

Prüfung von Blitzschutzsystemen für explosionsgefährdete Bereiche

Jürgen Wettingfeld, Krefeld

Blitzschutzsysteme, die der Normenreihe DIN EN 62305 entsprechen, sind Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes, schützen mit hoher Wahrscheinlichkeit eine bauliche Anlage gegen direkte Blitzeinwirkung und reduzieren die Wahrscheinlichkeit gefährlicher Funken durch Blitzeinwirkung. Voraussetzung für die einwandfreie Funktion ist ein auf die jeweilige bauliche Anlage angepasstes Blitzschutzsystem.

Die dauerhafte Funktion eines Blitzschutzsystems ist nur gegeben, wenn dies durch regelmäßige Prüfungen sichergestellt wird. Dies gilt in besonderem Maße für bauliche Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen, für die der Gesetzgeber Blitzschutzmaßnahmen als

- vorbeugender Brandschutz (Landesbauordnung),
- Arbeitsschutzmaßnahme (Betriebssicherheitsverordnung, Gefahrstoffverordnung) oder
- aus Umweltschutzgründen (Gefahrstoffverordnung) fordert.

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben zuerst grundsätzlich gültige Informationen zum Thema Prüfung von Blitzschutzsystemen und geben dann weitere Informationen für Prüfungen von Blitzschutzsystemen in explosionsgefährdeten Bereichen

Aufgabe der Prüfung eines Blitzschutzsystems

Aufgabe der Prüfung eines Blitzschutzsystems ist es, dass es folgende Anforderungen erfüllt:

- Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln für Betriebliche Sicherheit werden eingehalten;
- die Auslegung der Schutzmaßnahmen entspricht der Normenreihe DIN EN 62305,
- mitgeltende Normen, z.B. DIN 18014, DIN VDE 0100, DIN VDE 0101, DIN VDE 0165, DIN VDE 0800, werden nach Erfordernis berücksichtigt;
- alle Teile des Blitzschutzsystems befinden sich in einem guten Zustand, so dass sie ihre Funktion erfüllen können;
- Korrosion ist nicht vorhanden;

- alle baulichen Änderungen oder neue Versorgungseinrichtungen werden berücksichtigt.

Umfang einer Prüfung

Nach DIN EN 62305-3 Beiblatt 3 (6), Abschnitt 2 gehören zur Prüfung

- die Überprüfung der technischen Dokumentation,
- Sichtprüfungen,
- Messungen und
- die umfassende Protokollierung in einem Prüfbericht.

Dem Prüfer sind vor Beginn der Prüfung Unterlagen zur Verfügung zu stellen, die alle erforderlichen Angaben zur Auslegung des Blitzschutzsystems enthalten. Hierzu gehören Angabe der Entwurfskriterien und -beschreibung, Berechnungen, Prüfberichte und technische Zeichnungen. Handelt es sich um eine bauliche Anlage mit explosionsgefährdeten Bereichen, dann werden darüber hinaus auch noch Gefährdungsbeurteilung, Explosionsschutzdokument und Ex-Zonenpläne benötigt. Hieraus ergibt sich die Schlussfolgerung, dass der Betreiber der baulichen Anlage schon bei der Abnahmedokumentation darauf achten muss, dass diese Unterlagen vollständig und aussagefähig zur Verfügung gestellt werden. Hierzu gehören z.B. Bedienungsanleitungen für Überspannungsschutzgeräte (Bild 1), spezielle „Hochspannungsfeste Isolierte Leitungen (HIL)“ (Bild 2) oder geprüfte Anschlussbauteile für den Ex-Bereich.

Handelt es sich um eine Wiederholungsprüfung, dann benötigt der Prüfer zusätzlich Berichte vorangegangener Wartungen und Prüfungen des Blitzschutzsystems.

Prüfablauf, Messverfahren und Messgeräte

Für die eigentliche Prüfung eines Blitzschutzsystems ist die DIN EN 62305-3 Beiblatt 3 von Bedeutung. Diese Norm enthält normative Informationen und zusätzliche Hinweise zum Prüfablauf, den Messverfahren und den zu verwendeten Messgeräten.

In der DIN EN 62305-3 Beiblatt 3 wird im Abschnitt 5.4 ein systematischer Prüfablauf empfohlen, der folgende Verfahrensschritte in einem detaillierten Ablaufplan beschreibt:

- I. Prüfung der technischen Dokumentation
- II. Besichtigung der baulichen Anlagen und des Blitzschutzsystems
- III. Messungen vornehmen
- IV. Blitzschutz gemäß Besichtigung und Messergebnisse bewerten

Insbesondere wenn eine Blitzschutzanlage das erste Mal geprüft wird, ist es sinnvoll die aufgeführte Reihenfolge zu beachten.

Bevor mit den Messungen begonnen wird, muss geklärt werden

- was soll gemessen werden,
- welches Messverfahren soll zur Anwendung kommen und
- mit welchem Messgerät soll die Messung durchgeführt werden.

Im Prinzip kennt die DIN EN 62305-3 im Beiblatt 3, Abschnitt 5.3 drei Messverfahren:

1. Messung der Durchgängigkeit der Verbindungen an Fangeinrichtungen, Ableitungen, Potentialausgleichsleitungen und Erdungsleitungen, dabei dient ein niederohmiger Durchgang von <1 Ohm als Richtwert (Bild 3 und Bild 4). Wird dieser Wert überschritten, dann ist die Ursache hierfür zu ermitteln.

DEUTSCH

Überspannungsschutz für die Stromversorgung (SPD Class I/II, Typ 1/2)

- Für 5-Leiter-Netze (L1, L2, L3, N, PE)
- Für TN-S- / TT-Systeme

1. Sicherheitshinweise

⚠️ WARNUNG: Installation, Inbetriebnahme und wiederkehrende Prüfungen dürfen nur von entsprechend qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden. Dabei sind die jeweiligen landesspezifischen Vorschriften einzuhalten.

⚠️ WARNUNG: Gefahr durch elektrischen Schlag und Brandgefahr

- Prüfen Sie vor der Installation das Gerät auf äußere Beschädigung. Wenn das Gerät defekt ist, darf es nicht verwendet werden.
- Im eingebauten Zustand können nicht benutzte Klemmstellen spannungsführend sein.
- Die ausgewiesene Schutzart IP20 ist nur im eingebauten Zustand bei Benutzung aller Klemmstellen gewährleistet.

⚠️ ACHTUNG: Achten Sie darauf, dass die maximale Betriebsspannung der Anlage die höchste Dauerspannung U_C nicht übersteigt.

2. Montieren

⚠️ ACHTUNG: Halten Sie einen seitlichen Mindestabstand von 5 mm zu leitenden bzw. geerdeten Teilen ein.

3. Anschließen

- ① V-förmige Verdrahtung
- ② Stich-Verdrahtung

⚠️ Für die Installation von Typ 1 Blitzstromableitern ist die Anschlussleitung S_A zwingend erforderlich. Verwenden Sie einen Mindestquerschnitt von 16 mm². Falls in der Applikation der Anschluss an die Haupterdungsschiene (S_0) dem Anschluss an den Schutzleiter ($S_{PE(N)}$) gleichzusetzen ist, verwenden Sie für $S_{PE(N)}$ einen Mindestquerschnitt von 16 mm². (12)

3.1 Leitungslängen (12)

- Verlegen Sie die Anschlussleitungen an Überspannungsschutzgeräte (SPDs) so kurz wie möglich, ohne Schleifen und mit möglichst großen Biegeradien. So erzielen Sie einen optimalen Überspannungsschutz.

DIN VDE 0100-534	① b	≤ 0,5 m bevorzugt
IEC 60364-5-53	② a + b	≤ 0,5 m bevorzugt

* Potenzialausgleichsschiene

3.2 Fernmeldekontakt (13)

3.3 Applikationsbeispiel (14 - 15)

- im TN-S-System

3.4 Vorsicherung (16)

- Bei Stichverdrahtung müssen die Anschlussleitungen und -querschnitte nur für den Kurz- und Erdschlussfall ausgelegt sein, nicht für Betriebsstrom und Überlast. Die angegebenen Querschnitte beziehen sich auf PVC-isolierte Kupferkabel.

3.5 Klemmstellen

- Für eine sichere Funktion ziehen Sie nicht genutzte Klemmstellen an. (17)

4. Statusanzeige (18)

Wenn ein Farbwechsel der Statusanzeige von grün auf rot erkennbar ist, ist der Stecker beschädigt.

- Tauschen Sie den Stecker gegen einen Stecker gleichen Typs aus.

- Hebeln Sie dazu mit einem Schraubendreher den Stecker aus dem Basiselement heraus. (19)

- Wenn das Basiselement beschädigt ist, müssen Sie das Produkt komplett austauschen.

5. Isolationsmessung

- Ziehen Sie vor einer Isolationsmessung in der Anlage den Schutzstecker. Andernfalls sind Fehlmessungen möglich.
- Setzen Sie den Schutzstecker nach der Isolationsmessung wieder in das Basiselement ein.



PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG
Flachsmarktstraße 8, 32825 Blomberg, Germany
Fax +49-(0)5235-341200, Phone +49-(0)5235-300

phoenixcontact.com

MNR 9072825 - 00

2016-02-29

Documentation

DE Einbauanweisung für den Elektroinstallateur

EN Installation notes for electricians

FR Instructions d'installation pour l'électricien

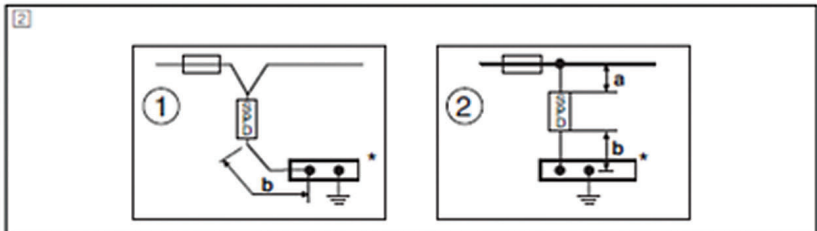
IT Istruzioni di montaggio per l'elettricista installatore

PT Instrução de montagem para o electricista



FLT-SEC-P-T1-3S-440/35-FM

2908264



$U_{max} / U_{max} AC$	250 V / 1 A
	125 V / 1 A (UL)
$U_{max} DC$	125 V (200 mA)
$I_{max} DC$	1 A (30 V)

0,25 Nm
4 lbs-in (UL)

0,14 mm² - 1,5 mm²
AWG 28-16
7 mm AWG 30-14 (UL) 7 mm

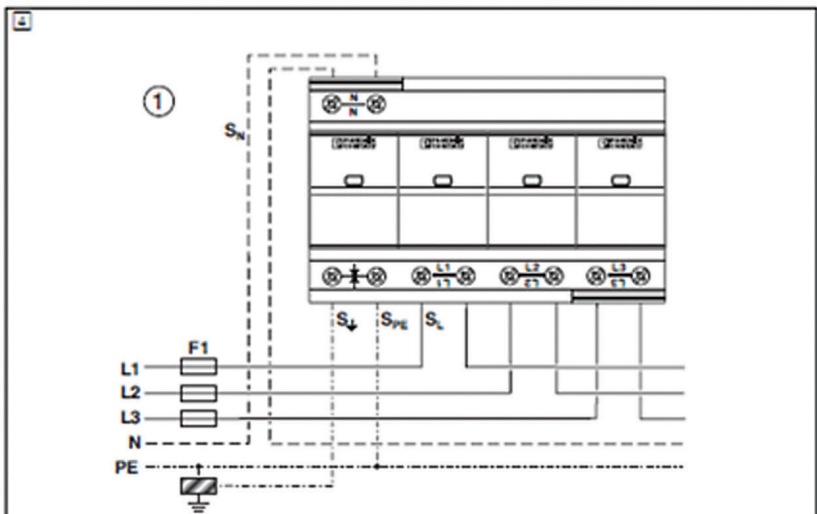


Bild 1 Beispiel einer Einbauanleitung für ein Überspannungsschutzgeräte (Auszug, Quelle Fa. Phoenix Contact).

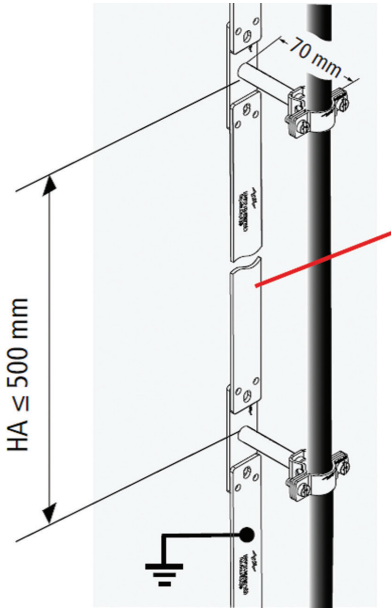


Bild 2 Beispiel einer Einbauanleitung für die Verlegung einer hochspannungsfesten isolierten Leitung
Auszug Quelle: Fa. Dehn.

2. Messung des Ausbreitungswiderstandes von Einzelerdern oder des Gesamtwiderstandes einer Erdungsanlage (Bild 5). Der Richtwert einer Erdungsanlage von 10 Ohm sollte nicht überschritten werden.

3. Ermittlung des spezifischen Bodenwiderstandes, der für die Planung einer Erdungsanlage benötigt wird.

Hinweis: Mit Hilfe einer Messung kann man den Zustand einer Erdungsleitung nur eingeschränkt beurteilen (Bild 6). Je nach Konzeption der Erdungsanlage kann man Leitungsunterbrechungen im Erdreich oder den Korrosionszustand des Erders nicht oder nur bedingt herausfinden. Aus diesem Grund weist die DIN EN 62305-3 Beiblatt 3 im Abschnitt 5.2 daraufhin, dass bei bestehenden Erdungsanlagen, die älter als 10 Jahre sind, der Zustand und die Beschaffenheit nur durch stellenweise Freilegung beurteilt werden können. Dies ist unter Umständen mit erheblichen Tiefbaukosten verbunden, wenn die bauliche Anlage mit befestigten Oberflächen umgeben ist. Dies ist gerade in Industriebereichen meistens die Regel. Die Messung kann mit Hilfe einer Erdungsmessbrücke oder einem Zangenmessgerät erfolgen. Hinweise, wann welches Messverfahren und wann welches Messgerät zur Anwendung kommen soll, enthält die DIN EN 62305-3 Beiblatt 3 in der Tabelle und in den Bildern 7 bis 10.

Bild 3 Durchgängigkeitsmessung mit Erdungsmessgerät zwischen Erdeinführung und Ableitung
Quelle: DIN EN 62305-3 Beiblatt 3, Bild 7

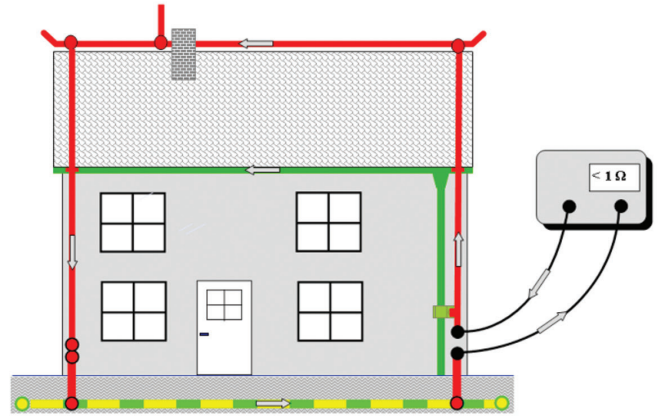


Bild 4 Durchgängigkeitsmessung mit Zangenmessgerät, alle Trennstellen geschlossen
Quelle: DIN EN 62305-3 Beiblatt 3, Bild 11

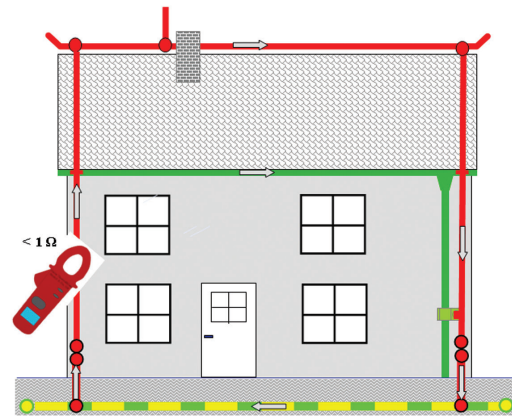


Bild 5 Messung des Ausbreitungswiderstandes der Erdungsanlage mit einem Erdungsmessgerät, Sonde und Hilfsleiter, alle Trennstellen offen, keine Verbindung zum Potentialausgleich
Quelle: DIN EN 62305-3 Beiblatt 3, Bild 11

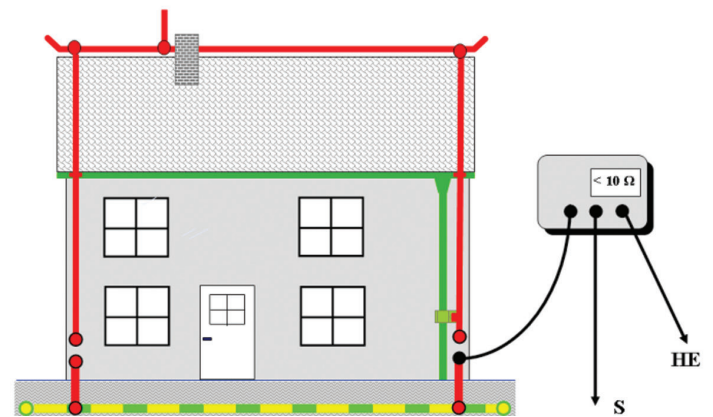


Bild 6 Unzulässige Verwendung von Aluminiumdraht im Erdreich.

Wichtig !!:

Sollen Messungen in explosionsgefährdeten Bereichen durchgeführt werden, dann sind Messgeräte einzusetzen, die für die Verwendung in diesen Bereichen zugelassen sind.

Blitzschutz-Fachkraft für explosionsgefährdete Bereiche

Der in der DIN EN 62305-3 Ed. 1 (1) häufig verwendete Begriff Blitzschutz-Fachkraft wird in der Norm nicht ausreichend definiert. Aus diesem Grund



hat das für Blitzschutz zuständige Komitee K 251 im nationalen Vorwort die Anforderungen an die Blitzschutz-Fachkraft für die Bereiche Montage, Prüfung und Planung umfassend definiert [1]. In der Fassung der DIN EN 62305-3 Ed. 2 aus 2011 [4] wurde diese Definition erweitert und beinhaltet jetzt auch die Anforderungen explosionsgefährdeter Bereiche. Die Anforderungen orientieren sich eng an den Anforderungen, die in der Normenreihe DIN EN 60079 (DIN VDE 0165) beschrieben sind.

Demnach müssen Planer, Handwerker und Prüfer von Blitzschutz-Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen in der Lage sein, ihre Kompetenz zu beweisen und den Nachweis erbringen, dass sie die nachstehend festgelegten Anforderungen, Kenntnisse und Fachkunde besitzen:

- a. Verständnis der allgemeinen Prinzipien des Explosionsschutzes;
- b. Verständnis der allgemeinen Prinzipien der Schutzarten und der Gerätezeichnung;
- c. Verständnis von Gesichtspunkten der Gerätekonstruktion, die das Konzept der Blitzschutzmaßnahmen beeinflussen;

d. Verständnis des Inhalts von Zertifikaten und der einschlägigen Teile der relevanten Normen (u. a. der Normenreihe VDE 0165 und der DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) und der Technischen Regeln für betriebliche Sicherheit (TRBS);

e. allgemeines Verständnis der Prüf-, Wartungs- und Instandsetzungsanforderungen und Vertrautheit mit den besonderen Techniken und Geräten, die zu berücksichtigen sind;

f. Verständnis der zusätzlichen Wichtigkeit von Arbeitserlaubnissystemen und sicherer elektrischer Trennung hinsichtlich des Explosionsschutzes.

Der Nachweis kann durch eine nationale Weiterbildungsmaßnahme erfolgen, die die Inhalte der Punkte a) bis f) enthält. Zu den Anforderungen an die Weiterbildung gehört eine geeignete Bewertung und Dokumentierung.

Beurteilung neuer Techniken

Neben der Prüfung von „klassischen“ Blitzschutzmaßnahmen werden zunehmend getrennte Maßnahmen mit Hilfe von „Hochspannungsfesten Isolierten Leitungen“ (HIL) realisiert. Die durch den Hersteller zugesagte Schutzwirkung

ist nur gegeben, wenn die Forderungen der Einbauanleitungen konsequent eingehalten werden. Dies betrifft nicht nur die handwerkliche Ausführung, sondern

auch die erforderlichen Berechnungen, Ermittlung der Schutzräume u.s.w. Dies stellt natürlich auch den Prüfer vor neue Herausforderungen, denen er nur ge-

Pos.	Fragestellung	Bewertung	
		JA	NEIN
1	Ist die gesamte Anlage im einschlaggeschützten Bereich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Liegt die Berechnung des Trennungsabstandes vor? (Ableitung bis Erdungsanlage, Insellösung mit Anbindung an bestehende Äußere Blitzschutzanlage oder Blitzschutz-Potential-Ausgleichsebene auf Dachniveau)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Wird für die Anwendung der HVI®-Leitung der von DEHN + SÖHNE maximal spezifizierte äquivalente Trennungsabstand eingehalten? HVI®light-Leitung / DEHNcon H s ≤ 0,45 m in Luft s ≤ 0,9 m fester Baustoff HVI®Leitung s ≤ 0,75 m in Luft s ≤ 1,5 m fester Baustoff HVI®power-Leitung s ≤ 0,9 m in Luft s ≤ 1,8 m fester Baustoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Ist im Bereich des Endverschlusses der errechnete Trennungsabstand eingehalten (fiktive Reuse)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Ist das Stützrohr und ggfs. das PA-Anschlusselement des Endverschlusses korrekt, nur mit dem Potentialausgleich / der Blitzschutz-Potential-Ausgleichsebene der Anlage, verbunden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Ist bei parallel geführten HVI®-Leitungen der Mindestabstand von 0,2 m zueinander eingehalten und der Anschluss an gegenüberliegende Ableitungen beachtet worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Ist der minimale Biegeradius eingehalten? HVI®light-Leitung (dunkelgrauer Außenmantel) 200 mm HVI®Leitung (schwarzer Außenmantel) 200 mm HVI®Leitung (grauer Außenmantel) 230 mm HVI®power-Leitung (schwarzer Außenmantel) 270 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Ist das PA-Element des Endverschlusses an der halbleitenden Schicht (nicht grauer Mantel) kontaktiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Ist bei Verlegung der HVI®-/HVI®power-Leitung im Ex-Bereich die ergänzende Information der DEHN-Montageanleitung Nr. 1501/Nr. 1892 eingehalten worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Wurden ausschließlich (geprüfte) Bauteile des Herstellers DEHN + SÖHNE verwendet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bild 7 Checkliste für HIL

Quelle: Fa. Dehn Neumarkt / Opf.

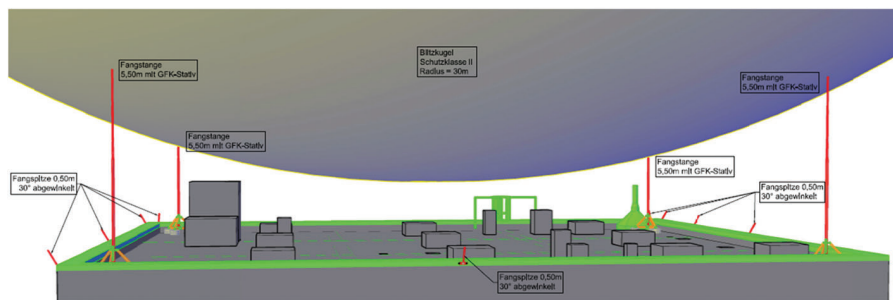
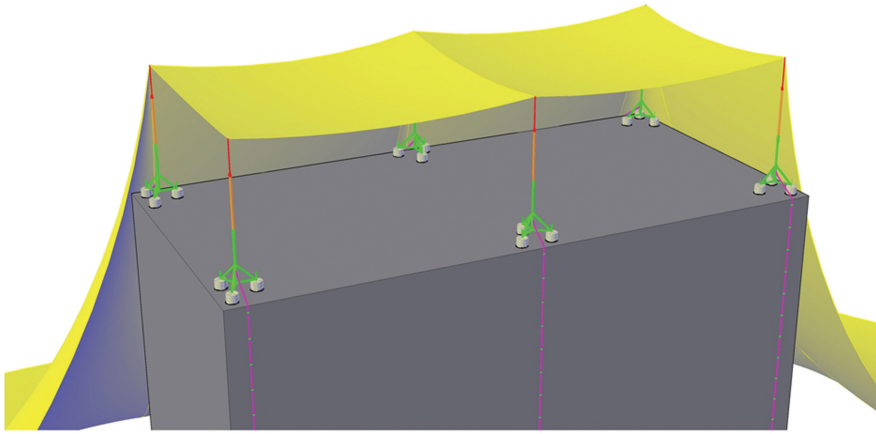


Bild 8 Beispiel für die Anwendung des Blitzkugelverfahrens.

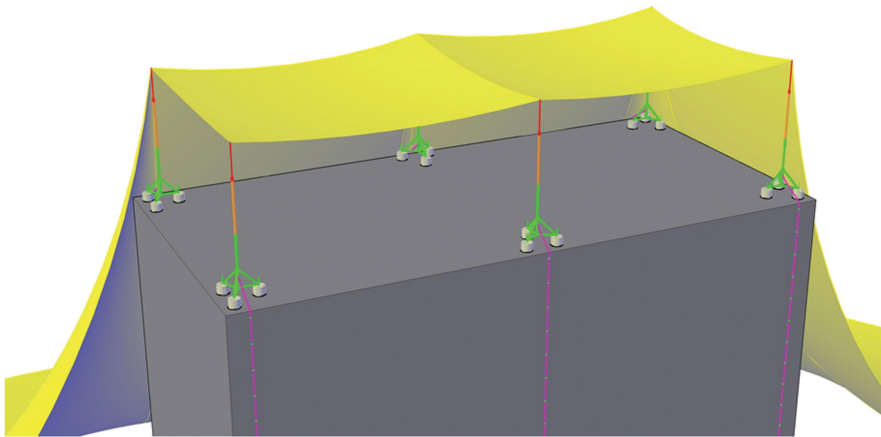
Tabelle Beispiele

<p>Anerkannte Regel der Technik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Getrennte Blitzschutzmaßnahmen können durch die Realisierung von zuvor errechneten Trennungsabständen nach DIN EN 62305-3 realisiert werden. • Fangeinrichtungen können nach dem Maschenverfahren geplant und angeordnet werden.
<p>Stand der Technik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Getrennte Blitzschutzmaßnahmen können mit Hilfe von hochspannungsfesten Leitungen realisiert werden. • Fangeinrichtungen können nach dem Blitzkugelverfahren geplant und angeordnet werden. Mittels 3D-CAD-Darstellungen der baulichen Anlagen können einschlaggefährdete Bereiche identifiziert und Fangeinrichtungen optimiert werden (siehe Bild 8).



$$s = k_i \times k_c \times k_m \times L = 0,06 \times 1 \times 1 \times (20 + 2 + 1,6) = 1,42 \text{ m} > 0,75 \text{ m}$$

Bild 9 Variante 1, Gebäudehöhe 20 m, 6 Fangmaste mit jeweils einer HIL, der zulässige Trennungsabstand wird sehr deutlich überschritten.



$$s = k_i \times k_c \times k_m \times L = 0,06 \times 1 \times 1 \times (8 + 2 + 1,6) = 0,70 \text{ m} < 0,75 \text{ m}$$

Bild 10 Variante 2, Gebäudehöhe 8 m, 6 Fangmaste mit jeweils einer HIL, der zulässige Trennungsabstand wird eingehalten.

recht werden kann, wenn alle erforderlichen Unterlagen, Pläne und Berechnungen in der Dokumentation vorhanden sind.

Der Prüfer muss die Einbauanleitungen im Detail kennen und dabei auch berücksichtigen, dass sich Einbauanleitungen im Laufe der Jahre ändern können. Hierbei kann es vorkommen, dass die Ausführung aus dem Errichtungsjahr der damaligen Einbauanleitung entspricht, sich aber im Jahr der Prüfung Änderungen in der aktuellen Einbauanleitung ergeben haben, deren Auswirkungen vom Prüfer zu berücksichtigen und zu bewerten sind. Um die ordnungsgemäße Installation zu erleichtern, haben die Hersteller Checklisten herausgebracht (siehe Bild 7).

Blitzschutzmaßnahmen für explosionsgefährdete Bereiche müssen nicht nur die „anerkannten Regeln der Technik“, d.h. die Normenreihe DIN EN 62305 beach-

ten (Tabelle). Gemäß Betriebssicherheitsverordnung ist der „Stand der Technik“ zu berücksichtigen.

Die Bedeutung der Prüfung von rechnerischen Nachweisen zeigen die nachstehenden Varianten 1 und 2 (siehe Bild 9 und Bild 10).

Zusammenfassung

Die Prüfung von Blitzschutzmaßnahmen für bauliche Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen erfordert neben den reinen Kenntnissen des Blitzschutzes gründliche Kenntnisse mitgeltender Gesetze, Verordnungen und technischer Regeln (TRBS) (siehe auch (8) und (9)). Zusätzlich müssen Einbauanleitungen und Berechnungsmethoden beachtet werden. Insbesondere vor Beginn einer Prüfung für eine unbekannte bauliche Anlage sind die Dokumentationsunterlagen sorgfältig zu prüfen.

TS660



Autor

Dipl.-Ing.
Jürgen Wettingfeld,
W. Wettingfeld GmbH &
Co. KG
Krefeld

Literatur

- [1] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Änderungen Stand: 03.02.2015
- [2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Änderungen Stand: 03. Februar 2015 (BGBl. IS 49)
- [3] TRBS 2152 Teil 3 (September 2009) – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre.
- [4] DIN EN 62305-3: Blitzschutz -Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen. Berlin: Beuth 2011.
- [5] DIN EN 62305-3 Beiblatt 2: Blitzschutz -Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen -Beiblatt 2: Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen. Berlin: Beuth 2009.
- [6] DIN EN 62305-3 Beiblatt 3 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 3): Zusätzliche Informationen für die Prüfung und Wartung von Blitzschutzsystemen Berlin: Beuth 2012.
- [7] DIN 18014: Fundamente der Berlin: Beuth 2014.
- [8] Kern, A.; Wettingfeld, J.: Blitzschutzsysteme 1, VDE-Schriftenreihe Band 44, VDE-Verlag, 2014
- [9] Kern, A.; Wettingfeld, J. Blitzschutzsysteme 2, VDE-Schriftenreihe Band 160, VDE-Verlag, 2014
- [10] Wettingfeld, J.: Blitzschutz für explosionsgefährdete Bereiche, Technische Sicherheit, Bd. 2 (2012), Nr. 3 März. Springer-VDI-Verlag GmbH.
- [11] Wettingfeld, J.: Blitzschutzerdungsanlagen für industrietechnische Anlagen, Technische Sicherheit, Bd. 5 (2015), Nr. 7/8 Juli/Augus. Springer-VDI-Verlag GmbH.
- [12] Wettingfeld, J.: Planung von optimierten Blitzschutz-Fangeinrichtungen für bauliche Anlagen mit komplexer technischer Infrastruktur, Technische Sicherheit, Bd. 6 (2016), Nr. 6 Juni. Springer-VDI-Verlag GmbH.