnitten und Messstellen versehen werden. Spezielle Bezugserder sind zu installieren, um die Überwachung der Erdungsanlage des LPS zu ermöglichen.

E.5.4 Erdungsanlage

E.5.4.1 Allgemeines

Der LPS-Planer und der LPS-Errichter sollten geeignete Typen von Erdern auswählen und sie in sicherem Abstand von Ein- und Ausgängen einer baulichen Anlage und von äußeren leitenden Teilen im Boden anordnen. LPS-Planer und LPS-Errichter sollten besondere Maßnahmen zum Schutz gegen gefährliche Schrittspannungen in der Nähe der Erdungsanlagen ergreifen, wenn sie in Bereichen installiert werden, die öffentlich zugänglich sind (siehe Abschnitt 8).

Die Verlegungstiefe und der Erdertyp müssen so ausgewählt werden, dass die Einflüsse von Korrosion, Bodentrockenheit und Bodenfrost gering sind und somit der entsprechende Erdungswiderstand stabil bleibt.

Es wird empfohlen, den ersten Meter eines Vertikalerders unter Frostbedingungen als unwirksam zu betrachten.

Tiefenerder können in den Fällen besonders wirksam sein, wo der spezifische Bodenwiderstand mit zunehmender Tiefe abnimmt und wo Erdschichten mit niedrigem spezifischem Widerstand in größerer Tiefe auftreten, als Staberder normalerweise eingetrieben werden.

Wenn die Bewehrung des Betons als Erder verwendet wird, sollten die Verbindungen besonders sorgfältig ausgeführt werden, um ein Absplittern des Betons zu vermeiden.

Wenn die Bewehrung auch als Schutzerde benutzt wird, sollte die sicherste Maßnahme hinsichtlich der Stabdicken und für die Verbindung ausgewählt werden. In diesem Fall können stärkere Bewehrungsstäbe in Betracht gezogen werden. Die Notwendigkeit kurzer gerader Verbindungen für die Blitzschutzterdung sollte dabei immer berücksichtigt werden.

ANMERKUNG In Spannbeton sollten die möglicherweise unzulässigen mechanischen Beanspruchungen durch den durchfließenden Blitzstrom berücksichtigt werden.

E.5.4.2 Arten der Anordnung von Erdern

E.5.4.2.1 Anordnung Typ A

Eine Erdungsanlage Typ A ist zweckmäßig für niedrige bauliche Anlagen (z. B. Einfamilienhäuser), bestehende baulichen Anlagen, für LPS mit Fangstangen oder Spannleitungen oder für ein getrenntes LPS.

Diese Art der Anordnung umfasst Horizontal- und Vertikalerder, die mit jeder Ableitung verbunden sind.

Wenn die Ringleitung, die die Ableitungen miteinander verbindet, in Kontakt mit dem Erdboden ist, gehört die Erdungsanlage trotzdem zum Typ A, wenn der Ringleiter mit weniger als 80 % seiner Länge Kontakt mit dem Erdboden hat.

In Erdungsanlagen Typ A ist die Mindestanzahl der Erder zwei.

E.5.4.2.2 Anordnung Typ B

Die Erdungsanlage Typ B wird für vermaschte Fangeinrichtungen und für LPS mit mehreren Ableitungen bevorzugt.

Dieser Typ der Erdungsanlage besteht entweder aus einem Ringerder außerhalb der baulichen Anlage mit wenigstens 80 % seiner Gesamtlänge in Kontakt mit der Erde oder aus einem Fundamenterder.

Für freiliegenden Fels werden nur Erdungsanlagen Typ B empfohlen.

E.5.4.3 Aufbau

E.5.4.3.1 Allgemeines

Die Aufgaben einer Erdungsanlage sind:

- Ableiten des Blitzstromes in den Erdboden;
- Potentialausgleich zwischen den Ableitungen;
- Potentialsteuerung in der Nähe von leitenden Wänden der baulichen Anlage.

Fundamenterder und Ringerder Typ B erfüllen alle diese Vorgaben. Strahlen- oder Tiefenerder des Typs A erfüllen nicht die Forderung nach Potentialausgleich und Potentialsteuerung.

Fundamente von baulichen Anlagen aus Stahlbeton sollten als Fundamenterder genutzt werden. Sie besitzen einen niedrigen Erdungswiderstand und stellen eine ausgezeichnete Basis für den Potentialausgleich dar. Wenn das nicht möglich ist, sollte eine Erdungsanlage, vorzugsweise ein Ringerder Typ B, um die bauliche Anlage eingebracht werden.

E.5.4.3.2 Fundamenterder

Ein Fundamenterder nach 5.4.4 umfasst Leiter, die im Fundament der baulichen Anlage unterhalb der Erdoberfläche verlegt sind. Die Länge der zusätzlichen Erder sollte mit dem Diagramm in Bild 2 ermittelt werden.

Fundamenterder werden im Beton verlegt. Sie haben den Vorteil, dass bei guter Ausführung des Betons und einer Überdeckung des Fundamenterders von mindestens 50 mm, dieser ausreichend gegen Korrosion geschützt ist. Es sollte auch daran erinnert werden, dass Bewehrungsstäbe in Beton den gleichen Betrag des galvanischen Potentials wie Kupferleiter im Erdboden haben. Das bietet eine gute technische Lösung für die Ausführung von Erdungsanlagen für bauliche Anlagen aus Stahlbeton (siehe E.4.3).

Metalle für Erder sollten den in Tabelle 7 aufgeführten Werkstoffen entsprechen und das Verhalten des Werkstoffs hinsichtlich von Korrosion im Erdboden sollte immer beachtet werden. Einige Richtlinien sind in 5.6 enthalten. Wenn für bestimmte Böden keine Richtlinien zur Verfügung stehen, sollten Erfahrungen mit Erdungsanlagen in Nachbargebäuden, wo der Erdboden gleiche chemische Eigenschaften und eine gleiche Zusammensetzung aufweist, herangezogen werden. Wenn die Gräben für die Erder wieder aufgefüllt werden, sollte sichergestellt werden, dass keine Asche, Schlacke oder Bauschutt in direkten Kontakt mit dem Erder kommt.

Ein weiteres Problem entsteht durch elektrochemische Korrosion aufgrund galvanischer Ströme. Stahl in Beton hat etwa das gleiche galvanische Potential in der elektrochemischen Spannungsreihe wie Kupfer im Erdboden. Bei einer Verbindung von Stahl in Beton mit Stahl im Erdboden verursacht daher die galvanische Spannung von etwa 1 V einen Korrosionsstrom, der durch den Erdboden und den feuchten Beton fließt und den Stahl im Erdboden auflöst.

Erder im Erdboden sollten Kupferleiter oder Leiter aus nicht rostendem Stahl verwenden, wenn diese mit dem Stahl im Beton verbunden werden.

Um den Umfang einer baulichen Anlage sollte ein Metallleiter nach Tabelle 7 oder ein verzinkter Stahlstreifen im Streifenfundament verlegt werden und mit Verbindungsleitungen nach oben zu den vorgesehenen Anschlussstellen der Messstellen der Blitzableitungen geführt werden.

Die nach oben führende Verlegung der Verbindungsleitungen für den Anschluss der Ableitungen kann auf dem Mauerwerk, im Putz oder in der Wand erfolgen. Die Stahlverbindungsleitungen innerhalb der Wand dürfen durch das Asphalt-gesättigte Papier, das gewöhnlich zwischen dem Fundament und der Ziegelmauer benutzt wird, hindurchgeführt werden. Ein Durchdringen der Feuchtesperre stellt an dieser Stelle im Allgemeinen kein Problem dar.

Die Wassersperrschicht, die oft unter dem Fundament der baulichen Anlage verlegt wird, um die Feuchtigkeit im Kellergeschoss zu verringern, bietet eine gute elektrische Isolierung. Der Erder sollte unter dem Fundament im Unterbeton verlegt werden. Mit dem Erbauer sollte die Ausführung der Erdungsanlage vereinbart werden.

Wenn der Grundwasserspiegel hoch ist, wird das Fundament der baulichen Anlage gegen Grundwasser isoliert. Eine abdichtende Wassersperre, die auch eine elektrische Isolierung gewährleistet, wird auf die Außenfläche des Fundamentes aufgetragen. Gewöhnlich wird bei der Herstellung eines solchen wasserdichten Fundamentes eine Sauberkeitsschicht von etwa 10 cm bis 15 cm Beton auf den Boden der Fundamentgrube gegossen, auf der die Sperre und danach das Betonfundament gebaut wird.

Auf dem Boden der Fundamentgrube in der Beton-Sauberkeitsschicht muss ein Fundamenterder aus einem Netzwerk von Maschen mit einer Weite von höchstens 10 m installiert werden.

Ein Leiter nach Tabelle 7 muss die vermaschte Erdungsanlage mit der Bewehrung des Fundamentes, den Ringerdern und den Ableitungen außerhalb der Wasserdichtung verbinden. Wo es zulässig ist, dürfen druckwasserdichte Durchführungen zur Durchdringung der Isolierung benutzt werden.

Wenn eine Durchführung eines Leiters durch die Wasserdichtung vom Bauunternehmer nicht erlaubt wird, sollten die Verbindungen zur Erdung außerhalb der baulichen Anlage vorgenommen werden.

Bild E.40 zeigt drei verschiedene Beispiele für die Errichtung von Fundamenterdern für eine bauliche Anlage mit wasserdichtem Fundament ohne Durchdringung der Wasserdichtung.

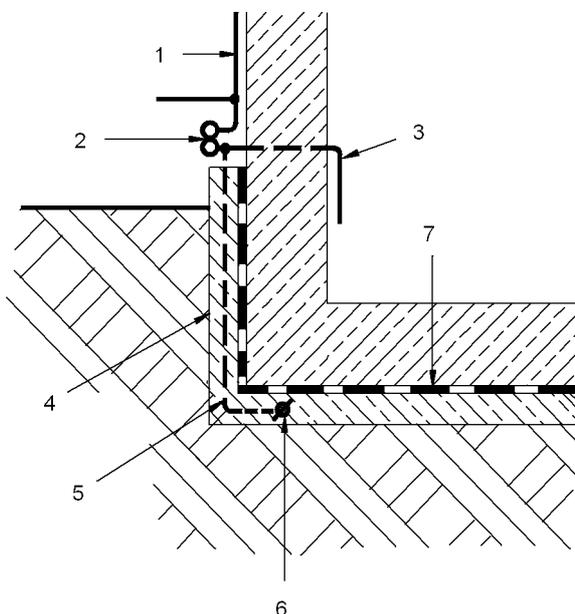


Bild E.40a – Isoliertes Fundament mit Fundamenterder in der Betonschicht ohne Bewehrung unter der Bitumenisolierung

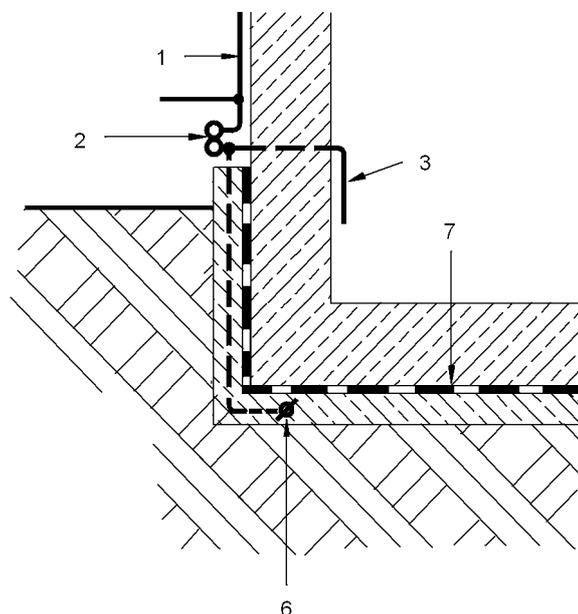


Bild E.40b – Isoliertes Fundament mit Erdungsleitung, die teilweise durch den Erdboden verläuft

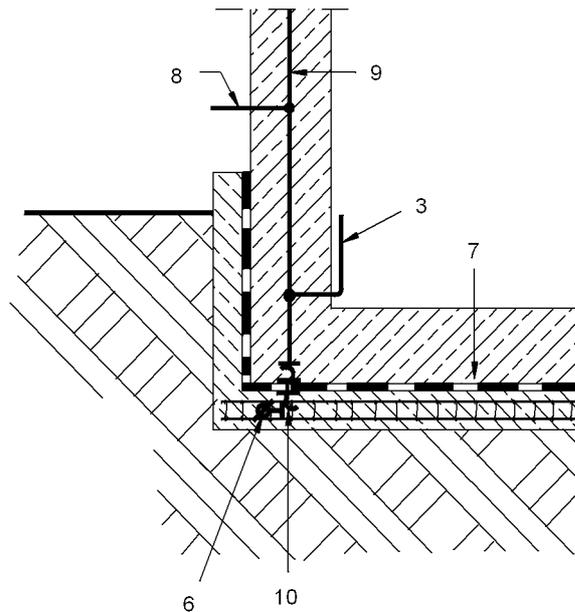


Bild E.40c – Verbindungsleitung vom Fundamenterder zur Potentialausgleichsschiene durch die Isolierschicht aus Bitumen

Legende

- 1 Ableitung
- 2 Messstelle
- 3 Potentialausgleichsleitung zum inneren LPS
- 4 Betonschicht ohne Bewehrung
- 5 Verbindungsleitung des LPS
- 6 Fundamenterder
- 7 Bitumenisolierung, wasserdichte Isolierschicht
- 8 Verbindungsleitung zwischen der Stahlbewehrung und der Messstelle
- 9 Stahlbewehrung im Beton
- 10 Durchdringung der wasserdichten Bitumenschicht

ANMERKUNG Es ist eine Genehmigung des Bauingenieurs erforderlich.

Bild E.40 – Ausführung von Fundamenterdern für bauliche Anlagen mit verschiedenen Fundamenten

Außerdem werden mehrere Lösungen für eine angemessene Verbindung der Erdungsanlage von baulichen Anlagen mit isoliertem Fundament dargestellt.

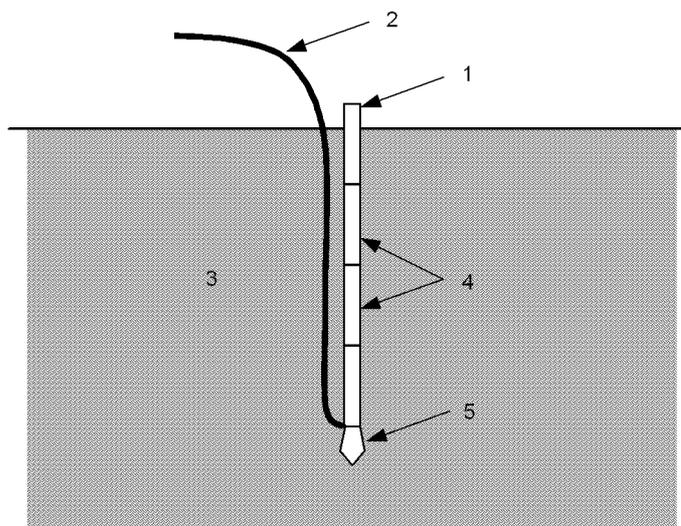
Die Bilder E.40a und E.40b stellen Verbindungen außerhalb der Isolierung dar, so dass die Isolierung nicht beschädigt wird; Bild E.40c stellt eine Durchführung durch eine Isolierung dar.

E.5.4.3.3 Typ A, Strahlenerder und Vertikalerder

Strahlenerder (Radialerder) sollten mit den unteren Enden der Ableitungen durch Messstellen verbunden werden. Wenn es zweckmäßig erscheint, dürfen an die Enden der Strahlenerder Vertikalerder angeschlossen werden.

Jede Ableitung sollte mit einem Erder versehen werden.

Bild E.41 zeigt einen Erder des Typs A, bei dem ein Erder nach Tabelle 7 unter Anwendung spezieller Rammpfähle in den Erdboden getrieben wird. Diese Erdungstechnik besitzt mehrere Vorteile und vermeidet die Verwendung von Klemmen und Messstellen im Boden. Schräg- oder Tiefenerder werden im Allgemeinen eingeschlagen.



Legende

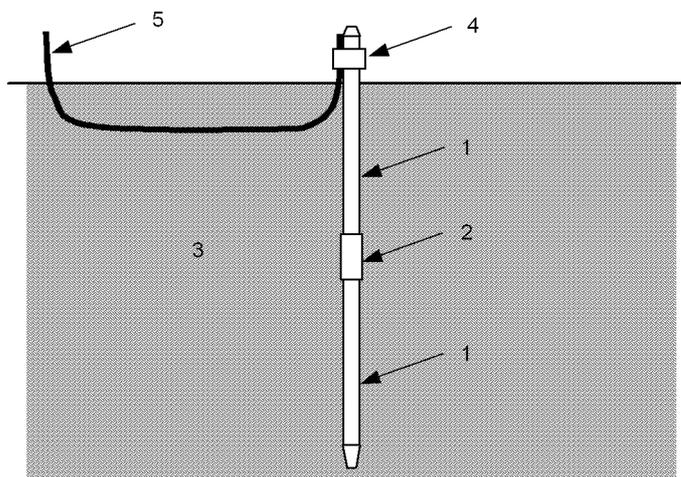
- 1 oberste kurze Eintreibstange
- 2 Erdungsleitung
- 3 Erdboden
- 4 kurze Eintreibstangen
- 5 Schlagspitze

ANMERKUNG 1 Mithilfe von kurzen Eintreibstangen wird ein durchgängiger Leiter in den Erdboden getrieben. Die elektrische Durchgängigkeit des Erders ist von großem Vorteil; bei der Anwendung dieser Technik werden in den Erdern keine Verbindungsstellen eingefügt. Die kurzen Abschnitte der Eintreibstangen sind außerdem leicht zu handhaben.

ANMERKUNG 2 Die oberste kurze Eintreibstange darf entfernt werden.

ANMERKUNG 3 Der oberste Teil der Erdungsleitung darf eine Isolierumhüllung besitzen.

Bild E.41a – Beispiel für eine Erdungsanordnung Typ A mit einem Vertikalerder



Legende

- 1 verlängerbarer Staberder
- 2 Stabkopplung
- 3 Erdboden
- 4 Leiter zur Stabklemme
- 5 Erdungsleitung

Bild E.41b – Beispiel für eine Erdungsanordnung Typ A mit einem vertikalen Staberder

Bild E.41 – Beispiel für zwei senkrechte Erderanordnungen Typ A

Es gibt auch andere Arten von Vertikalern. Es ist von wesentlicher Bedeutung, dass eine während der gesamten Lebensdauer des LPS dauerhafte leitende Verbindung entlang des gesamten Erders sichergestellt wird.

Bei der Installation ist es vorteilhaft, den Erdungswiderstand regelmäßig zu messen. Das Einschlagen darf abgebrochen werden, sobald der Erdungswiderstand nicht mehr sinkt. Weitere Elektroden können dann an einer geeigneteren Stelle angeordnet werden.

Der Erder sollte eine ausreichende Trennung zu bestehenden Kabeln und Metallrohren in der Erde aufweisen und es sollte ein angemessener Spielraum vorgesehen werden, falls der Erder beim Einschlagen von seiner vorgesehenen Stelle abweicht. Der Trennungsabstand hängt von der Stärke der elektrischen Impulse und dem spezifischen Bodenwiderstand sowie dem Strom im Erder ab.

Bei einer Erderanordnung Typ A sind Vertikalerder kostensparender und bieten in den meisten Böden einen stabileren Erdungswiderstand als Horizontalerder.

In bestimmten Fällen kann es erforderlich sein, die Erder innerhalb der baulichen Anlage z. B. in einem Unter- oder Kellergeschoss zu installieren.

ANMERKUNG Besonders beachtet werden muss dabei die Kontrolle von Schrittspannungen, indem Maßnahmen zum Potentialausgleich nach Abschnitt 8 unternommen werden.

Wenn die Gefahr eines Ansteigens des Widerstandes nahe der Oberfläche besteht (z. B. durch Austrocknung), ist es oft erforderlich, Tiefenerder größerer Länge einzusetzen.

Ringerder sollten in einer Tiefe von 0,5 m oder tiefer verlegt werden. Ein Tiefenerder sichert in Ländern mit niedrigen Wintertemperaturen, dass sich der Erder nicht in gefrorenem Boden befindet (der eine extrem geringe Leitfähigkeit aufweist). Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass Tiefenerder zu einer Verringerung der Potentialdifferenzen an der Erdoberfläche führen und so zu geringen Schrittspannungen, was die Gefahr für Lebewesen auf der Erdoberfläche herabsetzt. Vertikalerder werden bevorzugt, um einen von der Jahreszeit unabhängigen Erdungswiderstand zu erreichen.

Wenn eine Erderanordnung Typ A ausgeführt wird, sollte der erforderliche Potentialausgleich für sämtliche Erder durch Potentialausgleichsleiter und Potentialausgleichsschienen vorzugsweise außerhalb der baulichen Anlage hergestellt werden.

E.5.4.3.4 Typ B, Ringerder

An baulichen Anlagen aus Isolierstoff wie z. B. Ziegelmauerwerk oder Holz ohne stahlbewehrtes Fundament sollte eine Erderanordnung Typ B nach 5.4.2.2 installiert werden.

Um den entsprechenden Erdungswiderstand zu reduzieren, darf die Erderanordnung Typ B gegebenenfalls durch zusätzliche Vertikalerder oder Radialerder nach 5.4.2.2 verbessert werden. Bild 2 zeigt die Anforderungen an die Mindestlänge von Erdern.

Der Abstand und die Tiefe eines Erders des Typs B nach 5.4.3 sind bei normalen Erdbodenbedingungen zum Schutz von Personen in der Umgebung der baulichen Anlage optimal. In Ländern mit geringen Wintertemperaturen sollte eine angemessene Tiefe der Erder beachtet werden.

Die Erder des Typs B übernehmen auch die Funktion des Potentialausgleichs zwischen den Ableitungen auf Erdbodenhöhe, da die verschiedenen Ableitungen infolge der ungleichen Verteilung der Blitzströme durch Unterschiede des Erdwiderstandes unterschiedliche Potentiale aufweisen. Die unterschiedlichen Potentiale führen zu einem Ausgleichsstromfluss durch den Ringerder, so dass der maximale Potentialanstieg verringert wird und die angeschlossenen Potentialausgleichssysteme innerhalb der baulichen Anlage auf etwa gleiches Potential gebracht werden.

Wo bauliche Anlagen verschiedener Eigentümer nahe aneinander gebaut sind, ist es oft nicht möglich, einen Ringerder zu erstellen, der die ganze bauliche Anlage komplett umschließt. In solchen Fällen ist die Wirksamkeit der Erdungsanlage reduziert, da der Leitungsring teilweise als Erder des Typs B, teilweise als Fundamenterder und teilweise als Potentialausgleichsleiter wirkt.

Wenn sich viele Personen häufig in einem Bereich in der Nähe der zu schützenden baulichen Anlage aufhalten, sollte eine weitere Potentialsteuerung für derartige Bereiche vorgesehen werden. Weitere Ringerder sollten in einem Abstand von etwa 3 m vom ersten und den weiteren Ringleitern entfernt installiert werden. Die von der baulichen Anlage weiter entfernten Ringerder sollten tiefer unter der Oberfläche installiert werden, d. h. die in einer Entfernung von 4 m von der baulichen Anlage in einer Tiefe von 1 m, die in einer Entfernung von 7 m von der baulichen Anlage in einer Tiefe von 1,5 m und die in einer Entfernung von 10 m in einer Tiefe von 2 m. Diese Ringerder sollten durch umlaufende Verbindungsleiter mit dem ersten Ringleiter verbunden werden.

Wenn der Bereich um die bauliche Anlage mit einer 50 mm dicken Asphaltenschicht geringer Leitfähigkeit bedeckt ist, dann ist ein genügender Schutz für Personen gegeben, die diesen Bereich benutzen.

E.5.4.3.5 Erder in felsigem Boden

Während der Errichtung sollte ein Fundamenterder in das Betonfundament eingesetzt werden. Auch dort, wo der Fundamenterder in felsigem Erdboden eine verringerte Erderwirkung hat, wirkt er noch als Potentialausgleichsleiter.

An den Messstellen sollten zusätzliche Erder mit den Ableitungen und mit den Fundamenterdern verbunden werden.

Wo ein Fundamenterder nicht vorgesehen ist, sollte stattdessen eine Anordnung Typ B (Ringerder) benutzt werden. Wenn der Erder nicht im Erdboden eingebettet werden kann, sondern auf der Oberfläche verlegt werden muss, sollte er gegen mechanische Beschädigung geschützt werden.

Strahlenerder, die auf oder nahe der Erdoberfläche liegen, sollten aus Gründen ihres mechanischen Schutzes mit Steinen bedeckt oder in Beton eingebettet werden.

Wenn die bauliche Anlage in der Nähe einer Straße liegt, sollte neben der Straße möglichst ein Ringerder verlegt werden. Wenn dies jedoch nicht über die ganze Länge des freiliegenden Straßenteiles möglich ist, sollte eine solche Potentialsteuerung (gewöhnlich eine Anordnung Typ A) mindestens in der Nähe der Ableitungen vorgesehen werden.

In Einzelfällen sollte entschieden werden, ob ein weiterer Teilring zur Potentialsteuerung in der Nähe des Einganges der baulichen Anlage installiert werden sollte oder ob künstlich der Widerstand der Oberflächenschicht des Bodens erhöht wird.

E.5.4.3.6 Erdungsanlagen in ausgedehnten Flächen

Meist umfassen Industrieanlagen eine Anzahl zusammengehöriger baulicher Anlagen, zwischen denen eine große Anzahl Starkstrom- und Signalkabel verlegt sind.

Die Erdungsanlagen derartiger baulicher Anlagen sind zum Schutz der elektrischen Anlagen sehr wichtig. Eine Erdungsanlage mit geringer Impedanz verringert die Potentialdifferenz zwischen den baulichen Anlagen und damit die Störeinkopplung in die elektrischen Verbindungen.

Eine niedrige Erdimpedanz kann durch Ausrüsten der baulichen Anlagen mit Fundamenterdern und mit zusätzlichen Erderanordnungen des Typs B und Typs A nach 5.4 erreicht werden.

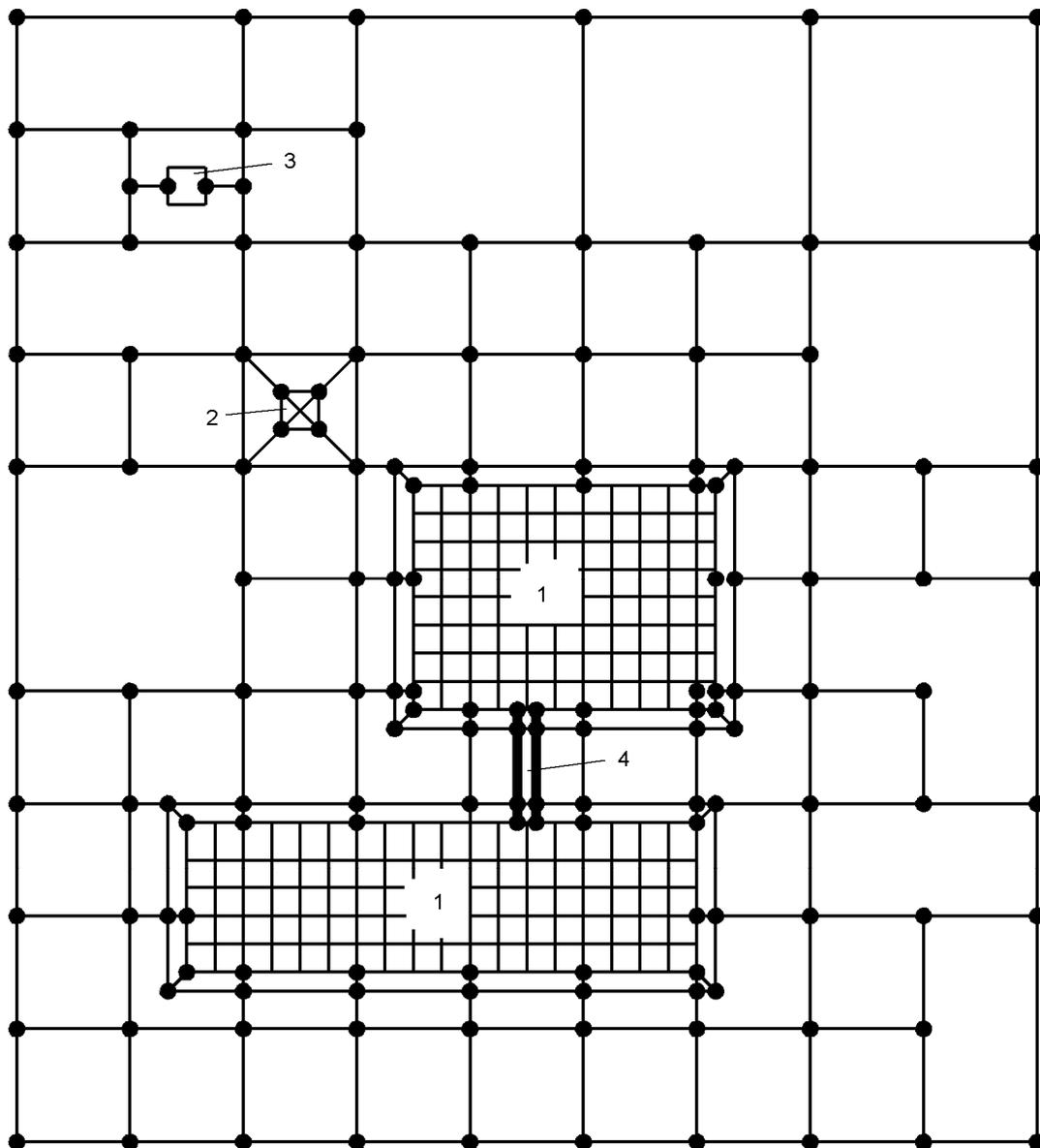
Zwischenverbindungen zwischen den Erdern, den Fundamenterdern und den Ableitungen sollten an den Messstellen installiert werden. Einige der Messstellen sollten auch mit den Potentialausgleichsschienen des inneren LPS verbunden werden.

Innere Ableitungen oder innere Konstruktionsteile der baulichen Anlage, die als Ableitung benutzt werden, sollten mit einem Erder und dem Bewehrungsstahl im Fußboden verbunden werden, um Schritt- und Berührungsspannungen zu vermeiden. Wenn sich innere Ableitungen in der Nähe von Dehnungsfugen des Betons befinden, sollten diese Fugen möglichst nahe an der inneren Ableitung überbrückt werden.

Der untere Teil einer freiliegenden Ableitung sollte durch ein PVC-Rohr mit einer Wandstärke von mindestens 3 mm oder einer gleichwertigen Isolierung geschützt werden.

Um die Wahrscheinlichkeit direkter Blitzeinschläge in Kabeltrassen im Erdboden zu reduzieren, sollte ein Erdleiter, und bei breiten Trassen mehrere Erderleitungen, über Kabeltrassen eingebracht werden.

Wenn Erder einer Anzahl von baulichen Anlagen miteinander verbunden sind, entsteht eine vermaschte Erdungsanlage nach Bild E.42.



Legende

- 1 Gebäude mit vermaschtem Netzwerk der Bewehrung
- 2 Turm innerhalb der Betriebsanlage
- 3 einzeln stehende Einrichtung
- 4 Kabeltrassen

ANMERKUNG Dieses System bietet eine geringe Impedanz und große EMV-Vorteile. Die Maschengröße in der Nähe von Gebäuden oder anderen Objekten sollte bei $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ liegen. Bei einer Entfernung von mehr als 30 m kann sie auf die Größenordnung von $40\text{ m} \times 40\text{ m}$ vergrößert werden.

Bild E.42 – Vermaschte Erdungsanlage einer Betriebsanlage

Das Bild E.42 zeigt den Entwurf einer vermaschten Erdungsanlage mit Kabeltrassen zwischen zusammengehörenden baulichen Anlagen mit gegen Blitzeinschlag geschützten Gebäuden. Dies führt zu einer niedrigen Impedanz zwischen den Gebäuden und hat bedeutende LEMP-Schutz-Vorteile.

E.5.5 Bauteile

Bauteile des Blitzschutzsystems müssen den elektromagnetischen Wirkungen des Blitzstroms und vorher-sagbarer zufälliger Belastungen ohne Beschädigung standhalten. Das kann durch die Auswahl von Bauteilen erreicht werden, die in Übereinstimmung mit der Normenreihe EN 50164 erfolgreich geprüft wurden.

Alle Bauteile müssen der Normenreihe EN 50164 entsprechen.

ANMERKUNG Abstände zwischen den Halterungen sind in Tabelle E.1 gegeben.

E.5.6 Werkstoffe und Maße

E.5.6.1 Mechanischer Entwurf

Der Blitzschutz-Planer muss sich nach Abschluss des elektrischen Entwurfs mit den Verantwortlichen für die bauliche Anlage zu den Fragen des mechanischen Entwurfs beraten.

Ästhetische Gesichtspunkte sind ebenso wichtig wie die richtige Auswahl der Werkstoffe, um das Risiko einer Korrosion zu begrenzen.

Die Mindestgrößen der verschiedenen Teile des LPS sind in den Tabellen 3, 6, 7, 8 und 9 aufgelistet.

Die für die LPS-Bauteile verwendeten Werkstoffe sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

ANMERKUNG Ausgewählte Bauteile nach EN 50164 wie Stangen oder Klemmen sind geeignet.

LPS-Planer und LPS-Errichter sollten Befestigungsteile und Halter festlegen, die den elektrodynamischen Kräften des Blitzstroms in den Leitungen standhalten und außerdem das Ausdehnen und Zusammenziehen der Leitungen durch den entsprechenden Temperaturanstieg nach Normenreihe EN 50164 zulassen.

Der LPS-Planer und der LPS-Errichter sollten Befestigungsteile und Halterungen der Leiter festlegen, die den elektrodynamischen Kräften des Blitzstromes im Leiter standhalten und außerdem die Ausdehnung und Kon-traktion der Leiter infolge des entsprechenden Temperaturanstiegs zulassen.

Verbindungen zwischen Metallblechelementen müssen mit dem Werkstoff der Elemente zusammenpassen, eine minimale Überlappungsfläche von 50 mm² aufweisen und imstande sein, den elektrodynamischen Kräften eines Blitzstroms und den Korrosionseinflüssen der Umgebung standzuhalten.

Wenn ein starker Temperaturanstieg für die Oberfläche, an der die Bauteile zu befestigen sind, von Bedeu-tung ist, weil sie brennbar ist oder einen niedrigen Schmelzpunkt besitzt, sollten entweder größere Leiter-querschnitte festgelegt oder weitere Sicherheitsvorkehrungen, wie z. B. die Verwendung von längeren Ab-standhaltern oder die Einbringung von brandbeständigen Schichten, in Betracht gezogen werden.

Der LPS-Planer sollte alle korrosionsgefährdeten Bereiche feststellen und entsprechende Maßnahmen festle-gen.

Die Auswirkungen der Korrosion auf das LPS dürfen entweder durch Vergrößerung der Werkstoffmaße, durch Verwendung korrosionsbeständiger Bauteile oder mit der Durchführung anderer Korrosionsschutzmaß-nahmen verringert werden.

E.5.6.2 Auswahl der Werkstoffe

E.5.6.2.1 Werkstoffe

LPS-Werkstoffe und Einsatzbedingungen sind in Tabelle 5 und in der Normenreihe EN 50164 aufgeführt.

Maße von LPS-Leitungen sowie der Fangleitungen, Ableitungen und Erdungsleitungen für verschiedene Werkstoffe wie Kupfer, Aluminium und Stahl sind in den Tabellen 6 und 7 angegeben.

Die Mindestdicke von Metallblechen, Metallrohren und Metallbehältern, die als natürliche Fangeinrichtung benutzt werden, sind in Tabelle 3 enthalten und die Tabellen 8 und 9 enthalten die Mindestmaße für Potentialausgleichsleiter.

E.5.6.2.2 Korrosionsschutz

Das LPS sollte aus korrosionsbeständigem Werkstoff wie Kupfer, Aluminium, nicht rostendem und verzinktem Stahl ausgeführt werden. Der Werkstoff der Fangstangen und Fangleitungen sollte elektrochemisch dem Werkstoff der Verbindungselemente und Befestigungsteile entsprechen und korrosionsbeständig gegenüber korrosiver Atmosphäre oder Feuchte sein.

Verbindungen zwischen verschiedenen Werkstoffen sollten vermieden werden, andernfalls müssen sie geschützt werden.

Teile aus Kupfer sollten nie oberhalb von verzinkten oder Aluminiumteilen eingebaut werden, außer wenn sie mit einem Korrosionsschutz versehen sind.

Sehr kleine Kupferteilchen können von der Kupferoberfläche abgelöst werden und auf den verzinkten Teilen eine starke Korrosion verursachen, auch wenn das Kupfer und die verzinkten Teile nicht in direktem Kontakt sind.

Aluminiumleiter sollten nicht direkt auf Gebäuden mit kalkhaltiger Oberfläche wie Kalkstein oder Kalksteinputz und niemals im Erdboden verlegt werden.

E.5.6.2.1 Metalle im Erdreich und in Luft

Die Korrosion von Metallen ist abhängig von der Art des Metalls und der Art der Umgebung. Umgebungseinflüsse, wie Feuchte, gelöstes Salz (das ein Elektrolyt bildet), das Maß der Belüftung, die Temperatur und das Maß der Bewegung von Elektrolyten, wirken zusammen und machen die Korrosionsbedingungen sehr komplex.

Darüber hinaus können örtliche Bedingungen wie unterschiedliche natürliche und industrielle Schmutzstoffe in verschiedenen Teilen der Welt starke Schwankungen hervorrufen. Zur Lösung besonderer Korrosionsprobleme wird die Absprache mit Fachleuten für Korrosion empfohlen.

Die Kontaktwirkung zwischen verschiedenen Metallen zusammen mit einem umgebenden oder teilweise umgebenden Elektrolyt führt zu einer verstärkten Korrosion von mehr anodischen Metallen und zu einer schwächeren Korrosion von mehr kathodischen Metallen.

Die Korrosion von mehr kathodischen Metallen wird nicht notwendigerweise vollständig verhindert werden. Das Elektrolyt für diese Reaktion kann Grundwasser oder Erdboden mit einiger Feuchte sein oder auch Kondensat in überirdischen baulichen Anlagen, wo es sich in Mauerspaltan angestaut wird.

Ausgedehnte Erdungssysteme können in unterschiedlichen Teilen unterschiedlichen Bodenbedingungen ausgesetzt sein. Das kann die Korrosionsprobleme verschärfen und erfordert besondere Beachtung.

Um die Korrosion in einem LPS zu reduzieren:

- ist der Einsatz von ungeeigneten Metallen in einer aggressiven Umgebung zu vermeiden;
- ist der Kontakt von unterschiedlichen Metallen mit stark unterschiedlicher elektrochemischer oder galvanischer Aktivität zu vermeiden;
- sind entsprechende Querschnitte der Leitungen, Potentialausgleichsbänder, Anschlussstellen und Klemmen zu verwenden, um trotz der Korrosion eine genügende Lebensdauer sicherzustellen;
- ist ein angemessener Füllstoff oder Isolierstoff an nicht verschweißten Leitungsverbindungen vorzusehen, damit Feuchtigkeit ferngehalten wird;
- sind für korrosiven Rauch oder korrosive Flüssigkeit anfällige Metalle durch Isolierschlauch, Anstrich oder Isolierung je nach den Verhältnissen am Einbauort zu schützen;
- sind galvanische Effekte von anderen Metallteilen, mit denen der Erder verbunden wird, zu beachten;

- sind Anordnungen, bei denen natürliche Korrosionsprodukte von einem kathodischen Metall (z. B. Kupfer) auf anodisches Metall (z. B. Stahl oder Aluminium) fallen können und sich dort als metallenes Kupfer ausscheiden, zu vermeiden.

In Übereinstimmung mit dem Vorstehenden sind die folgenden Maßnahmen als charakteristische Beispiele zu verstehen:

- die Mindestdicke oder der Mindestdurchmesser einer Litze sollte für Stahl, Aluminium, Kupfer, Kupferlegierung oder Nickel/Chrom/Stahl-Legierungen 1,5 mm betragen;
- wo ein Kontakt zwischen unterschiedlichen Metallen, die geringen Abstand zueinander haben (oder sich berühren), Korrosion verursachen kann, aber ein solcher Kontakt elektrisch nicht notwendig ist, wird ein isolierender Abstandhalter empfohlen;
- nicht anderweitig geschützte Stahlleiter sollten mit einer Dicke von 50 µm feuerverzinkt werden;
- Leiter aus Aluminium sollten nicht direkt in Erde verlegt werden oder einbetoniert oder direkt an und auf Beton angebracht werden, es sei denn, sie sind vollständig mit einer dauerhaften eng umschließenden Isolierhülse umhüllt;
- Kupfer/Aluminium-Verbindungen sollten möglichst vermieden werden. Wenn unvermeidbar, sollte die Verbindung durch Schweißen oder unter Verwendung einer Zwischenschicht aus Al-Cu-Blech hergestellt werden;
- Befestigungsmittel oder Hülsen für Aluminiumleiter sollten aus gleichem Metall und mit einem geeigneten Querschnitt ausgeführt werden, um einen Ausfall durch ungünstige Witterungsbedingungen zu vermeiden;
- Kupfer ist für die meisten Anwendungen als Erder geeignet außer bei sauren, sauerstoffangereicherten ammoniakalischen oder schwefelhaltigen Bedingungen. Es sollte jedoch daran erinnert werden, dass es eine galvanische Zerstörung von eisenhaltigen Werkstoffen, mit denen es verbunden ist, hervorruft. Das erfordert besondere Korrosionsmaßnahmen, vor allem, wenn ein kathodisches Schutzverfahren angewendet wird;
- bei Dachleitungen und Ableitungen im Bereich von aggressiven Rauchgasen muss die Korrosion besonders beachtet werden, z. B. durch Verwendung hochlegierter Stähle (> 16,5 % Cr, > 2 % Mo, 0,2 % Ti, 0,12 % bis 0,22 % N);
- nicht rostender Stahl oder andere Nickellegierungen dürfen für die gleichen Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit eingesetzt werden. Unter anaeroben Bedingungen wie Lehm korrodieren sie jedoch fast so schnell wie weicher Stahl;
- Verbindungsstellen zwischen Stahl und Kupfer oder Kupferlegierungen in Luft sollten, wenn sie nicht verschweißt sind, entweder vollständig verzinkt oder mit einer dauerhaften feuchtebeständigen Beschichtung geschützt werden;
- Kupfer und Kupferlegierungen sind anfällig gegen Spannungskorrosionsrisse in Ammoniakatmosphäre, daher sollte dieser Werkstoff in einer solchen Umgebung nicht für Befestigungen verwendet werden;
- in Meeres-/Küstengebieten sollten alle Leitungsverbindungen verschweißt oder wirksam und komplett abgedichtet werden.

Erdungsanlagen aus rostfreiem Stahl oder Kupfer können direkt an die Bewehrung im Beton angeschlossen werden.

Erder aus verzinktem Stahl im Erdboden sollten mit der Bewehrung im Beton mittels Trennfunknstrecken verbunden werden, die in der Lage sind, wesentliche Teile des Blitzstromes zu führen (Maße der Verbindungsleiter siehe Tabellen 8 und 9). Durch eine direkte Verbindung würde die Gefahr der Korrosion in der Erde wesentlich erhöht. Verwendete Trennfunknstrecken müssen 6.2 entsprechen.

ANMERKUNG Funkenstrecken mit einem Schutzpegel U_p von 2,5 kV und einem kleinsten I_{imp} von 50 kA (10/350), nach EN 50164-3, sind geeignet.

Verzinkter Stahl darf für Erder im Erdboden nur verwendet werden, wenn keine Stahlteile im Beton direkt mit dem Erder im Erdboden verbunden sind.

Wenn Metallrohre im Erdboden verlegt und mit dem Potentialausgleichssystem und der Erdungsanlage verbunden sind, sollten der Rohrwerkstoff, wenn er nicht isoliert ist und der Leiterwerkstoff des Erdungssystems

identisch sein. Rohre mit einer Schutzschicht aus Farbe oder Asphalt werden als nicht isoliert behandelt. Wenn der Einsatz des gleichen Werkstoffs nicht möglich ist, sollte das Rohrleitungssystem durch Isolierstücke von den Anlagenabschnitten getrennt werden, die mit dem Potentialausgleichssystem verbunden sind. Die Isolierstücke sollten mit Funkenstrecken überbrückt werden. Eine Überbrückung durch Funkenstrecken sollte auch erfolgen, wenn die Isolierstücke zum kathodischen Schutz der Rohrleitungen installiert wurden.

Leiter mit Bleimantel sollten nicht direkt im Beton verlegt werden. Sie sollten mittels Korrosionsschutzbinden oder Schrumpfschlauch gegen Korrosion geschützt werden. Leiter dürfen durch eine PVC-Beschichtung geschützt werden.

Erdungsleiter aus Stahl aus dem Beton oder dem Erdboden sollten an der Eintrittsstelle in Luft auf einer Länge von 0,3 m mittels Korrosionsschutzbinden oder Schrumpfschlauch gegen Korrosion geschützt werden. Bei Kupferleitern und Leitern aus nicht rostendem Stahl ist das nicht erforderlich.

Der Werkstoff für Verbindungsstellen zwischen Leitern im Erdboden sollte ein identisches Korrosionsverhalten wie die Erdungsleiter haben. Die Verbindung mit Schraubklemmen ist generell nicht zulässig, außer in Fällen, in denen diese Verbindungen nach der Herstellung mit einem wirksamen Korrosionsschutz versehen werden. Gute Erfahrungen wurden mit Quetschverbindungen gemacht.

Schweißverbindungen müssen gegen Korrosion geschützt werden.

Die praktische Erfahrung zeigt:

- Aluminium sollte nie für Erder verwendet werden;
- Stahlleiter mit Bleiummantelung sind als Erdung nicht geeignet;
- verbleite Kupferleiter sollten weder in Beton noch in Erdböden mit hohem Kalkgehalt verwendet werden.

E.5.6.2.2 Metalle in Beton

Die Einbettung von Stahl oder verzinktem Stahl in Beton verursacht aufgrund der einheitlichen alkalischen Umgebung eine Stabilisierung des natürlichen Potentials des Metalls. Darüber hinaus ist Beton gleichmäßig relativ hochohmig, und zwar in einer Größenordnung von 200 Ωm oder höher.

Folglich sind die Bewehrungsstäbe im Beton beträchtlich widerstandsfähiger gegen Korrosion, als wären sie freiliegend, auch wenn sie außen mit einem mehr kathodischen Erder verbunden sind.

Die Nutzung von Bewehrungsstahl als Ableitungen verursacht keine wesentlichen Korrosionsprobleme, sofern die Eintrittsstellen für Fangeinrichtungen gut gekapselt sind, z. B. durch Epoxidharzkitt angemessener Dicke.

Verzinkter Bandstahl darf als Fundamenterder in Beton verlegt und direkt mit den Bewehrungsstäben verbunden werden. Kupfer und nicht rostender Stahl im Beton sind ebenfalls zulässig und dürfen direkt mit dem Bewehrungsstahl verbunden werden.

Aufgrund des natürlichen Potentials von Stahl im Beton sollten zusätzliche Erder außerhalb des Betons aus Kupfer oder nicht rostendem Stahl hergestellt werden.

In Stahlfaserbeton ist die Verwendung von Erdungsleitungen aus Stahl nicht zulässig, weil während der Bauphase die Erdungsleitungen, beispielsweise durch die eingesetzten Maschinen, heruntergedrückt werden können und dadurch den Erdboden berühren. In diesem Fall ist der Stahl ernsthaft durch Korrosion gefährdet. Geeignete Werkstoffe für Erder in Stahlfaserbeton sind Kupfer und nicht rostender Stahl.

E.6 Inneres Blitzschutzsystem

E.6.1 Allgemeines

In Abschnitt 6 sind die Anforderungen an den Entwurf des inneren LPS angegeben.

Die Notwendigkeit eines inneren LPS wird in großem Umfang vom äußeren LPS und dessen Beziehung zu leitenden Teilen und Installationen innerhalb der baulichen Anlage bestimmt.

Eine Absprache mit allen Verantwortlichen und Parteien, die mit dem Potentialausgleich beschäftigt sind, ist wesentlich.

LPS-Planer und LPS-Errichter sollten beachten, dass die Maßnahmen aus E.6 sehr wichtig sind, um einen angemessenen Blitzschutz zu erreichen. Der Kunde sollte entsprechend informiert werden.

Der innere Blitzschutz ist für alle Blitzschutzklassen außer den Trennungsabständen gleich.

Die für den inneren Blitzschutz erforderlichen Maßnahmen übertreffen wegen der hohen Stromstärke und der Stromanstiegszeit bei einem Blitzeinschlag in vielen Fällen die Maßnahmen für den Potentialausgleich in Wechsellspannungsversorgungssystemen.

ANMERKUNG Wenn ein Schutz gegen LEMP einzurichten ist, muss IEC 62305-4 berücksichtigt werden.

E.6.1.1 Trennungsabstand

Zwischen dem äußeren LPS und allen leitenden Teilen, die mit dem Potentialausgleich der baulichen Anlage verbunden sind, sollte ein angemessener Trennungsabstand nach 6.3 eingehalten werden.

Der Trennungsabstand kann nach der in 6.3 angegebenen Gleichung ermittelt werden.

Die Bezugslänge l zur Berechnung des Trennungsabstandes s (siehe 6.3) sollte der Abstand zwischen der Anschlussstelle an den Potentialausgleich und der Näherungsstelle entlang der Ableitung sein. Die Dachleitungen und die Ableitungen sollten so gerade wie möglich verlaufen, damit der erforderliche Trennungsabstand gering gehalten wird.

Die Länge und der Weg des Leiters innerhalb der baulichen Anlage von der Potentialausgleichsschiene zur Näherungsstelle besitzt im Allgemeinen einen geringen Einfluss auf die Trennungsstrecke, wenn dieser Leiter aber neben einem den Blitzstrom führenden Leiter entlang führt, ist der erforderliche Trennungsabstand geringer. Die Bilder E.43 und E.44 zeigen, wie die kritische Länge l zur Berechnung des Trennungsabstandes s nach 6.3 am LPS gemessen wird.

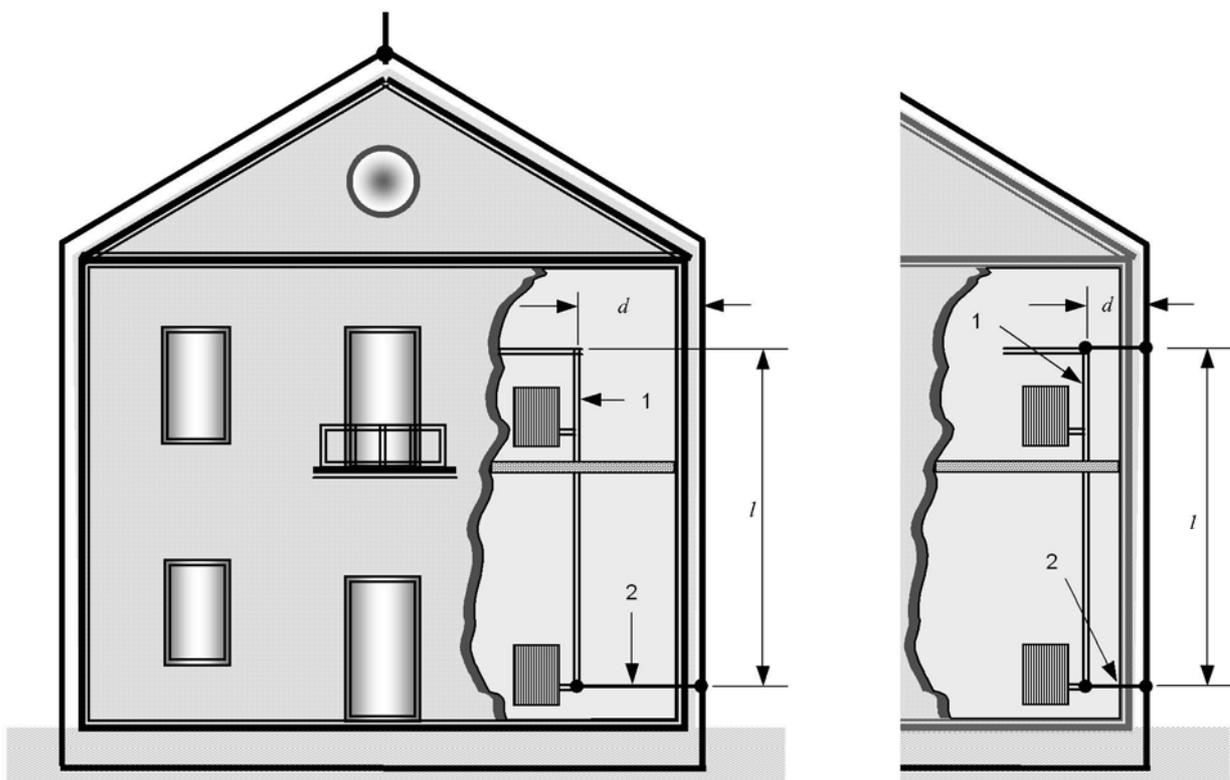


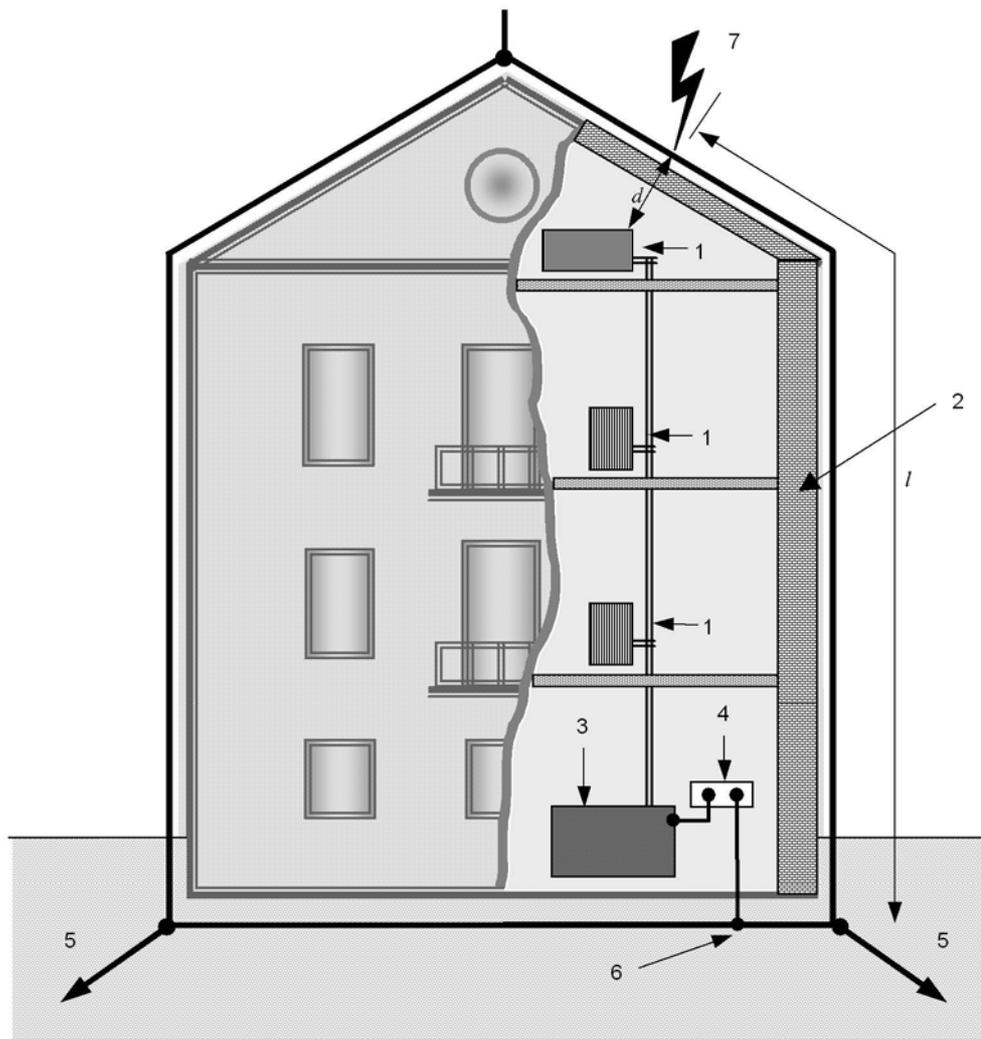
Bild E.43a – Berechneter Trennungsabstand $s < d$ Bild E.43b – Berechneter Trennungsabstand $s > d$

Legende

- 1 Metallrohr
- 2 Potentialausgleichsverbinding
- d Abstand zwischen einer Ableitung und einer metallenen Installation innerhalb des Gebäudes
- l Länge für die Berechnung des Trennungsabstands s
- s Trennungsabstand entsprechend 6.3

ANMERKUNG Wenn der Abstand zwischen einem Ableiter und den inneren Installationen nicht über den berechneten Trennungsabstand erhöht werden kann, muss der Anschluss an dem am weitesten entfernten Punkt hergestellt werden, siehe Bild E.43b.

Bild E.43 – Beispiele des Trennungsabstandes zwischen LPS und metallenen Installationen



Legende

- 1 metallener Heizkörper
- 2 Wand aus Ziegeln oder Holz
- 3 Heizkessel
- 4 Potentialausgleichsschiene
- 5 Erdungsanlage
- 6 Verbindung mit der Erdungsanlage oder der Ableitung
- 7 ungünstigster Blitzeinschlagspunkt
- d tatsächlicher Abstand
- l Länge für die Berechnung des Trennungsabstandes s

ANMERKUNG Die bauliche Anlage besteht aus isolierenden Ziegeln.

Bild E.44 – Hinweise zur Berechnung des Trennungsabstands s für den ungünstigsten Einschlagspunkt im Abstand l vom Potentialausgleichspunkt nach 6.3

In baulichen Anlagen, in denen Konstruktionselemente wie z. B. die Stahlbewehrung im Beton als natürliche Ableitungen benutzt werden, sollte der Bezugspunkt die Verbindungsstelle mit der natürlichen Ableitung sein.

Bauliche Anlagen, deren Außenflächen keine leitenden Elemente umfassen, wie bauliche Anlagen aus Holz oder Ziegelsteinen, sollten die gesamte Strecke l entlang des Blitzschutzleiters von der ungünstigsten Stelle des Blitzeinschlags bis zu der Stelle, an der das Potentialausgleichssystem der inneren Installation an die Ableitungseinrichtung und die Erdungsanlage angeschlossen ist, bei der Berechnung des Trennungsabstandes s nach 6.3 einbeziehen.

Wenn es nicht möglich ist, den Abstand größer als den Trennungsabstand s entlang der gesamten Länge der betrachteten Installation einzuhalten, sollte eine weitere Potentialausgleichsverbindung der Installation mit dem LPS an dem vom Bezugspunkt des Potentialausgleichs entferntesten Punkt hergestellt werden (siehe Bild E.43b). Dafür sollten die elektrischen Leitungen entweder nach den Anforderungen an den Trennungsabstand umgelegt werden (siehe 6.3) oder sie sollten in einem leitenden Schirm eingeschlossen werden, der an den vom Bezugspunkt des Potentialausgleichs entferntesten Punkt mit dem LPS verbunden wird.

Wenn die Verbindung der Installationen mit dem LPS am Bezugspunkt des Potentialausgleichs und am entferntesten Punkt hergestellt ist, gilt die Abstandsbedingung entlang der gesamten Strecke der Installation als erfüllt.

Die folgenden Punkte sind oft kritisch und benötigen besondere Beachtung:

- Bei größeren baulichen Anlagen ist der Trennungsabstand zwischen LPS-Leitern und metallenen Installationen oft so groß, dass er nicht realisiert werden kann. Dies verlangt zusätzliche Verbindungen des LPS mit diesen metallenen Installationen. Als Folge fließt ein Teil des Blitzstromes über diese metallenen Installationen zur Erdungsanlage der baulichen Anlage.
- Als Folge dieser Blitzteilströme treten elektromagnetische Störungen auf, die bei der Planung der Installationen der baulichen Anlage und beim Entwurf der elektromagnetischen Blitzschutz zonen nach IEC 62305-4 berücksichtigt werden sollten.

Die Störungen werden jedoch deutlich kleiner sein als die, die bei einem Funkenüberschlag an dieser Stelle auftreten.

Bei Dächern wird oftmals ein Abstand zwischen dem LPS und den elektrischen Installationen vorgefunden, der geringer ist als der nach 6.3 geforderte Trennungsabstand s . Wenn dies der Fall ist, sollte versucht werden, das LPS oder die elektrische Leitung an anderer Stelle zu verlegen.

Eine Vereinbarung sollte mit dem für die Elektroinstallation Verantwortlichen erreicht werden, um die elektrischen Leitungen, die den Trennungsabstand zu den Fangleitungen an der baulichen Anlage nicht einhalten, zu verlegen.

Wenn die elektrische Installation nicht anders verlegt werden kann, sollte eine Verbindung zum äußeren LPS nach 6.3 ausgeführt werden.

In einigen Gebäuden ist es nicht möglich, die Trennungsabstände so einzuhalten, wie sie gefordert sind. Der Innenausbau kann den Planer oder Errichter daran hindern, die Situation einzuschätzen und Verbindungen zu bestimmten Metallteilen und elektrischen Leitungen herzustellen. Dieser Umstand sollte dem Gebäudeeigentümer mitgeteilt werden.

E.6.2 Blitzschutz-Potentialausgleich

E.6.2.1 Planung

Bei einem getrennten äußeren LPS wird der Potentialausgleich nur auf Erdbodenhöhe ausgeführt.

Bei Industriebauten dürfen elektrisch durchverbundene Teile der baulichen Anlage und des Daches im Allgemeinen als natürliche Bestandteile des LPS verwendet werden und dürfen Mittel des Potentialausgleichs sein.

Es sollten nicht nur die leitenden Teile der baulichen Anlage und der darin befindlichen Einrichtungen mit dem Potentialausgleich verbunden werden, sondern auch die Leitungen des Energieversorgungssystems und der Kommunikationseinrichtungen. Bei Erdern innerhalb der baulichen Anlage sollte die Kontrolle der Schrittspannungen besonders beachtet werden. Angemessene Maßnahmen sind die örtliche Verbindung des Bewehrungsstahls des Betons mit den Erdern oder das Anlegen eines Potentialausgleichsnetzes im Keller oder im Untergeschoss.

Für Gebäude, die höher als 30 m sind, wird empfohlen, den Potentialausgleich in einer Höhe von 20 m und alle weiteren 20 m darüber zu wiederholen. Dennoch sollte unter allen Umständen der Trennungsabstand eingehalten werden.

Das bedeutet, dass auf diesen Höhen mindestens die äußeren Ableitungen, die inneren Ableitungen und die Metallteile verbunden werden müssen. Die Verbindung aktiver Leitungen erfolgt über SPDs.

E.6.2.1.1 Potentialausgleichsleiter

Potentialausgleichsleiter sollten in der Lage sein, dem durch sie fließenden Teil des Blitzteilstromes standzuhalten.

Leitungen, die metallene Installationen innen mit der baulichen Anlage verbinden, führen normalerweise keinen nennenswerten Teil des Blitzstromes. Ihre Mindestmaße sind in Tabelle 9 angegeben.

Leitungen, die äußere leitende Teile mit dem LPS verbinden, führen normalerweise einen beträchtlichen Teil des Blitzstromes.

E.6.2.1.2 Überspannungsschutzgeräte

SPDs sollten dem voraussichtlichen Teil des Blitzstromes, der durch sie fließen kann, ohne Beschädigung standhalten. Wenn SPDs an elektrische Versorgungsleitungen angeschlossen sind, sollten sie außerdem in der Lage sein, Netzfolgeströme der elektrischen Energieversorgung zu löschen.

Die Auswahl des SPD muss nach 6.2 erfolgen. Wenn ein Schutz des inneren Systems gegen LEMP gefordert wird, müssen die erforderlichen SPDs auch IEC 62305-4 entsprechen.

E.6.2.2 Potentialausgleich von inneren leitenden Teilen

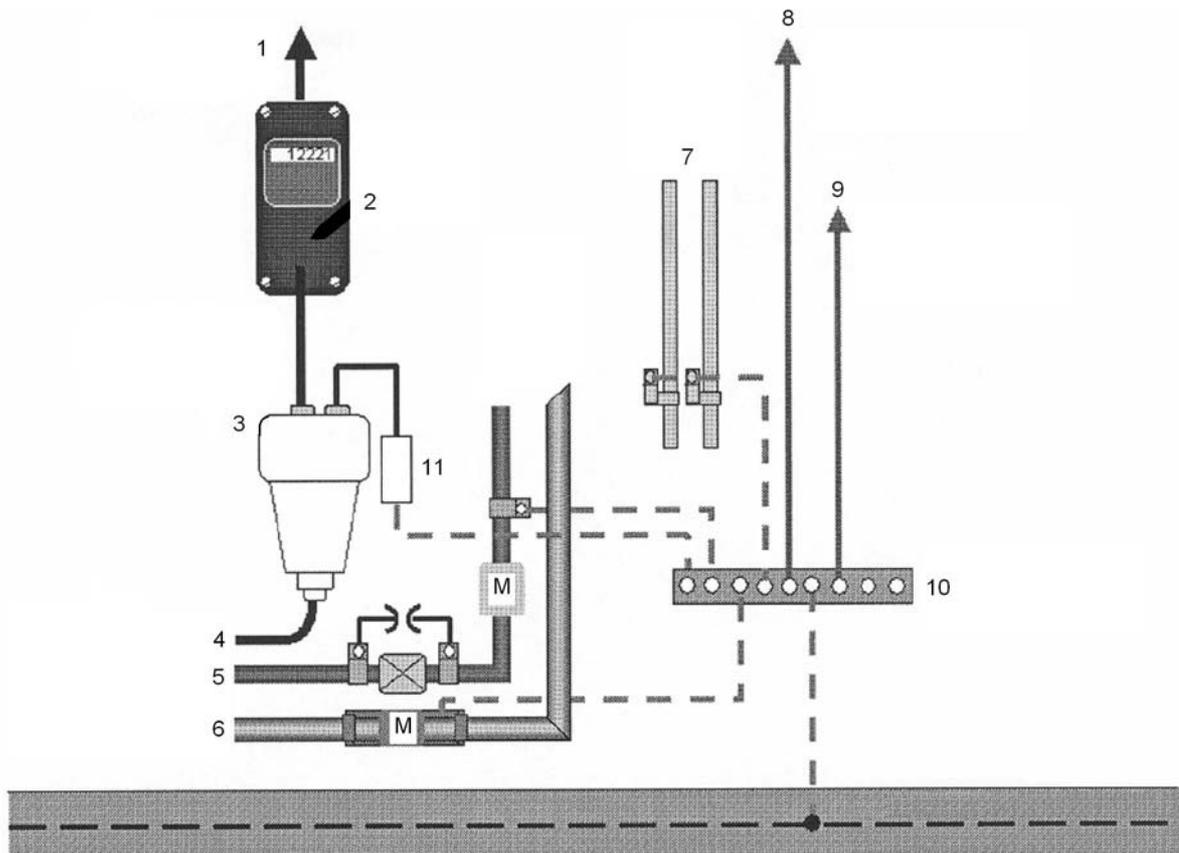
Der Potentialausgleich sollte so geplant und ausgeführt werden, dass die inneren leitenden Teile, die äußeren leitenden Teile und die Energie- und Kommunikationssysteme (z. B. Rechner- und Sicherheitsanlagen) mit kurzen Anschlussleitungen und wenn erforderlich durch Einfügen von SPDs angeschlossen werden können.

ANMERKUNG Der Potentialausgleich sollte (pr)EN 60364 entsprechen.

Metallene Installationen, d. h. Wasser-, Gas-, Heizungs- und Lüftungsleitungen, Aufzugsschächte, Krangerrüste usw., müssen untereinander und mit dem LPS auf Erdbodenhöhe verbunden werden.

Wenn sich Metallteile, die nicht zur baulichen Anlage gehören, nahe an Ableitungen des LPS befinden, kann eine gefährliche Funkenbildung eintreten. Wenn das zu einer Gefahr führt, müssen zur Verhinderung einer gefährlichen Funkenbildung Potentialausgleichsmaßnahmen nach 6.2 ergriffen werden.

In Bild E.45 ist die Anordnung einer Potentialausgleichsschiene dargestellt.



Legende

- 1 Energie zum Verbraucher
- 2 Energiezähler
- 3 Hausanschlusskasten
- 4 Energie vom Versorgungsbetrieb
- 5 Gas
- 6 Wasser
- 7 Zentralheizungssystem
- 8 elektronische Geräte
- 9 Schirm des Antennenkabels
- 10 Potentialausgleichsschiene
- 11 Überspannungsschutzgerät (SPD)
- M Zähler

Bild E.45 – Beispiele für die Anordnung eines Potentialausgleichs

Potentialausgleichsschienen sollten so angeordnet werden, dass sie mit kurzen Leitern mit der Erdungsanlage oder den horizontalen Ringleitern verbunden sind.

Die Potentialausgleichsschiene wird vorzugsweise an der Innenseite einer Außenwand in der Nähe des Erdbodens, dicht an dem Hauptverteilerkasten der Niederspannungsversorgung installiert und auf kurzem Weg mit der Erdungsanlage, bestehend aus dem Ringerder, dem Fundamenterder und dem natürlichen Erder, wie dem durchverbundenen Bewehrungsstahl, sofern vorhanden, verbunden.

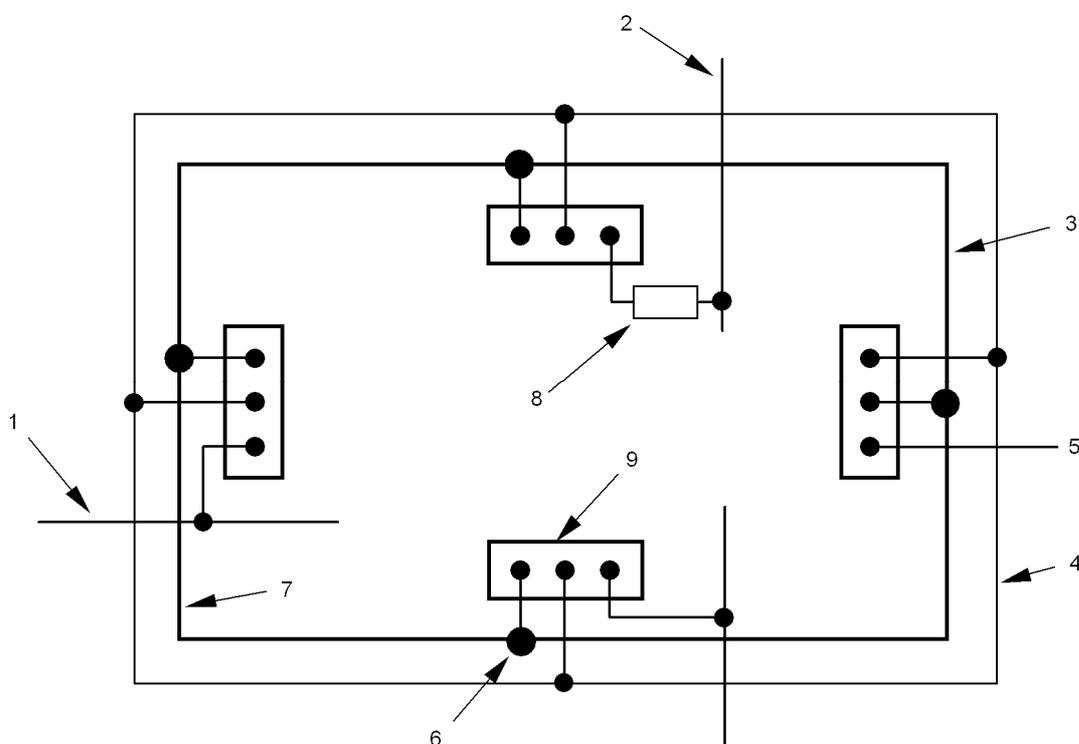
In ausgedehnten Gebäuden dürfen mehrere Potentialausgleichsschienen unter der Bedingung, dass sie miteinander verbunden sind, verwendet werden. Sehr lange Verbindungen können große Schleifen bilden, was zu hohen Induktionsströmen und -spannungen führt. Um diese Effekte zu verringern, ist eine vermaschte Verbindung dieser Leitungen, der baulichen Anlage und des Erdungssystems nach IEC 62305-4 in Betracht zu ziehen.

In baulichen Anlagen aus Stahlbeton nach 4.3 darf die Bewehrung zum Potentialausgleich benutzt werden. In diesem Fall sollte ein zusätzliches vermaschtes Netzwerk mit verschweißten oder verschraubten Verbindungsstellen, wie in E.4.3 beschrieben, in den Wänden verlegt werden, an das die Potentialausgleichsschienen über angeschweißte Leiter angeschlossen werden.

Die Mindestquerschnitte für einen Potentialausgleichsleiter oder eine Potentialausgleichsverbindung sind in den Tabellen 8 und 9 angegeben. Alle inneren leitenden Teile mit wesentlichen Ausmaßen, wie z. B. Aufzugsführungsschienen, Kräne, Metallfußböden, Rohre und elektrische Versorgungsleitungen, sollten mit der nächstgelegenen Potentialausgleichsschiene durch einen kurzen Potentialausgleichsleiter auf Erdbodenhöhe verbunden werden und in anderen Höhen, wenn der Trennungsabstand nach 6.3 nicht eingehalten werden kann. Potentialausgleichsschienen und andere Potentialausgleichsbauteile sollten den voraussichtlichen Blitzströmen standhalten.

In baulichen Anlagen mit bewehrten Wänden wird nur ein geringer Bruchteil des gesamten Blitzstromes durch die Potentialausgleichsleiter fließen.

Die Bilder E.46, E.47 und E.48 zeigen den Potentialausgleich in baulichen Anlagen mit mehreren Eintrittsstellen von äußeren Versorgungsleitungen.

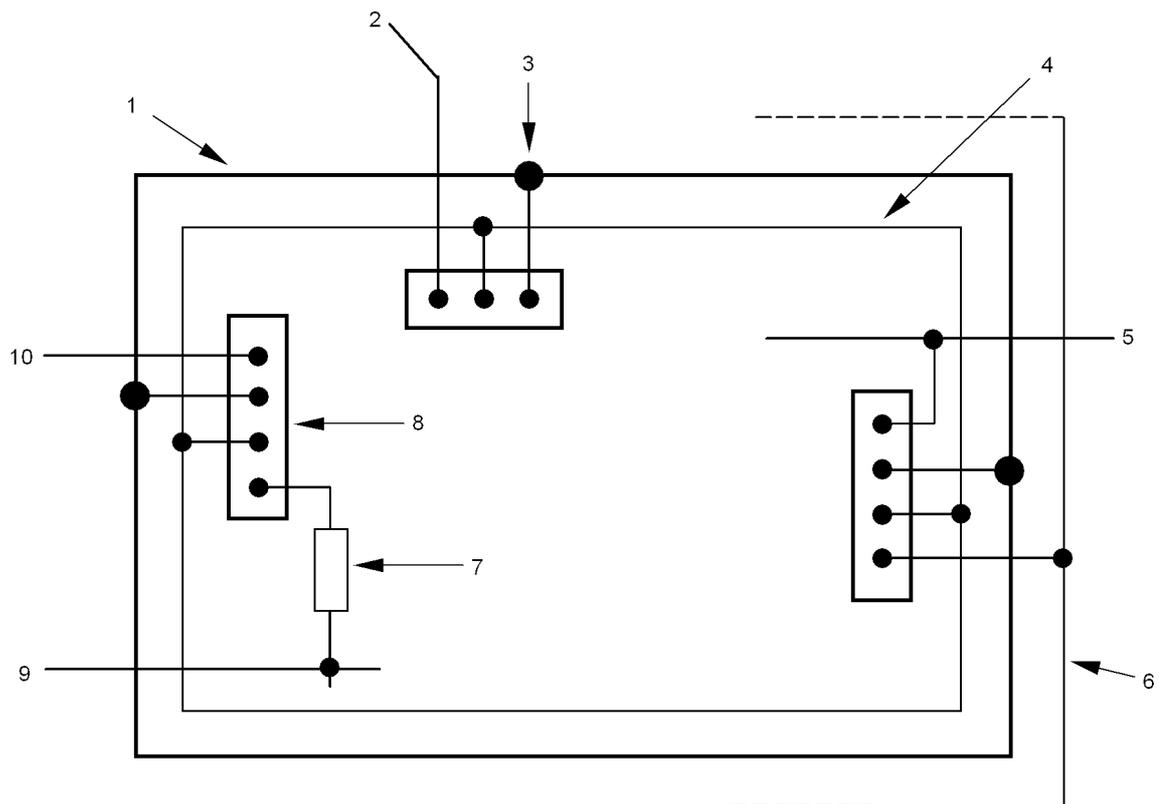


Legende

- 1 äußeres leitendes Teil, z. B. Metallwasserrohr
- 2 elektrische Energie- oder Kommunikationsleitung
- 3 Stahlbewehrung der Betonaußenwand und des Fundamentes
- 4 Ringleiter
- 5 Verbindung mit einem zusätzlichen Erder
- 6 spezielle Potentialausgleichsverbindung
- 7 Stahlbetonwand, siehe 3
- 8 Überspannungsschutzgerät (SPD)
- 9 Potentialausgleichsschiene

ANMERKUNG Die Stahlbewehrung im Fundament wird als natürlicher Erder benutzt.

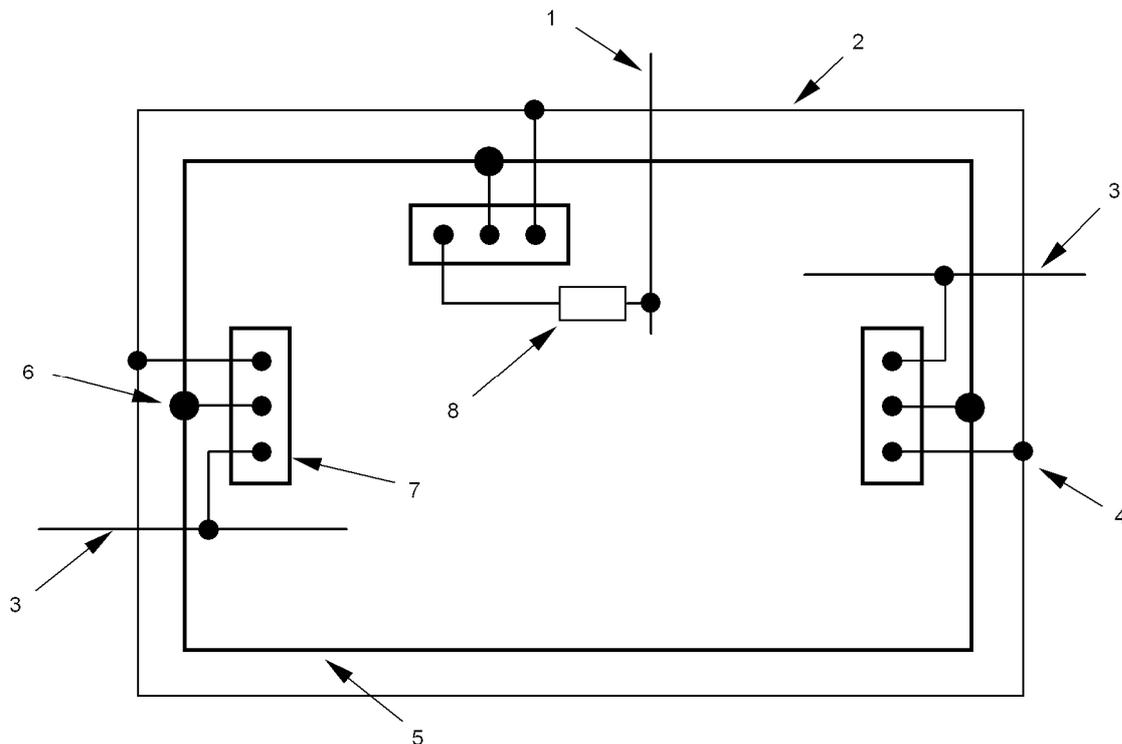
Bild E.46 – Beispiel für die Anordnung des Potentialausgleichs in einer baulichen Anlage mit mehreren Einführungsstellen von äußeren leitenden Teilen und mit einem Ringleiter als Verbindung der Potentialausgleichsschienen



Legende

- 1 Stahlbewehrung der Betonaußenwand und des Fundamentes
- 2 zusätzlicher Erder
- 3 Potentialausgleichsverbindung
- 4 innerer Ringerder
- 5 zu äußeren leitenden Teilen, z. B. Wasserrohr
- 6 Ringerder, Erdung Typ B
- 7 Überspannungsschutzgerät (SPD)
- 8 Potentialausgleichsschiene
- 9 elektrische Energie- oder Kommunikationsleitung
- 10 zum zusätzlichen Erder Typ A

Bild E.47 – Beispiel des Potentialausgleichs bei mehreren Einführungsstellen von äußeren leitenden Teile und einer elektrischen Versorgungs- und Kommunikationsleitung mit einem inneren Ringleiter als Verbindung der Potentialausgleichsschienen



Legende

- 1 elektrische Energie- oder Kommunikationsleitung
- 2 äußerer horizontaler Ringleiter (über dem Erdboden)
- 3 äußeres leitendes Teil
- 4 Ableitungsverbindung
- 5 Stahlbewehrung in der Wand
- 6 Potentialausgleichsverbindung zur Stahlkonstruktion
- 7 Potentialausgleichsschiene
- 8 Überspannungsschutzgerät (SPD)

Bild E.48 – Beispiel für die Anordnung des Potentialausgleichs in einer baulichen Anlage mit mehreren Einführungsstellen von äußeren leitenden Teilen, die über dem Erdboden in die bauliche Anlage eingeführt werden

E.6.2.3 Blitzschutz-Potentialausgleich für äußere leitende Teile

Keine weiteren Informationen verfügbar.

E.6.2.4 Blitzschutz-Potentialausgleich von elektrischen und elektronischen Systemen innerhalb der zu schützenden baulichen Anlage

Einzelheiten für den Blitzschutz-Potentialausgleich für innere Systeme sind in IEC 62305-4 enthalten.

E.6.2.5 Potentialausgleich von äußeren Versorgungsleitungen

Die äußeren leitenden Teile und die elektrischen Versorgungs- und Kommunikationsleitungen sollten in die bauliche Anlage vorzugsweise auf Erdbodenhöhe an einer gemeinsamen Stelle eingeführt werden.

Der Anschluss an den Potentialausgleich sollte möglichst nahe an der Einführungsstelle in das Gebäude erfolgen. Bei Niederspannungsversorgungen ist dies direkt hinter dem Hausanschlusskasten (dies unterliegt jedoch der Zustimmung des örtlichen Versorgungsunternehmens).

Die Potentialausgleichsschiene an dieser gemeinsamen Einführungsstelle sollte mit kurzen Potentialausgleichsleitern an die Erdungsanlage angeschlossen werden.

Sind die in die bauliche Anlage eingeführten Versorgungsleitungen geschirmt, dann müssen die Schirme an die Potentialausgleichsschiene angeschlossen werden. Die Überspannung, die die aktiven Leiter erreicht, hängt von der Größe des Blitzteilstromes, der über den Schirm fließt (d. h. entsprechend Anhang B), und vom Querschnitt des Schirmes ab. Anhang E der IEC 62305-1 bietet eine Methode zur Abschätzung dieses Stromes. Wenn die erwarteten Überspannungen die Festlegungen für die Leitung und die angeschlossenen Objekte übersteigen, sind SPDs erforderlich.

Sind die in die bauliche Anlage eingeführten Versorgungsleitungen nicht geschirmt, fließt der Blitzteilstrom über die aktiven Leiter. In diesem Fall sollten SPDs, die dem Blitzstrom standhalten, an der Einführungsstelle angeordnet werden. PE- oder PEN-Leiter dürfen direkt an die Potentialausgleichsschiene angeschlossen werden.

Wenn äußere leitende Teile und die elektrischen Versorgungs- und Kommunikationsleitungen an unterschiedlichen Stellen in die bauliche Anlage eingeführt werden müssen, und daher mehrere Potentialausgleichsschienen benötigt werden, sollten die Potentialausgleichsschienen möglichst nahe an der Erdungsanlage, d. h. am Ringerder, und, falls möglich, an die Bewehrung und den Fundamenterder der baulichen Anlage angeschlossen werden.

Wird bei dem LPS eine Erderanordnung Typ A verwendet, sollten die Potentialausgleichsschienen mit einzelnen Erdern und zusätzlich mittels eines inneren Ringleiters oder eines inneren Leiters, der einen Teilring bildet, miteinander verbunden werden.

Für die Einführung der von außen kommenden Versorgungsleitungen über der Erdoberfläche sollten die Potentialausgleichsschienen mit einem horizontalen Ringleiter innerhalb oder außerhalb der Außenwand verbunden werden, der mit den Ableitungen des LPS sowie mit der Stahlbewehrung der baulichen Anlage gegebenenfalls verbunden wird.

Der Ringleiter sollte mit der Stahlbewehrung und anderen metallenen Teilen der baulichen Anlage in regelmäßigen Abständen zwischen den Ableitungen nach Tabelle 4 verbunden werden.

Bei Gebäuden, die hauptsächlich für Rechenzentren vorgesehen sind, Gebäuden mit Kommunikationsanlagen und anderen baulichen Anlagen mit der Forderung nach geringen Pegeln der LEMP-Induktionseffekte sollte der Ringleiter im Normalfall alle 5 m mit der Bewehrung verbunden werden.

Für den Anschluss der von außen eingeführten Versorgungsleitungen in bauliche Anlagen aus Stahlbeton, die umfangreiche kommunikationstechnische Anlagen oder Rechneranlagen enthalten, und für bauliche Anlagen, für die sehr hohe EMV-Anforderungen bestehen, sollten eine Durchführungsebene mit mehreren Verbindungen mit der Stahlbewehrung der baulichen Anlage oder anderen Metallteilen verwendet werden.

E.6.3 Elektrische Isolierung von äußeren Blitzschutzsystemen

Zwischen dem äußeren LPS und allen leitenden Teilen, die mit dem Potentialausgleich der baulichen Anlage verbunden sind, ist eine angemessene Trennung nach 6.3 einzuhalten.

Für Einzelheiten siehe E.6.1.1. Für niedrige bauliche Anlagen sind einige Beispiele und Berechnungen von k_c nach 6.3 im Bild E.2 gegeben.

E.6.4 Schutz gegen Wirkungen von Induktionsströmen in inneren Systemen

Ströme in Leitern des äußeren LPS können durch magnetische Kopplung starke Überspannungen in den Leiterschleifen der inneren Installationen induzieren. Überspannungen können Ausfälle der inneren Systeme verursachen.

Da sich praktisch in allen Gebäuden elektronische Einrichtungen befinden, sollte beim Entwurf des LPS die Wirkung des elektromagnetischen Feldes der äußeren und inneren Ableitungen berücksichtigt werden.

Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen sind in IEC 62305-4 aufgeführt.

E.7 Wartung und Prüfung von Blitzschutzsystemen

E.7.1 Umfang von Prüfungen

Die Prüfung des LPS ist von einer Blitzschutz-Fachkraft nach den Anforderungen von E.7 durchzuführen.

Dem Prüfer sollte ein Entwurfsbericht des LPS zur Verfügung stehen, der die notwendige Dokumentation des LPS wie Entwurfskriterien, Entwurfsbeschreibung und technische Zeichnungen enthält. Dem LPS-Prüfer sollten auch Berichte vorangegangener Wartungen und Prüfungen des LPS zur Verfügung gestellt werden.

Sämtliche LPS sollten bei folgenden Gelegenheiten geprüft werden:

- während der Errichtung des LPS, vor allem beim Einbau von Bauteilen, die so verdeckt in der baulichen Anlage sind, dass sie später unzugänglich werden;
- nach Beendigung der Errichtung des LPS;
- in regelmäßigen Zeitabständen nach Tabelle E.2.

Tabelle E.2 – Größter Abstand zwischen Prüfungen des LPS

Schutzklasse	Sichtprüfung (Jahr)	Umfassende Prüfung (Jahr)	Umfassende Prüfung kritischer Systeme (Jahr)
I und II	1	2	1
III und IV	2	4	1

ANMERKUNG Blitzschutzanlagen für explosionsgefährdete bauliche Anlagen sollten alle 6 Monate einer Sichtprüfung unterzogen werden. Der elektrische Test der Installationen sollte einmal im Jahr ausgeführt werden.

Eine akzeptable Abweichung von diesem jährlichen Prüfplan wäre es, die Tests alle 14 bis 15 Monate dort durchzuführen, wo es sinnvoll erscheint, die Leitfähigkeit des Bodens zu unterschiedlichen Zeiten des Jahres zu messen, um so einen Hinweis auf jahreszeitbedingte Veränderungen zu bekommen.

Die in Tabelle E.2 angegebenen Abstände zwischen den Prüfungen des LPS gelten, wenn keine Gesetze vorliegen.

ANMERKUNG Wenn nationale Behörden oder Institutionen regelmäßige Tests des elektrischen Systems eines Gebäudes fordern, ist es empfehlenswert, gleichzeitig das Blitzschutzsystem unter Berücksichtigung der Funktionsfähigkeit der inneren Blitzschutzmaßnahmen, einschließlich des Blitzschutzpotentialausgleichs mit den elektrischen Systemen, zu testen. Ältere Installationen sollten einer Blitzschutzklasse zugeordnet werden, oder die Testintervalle sollten von örtlichen oder anderen Prüfvorschriften wie Aufbauanleitungen, technischen Vorschriften, Richtlinien oder industriellen Sicherheits- und Schutzbestimmungen des Arbeitsrechts genommen werden.

Das LPS sollte mindesten einer Sichtprüfung im Jahr unterzogen werden. In manchen Bereichen, wo starke Wetteränderungen auftreten und extreme Witterungsbedingungen herrschen, wird empfohlen, das System häufiger einer Sichtprüfung zu unterziehen, als in Tabelle E.2 angegeben. Wenn das LPS Teil eines vom Kunden geplanten Wartungsprogramms ist oder wenn es eine Forderung der Gebäudeversicherers ist, sollte das LPS einmal im Jahr umfassend geprüft werden.

Der Zeitabstand zwischen den LPS-Prüfungen sollte nach folgenden Faktoren bestimmt werden:

- der Klassifizierung der zu schützenden baulichen Anlage, speziell hinsichtlich der Schadensfolgewirkungen;
- der Schutzklasse des LPS;
- den örtlichen Umgebungsbedingungen, z. B. sollten bei einer Umgebung mit erhöhter Korrosionsgefahr Prüfungen in kürzeren Zeitabständen erfolgen;
- dem Werkstoff der einzelnen LPS-Bauteile;
- der Art der Oberfläche, an der die LPS-Bauteile befestigt sind;
- dem Zustand des Erdbodens und der damit zusammenhängenden Korrosionsgeschwindigkeit.

Zusätzlich zu den vorangegangenen Faktoren sollte ein LPS immer dann geprüft werden, wenn wesentliche Änderungen oder Reparaturen an einer zu schützenden baulichen Anlage durchgeführt wurden und nach jedem bekannten Blitzeinschlag in das LPS.

Eine umfassende Überprüfung sollte alle zwei bis vier Jahre durchgeführt werden. Systeme in kritischen Umweltbedingungen, z. B. Teile des LPS, die starken mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, wie flexible Potentialausgleichsbänder in Gebieten mit viel Wind, SPDs an Rohrleitungen, äußere Potentialausgleichsverbindungen von Kabeln usw., sollten jährlich umfassend geprüft werden.

In den meisten Gebieten und vor allem in Gegenden mit extremen jahreszeitlichen Schwankungen der Temperatur und der Niederschlagsmenge sollte durch Messung des Tiefenprofils des spezifischen Widerstandes in den unterschiedlichen Witterungsperioden die Schwankung des Erdungswiderstandes beachtet werden.

Eine Verbesserung des Erdungssystems sollte in Betracht gezogen werden, wenn die Profile des spezifischen Widerstandes größere Schwankungen des Widerstandes aufweisen, als beim Entwurf angenommen, und besonders, wenn der spezifische Widerstand zwischen den Prüfungen ständig ansteigt.

E.7.2 Reihenfolge der Prüfungen

E.7.2.1 Prüfverfahren

Der Zweck der Prüfung ist es sicherzustellen, dass das LPS in jeder Hinsicht der vorliegenden Norm entspricht.

Die Prüfung umfasst die Überprüfung der technischen Dokumentation, Sichtprüfungen, Messungen und Protokollierung in einem Prüfbericht.

E.7.2.2 Prüfung der technischen Dokumentation

Die technische Dokumentation sollte auf Vollständigkeit, Einhaltung dieser Norm und Übereinstimmung mit der vorhandenen Anlage geprüft werden.

E.7.2.3 Sichtprüfungen

Sichtprüfungen sollten durchgeführt werden, um festzustellen, dass:

- die Planung dieser Norm entspricht;
- das LPS in gutem Zustand ist;
- keine losen Verbindungen und unvorhergesehenen Unterbrechungen von LPS-Leitern und Verbindungsstellen vorliegen;
- keine Teile des Systems durch Korrosion geschwächt wurden, besonders auf Erdbodenhöhe;
- alle sichtbaren Erdverbindungen unversehrt (funktionsfähig) sind;
- alle sichtbaren Leiter und Systemkomponenten an den Montageflächen befestigt sind und die Komponenten, die mechanischen Schutz bieten, unversehrt (funktionsfähig) sind und sich an der richtigen Stelle befinden;
- zur zu schützenden baulichen Anlage nichts hinzugefügt wurde oder keine Änderungen vorgenommen wurden, die einen zusätzlichen Schutz erfordern;
- keine Anzeichen einer Beschädigung des LPS oder der SPDs vorliegen oder keine ausgelösten Sicherungen, die die SPDs schützen;
- ein ordnungsgemäßer Potentialausgleich für neue Versorgungsleitungen oder Erweiterungen, die im Inneren der baulichen Anlage seit der letzten Prüfung vorgenommen wurden, errichtet wurde und dass Durchgangsprüfungen für diese Erweiterungen durchgeführt wurden;
- Potentialausgleichsleiter und -verbindungen innerhalb der baulichen Anlage vorhanden und unversehrt sind;
- die Trennungsabstände eingehalten werden;
- Potentialausgleichsleiter und -verbindungsstellen, Schirme, Kabeltrassen und SPDs geprüft und getestet wurden.

E.7.2.4 Prüfung

Die Überprüfung des LPS umfasst Sichtprüfungen und sollte vervollständigt werden durch:

- Durchführung von Durchgangsprüfungen, besonders der Durchgang derjenigen Teile des LPS, die bei der ersten Errichtung für eine Prüfung nicht zugänglich waren und auch nachfolgend keiner Sichtprüfung unterzogen werden können;
- Durchführung von Prüfungen des Erdungswiderstandes der Erdungsanlage. Es sollten die nachfolgenden einzelnen und kombinierten Erdmessungen und -kontrollen durchgeführt werden und die Ergebnisse in einem LPS-Prüfbericht aufgezeichnet werden.

ANMERKUNG Es sind in der Errichtungsphase sowie zur Wartung des Erdungssystems häufige Wiederholungsmessungen möglich, damit die Übereinstimmung zwischen dem geplanten Erdungssystem und den Anforderungen nachgewiesen werden kann.

- a) Der Widerstand gegen Erde jedes örtlichen Erders und, wo es sinnvoll ist, den Erdungswiderstand der gesamten Erdungsanlage.

Jeder örtliche Erder sollte einzeln an der Prüfstelle zwischen der Ableitung und dem getrennten Erder gemessen werden (Einzelmessung).

Wenn der Gesamtausbreitungswiderstand des Erdungssystems 10Ω überschreitet, sollte überprüft werden, ob der Erder Bild 2 entspricht.

Wenn der Erdungswiderstand stark ansteigt, sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um die Ursache für den Anstieg zu ermitteln, damit Maßnahmen zur Verbesserung der Situation unternommen werden können.

Für Erder im Felsboden sollten die Anforderungen von E.5.4.3.5 befolgt werden. In diesem Fall gilt die Anforderung für einen Widerstand von 10Ω nicht.

- b) Die Ergebnisse einer Sichtprüfung aller Verbindungen und Anschlüsse der Leiter oder ihr gemessener elektrischer Durchgang.

Wenn die Erdungsanlage diese Anforderungen nicht erfüllt oder die Überprüfung der Anforderungen aufgrund eines Informationsdefizites nicht möglich ist, sollte die Erdungsanlage durch Errichtung zusätzlicher Erder oder einer neuen Erdungsanlage verbessert werden.

E.7.2.5 Prüfbericht

Zur Erleichterung der Prüfung des LPS sollten Prüfrichtlinien erarbeitet werden. Diese sollten ausreichende Informationen zur Führung des Prüfers durch den Prüfprozess enthalten, so dass er alle wichtigen Bereiche, wie das Verfahren der LPS-Errichtung, den Typ und den Zustand der LPS-Bauteile, die Prüfverfahren und die ordnungsgemäße Aufzeichnung der erhaltenen Prüfdaten dokumentieren kann.

Der Prüfer sollte einen LPS-Prüfbericht zusammenstellen, der zusammen mit dem LPS-Entwurfsbericht und früheren LPS-Wartungs- und Prüfberichten aufbewahrt werden sollte.

Der LPS-Prüfbericht sollte Informationen zu folgenden Punkten enthalten:

- allgemeiner Zustand der Fangleitungen und anderer Bauteile der Fangeinrichtung;
- allgemeiner Korrosionsgrad und Zustand des Korrosionsschutzes;
- Sicherheit der Befestigungen der LPS-Leitungen und -Bauteile;
- Messungen des Erdungswiderstandes der Erdungsanlage;
- jede Abweichung von den Anforderungen dieser Norm;
- Dokumentation aller Änderungen und Erweiterungen des LPS und aller Änderungen der baulichen Anlage. Darüber hinaus sollten die LPS-Konstruktionszeichnungen und die LPS-Entwurfsbeschreibung überprüft werden;
- die Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen.

E.7.3 Wartung

Das LPS sollte regelmäßig gewartet werden, um sicherzustellen, dass keine Verschlechterung eintritt und es die Anforderungen, für die es ausgelegt wurde, weiterhin erfüllt. Beim Entwurf des LPS sollte der erforderliche Wartungs- und Prüfzyklus nach Tabelle E.2 festgelegt werden.

Das LPS-Wartungsprogramm sollte eine regelmäßige Anpassung des LPS an die aktuelle Ausgabe dieser Norm sicherstellen.

E.7.3.1 Allgemeine Anmerkungen

LPS-Bauteile können durch Korrosion, witterungsbedingte oder mechanische Beschädigung und Beschädigungen aufgrund von Blitzeinschlägen langfristig ihre Wirksamkeit verlieren.

Die Prüf- und Wartungsprogramme sollten von einer Behörde, vom LPS-Planer oder vom LPS-Errichter zusammen mit dem Eigentümer der baulichen Anlage oder seinem autorisierten Vertreter festgelegt werden.

Für die Ausführung von Wartungsarbeiten und Durchführung von Prüfungen eines LPS sollten beide Programme, Prüfung und Wartung, aufeinander abgestimmt werden.

Die Wartung eines LPS ist selbst dann wichtig, wenn vom LPS-Planer spezielle Vorsichtsmaßnahmen für den Korrosionsschutz vorgesehen wurden und die LPS-Bauteile zusätzlich zu den Anforderungen dieser Norm nach ihrer besonderen Anfälligkeit gegen Blitzschäden und Beeinflussung durch Witterung dimensioniert sind.

Die mechanischen und die elektrischen Kenngrößen des LPS sollten über die gesamte Lebensdauer des LPS vollständig erhalten bleiben, um Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm zu wahren.

Werden Änderungen am Gebäude oder an den Einrichtungen vorgenommen oder ändert sich die Gebäudenutzung, kann es notwendig werden, das LPS anzupassen.

Wenn eine Prüfung zeigt, dass Reparaturen erforderlich sind, sollten diese sofort ausgeführt und nicht bis zum nächsten Wartungszyklus verschoben werden.

E.7.3.2 Durchführung der Wartung

Für alle LPS sollten regelmäßige Wartungsprogramme festgelegt werden.

Die Häufigkeit der Wartung ist von folgenden Aspekten abhängig:

- von der witterungs- und umgebungsbezogenen Verschlechterung;
- von der Einwirkung eines tatsächlicher Blitzschadens;
- von der für die bauliche Anlage zugewiesenen Schutzklasse.

Die Wartungsmaßnahmen für das LPS sollten für jedes einzelne LPS festgelegt und Teil des Gesamtwartungsprogramms für die bauliche Anlage werden.

Ein Wartungsprogramm sollte ein Verzeichnis von Routinepunkten enthalten, das als eine Prüfliste dienen sollte, so dass regelmäßig eine festgelegte Durchführung der Wartung vorgenommen wird und der Vergleich von aktuellen Prüfungsergebnissen mit früheren Ergebnissen möglich ist.

Ein Wartungsprogramm sollte folgende Vorschriften enthalten:

- Prüfung sämtlicher LPS-Leitungen und LPS-Systemkomponenten;
- Prüfung des elektrischen Durchgangs der LPS-Installation;
- Messung des Widerstandes der Erdungsanlage gegen Erde;
- Prüfung der SPDs;
- Wiederbefestigung von Bauteilen und Leitern;

- Nachweis, dass sich die Wirksamkeit des LPS nach Erweiterungen oder Änderungen an der baulichen Anlage oder ihren Installationen nicht verändert hat.

E.7.3.3 Wartungsbericht

Über alle Wartungsabläufe sollten vollständige Aufzeichnungen geführt werden, die durchgeführte oder erforderliche Änderungsmaßnahmen enthalten sollten.

Aufzeichnungen über die Wartungsabläufe sollten ein Hilfsmittel für die Bewertung der Bauteile und der Installationen des LPS darstellen.

Die Wartungsaufzeichnungen des LPS sollten als Grundlage für eine Überprüfung der Wartungsabläufe sowie für die Aktualisierung der Wartungsprogramme dienen. Die Wartungsaufzeichnungen des LPS sollten zusammen mit dem Entwurf und den Prüfberichten des LPS aufbewahrt werden.

Literaturhinweise

IEC 60050(426):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres*

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

IEC 61643-1:2005, *Low-voltage surge protective devices – Part 1: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Requirements and tests*

EN 50164 (Reihe), *Blitzschutzbauteile*

EN 50164-1:1999, *Blitzschutzbauteile – Teil 1: Anforderungen für Verbindungsbauteile*

EN 62305-3:2006

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes 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).

ANMERKUNG Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60079-10	2002	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres Part 10: Classification of hazardous areas	EN 60079-10	2003
IEC 60079-14	2002	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)	EN 60079-14	2003
IEC 61241-10	2004	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust Part 10: Classification of areas where combustible dusts are or may be present	EN 61241-10	2004
IEC 61241-14	2004	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust Part 14: Selection and installation	EN 61241-14	2004
IEC 61643-12 (mod)	2002	Low-voltage surge protective devices Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Selection and application principles	CLC/TS 61643-12	2006
IEC 62305-1	- ¹⁾	Protection against lightning Part 1: General principles	EN 62305-1	2006 ²⁾
IEC 62305-2	- ¹⁾	Protection against lightning Part 2: Risk management	EN 62305-2	2006 ²⁾
IEC 62305-4	- ¹⁾	Protection against lightning Part 4: Electrical and electronic systems within structures	EN 62305-4	2006 ²⁾
IEC 62305-5	- ³⁾	Protection against lightning Part 5: Services	-	-
ISO 3864-1	- ¹⁾	Graphical symbols - Safety colours and safety signs Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas	-	-

¹⁾ Undatierte Verweisung.

²⁾ Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gültige Ausgabe.

³⁾ Zu Veröffentlichen.



Österreichischer Verband für Elektrotechnik



Wichtige Informationen für Normen-Anwender

ÖVE/ÖNORMEN sind Regeln, die im Dialog und Konsens aller Betroffenen und Interessierten entwickelt werden. Sie legen im elektrotechnischen Bereich Anforderungen an Produkte, Anlagen, Dienstleistungen, Systeme und Qualifikationen fest und definieren, wie die Einhaltung dieser Anforderungen überprüft wird.

Von ihrem Wesen her sind Normen Empfehlungen. Ihre Anwendung ist somit freiwillig (ausgenommen gesetzlich verbindliche Normen), aber naheliegend, da Normen den aktuellen Stand der Technik dokumentieren, das was in einem bestimmten Fachgebiet „Standard“ ist. Dafür bürgen das hohe Fachwissen und die Erfahrung der Experten und Expertinnen in den zuständigen Komitees auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene - sowie die Kompetenz des Österreichischen Verbandes für Elektrotechnik und seiner Referenten.

Aktualität des Normenwerks. Analog zur technischen und wirtschaftlichen Weiterentwicklung unterliegen Normen einem kontinuierlichen Wandel. Sie werden vom zuständigen OVE/ON-Komitee laufend auf Aktualität überprüft und bei Bedarf überarbeitet und dem aktuellen Stand der Technik angepasst. Für den Anwender von Normen ist es daher wichtig, immer Zugriff auf die neuesten Ausgaben der Normen seines Fachgebiets zu haben, um sicherzustellen, dass seine Produkte und Produktionsverfahren bzw. Dienstleistungen den Markterfordernissen entsprechen.

Wissen um Veränderungen. Das Österreichische Normungsinstitut bietet gemeinsam mit dem Österreichischen Verband für Elektrotechnik Normanwendern zahlreiche und auf ihre Bedürfnisse zugeschnittene Angebote, die dafür sorgen, dass Normanwender zuverlässig über die neusten Versionen von Normen verfügen und über Änderungen – Neuauflagen und/oder Zurückziehungen – informiert werden. Das reicht von klassischen Fachgebiets-Abonnements bis hin zu innovativen kundenspezifischen Online-Lösungen. Informationen über Angebote und Dienstleistungen des ON und des OVE bei

ON Sales & Service

ON Österreichisches Normungsinstitut
Austrian Standards Institute
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: sales@on-norm.at
Internet: www.on-norm.at/shop
Fax: +43 1 213 00-818
Tel.: +43 1 213 00-805

OVE Normung

OVE Österreichischer Verband
für Elektrotechnik
Eschenbachgasse 9, 1010 Wien
E-Mail: ove@ove.at
Internet: www.ove.at
Fax: +43 1 586 74 08
Tel.: +43 1 587 63 73

Österreichisches
Normungsinstitut

Austrian Standards
Institute

Member of CEN and ISO

www.on-norm.at

ISO 9001:2000

zertifiziert | certified by SQS