Neues zum Blitzschutz (Teil 1)

Im Oktober 2006 ist die neue Normenreihe DIN EN 62305 (DIN VDE 0185-305) erschienen mit der die bisherigen Vornormen der Reihe DIN V VDE 0185 vom November 2002 ersetzt werden. Neben anderen Veränderungen wurde die Berechnung der notwendigen Trennungsabstände angepasst.

Berechnen der Trennungsabstände zwischen Blitzschutzanlagen, leitfähigen Gebäudeteilen und Gebäudeinstallation nach der neuen Normenreihe DIN EN 62305 (VDE 0185-305):2006-10

Bild 1

Bild 1: Zwei typische Beispiele für die Nichteinhaltung eines notwendigen Trennungsabstandes:

- links: Kreuzung der Zuleitung zu einem Außenfühler mit einem Ableiter
- rechts: Kreuzung der Zuleitung zu einer Außenleuchte mit einem Ableiter

Durch das Einhalten ausreichender Trennungsabstände wird das Auftreten von gefährlicher Funkenbildung durch unkontrollierte Überschläge bei zu großen Potentialdifferenzen infolge eines Blitzeinschlags verhindert.

Gefährliche Funkenbildung ist möglich zwischen

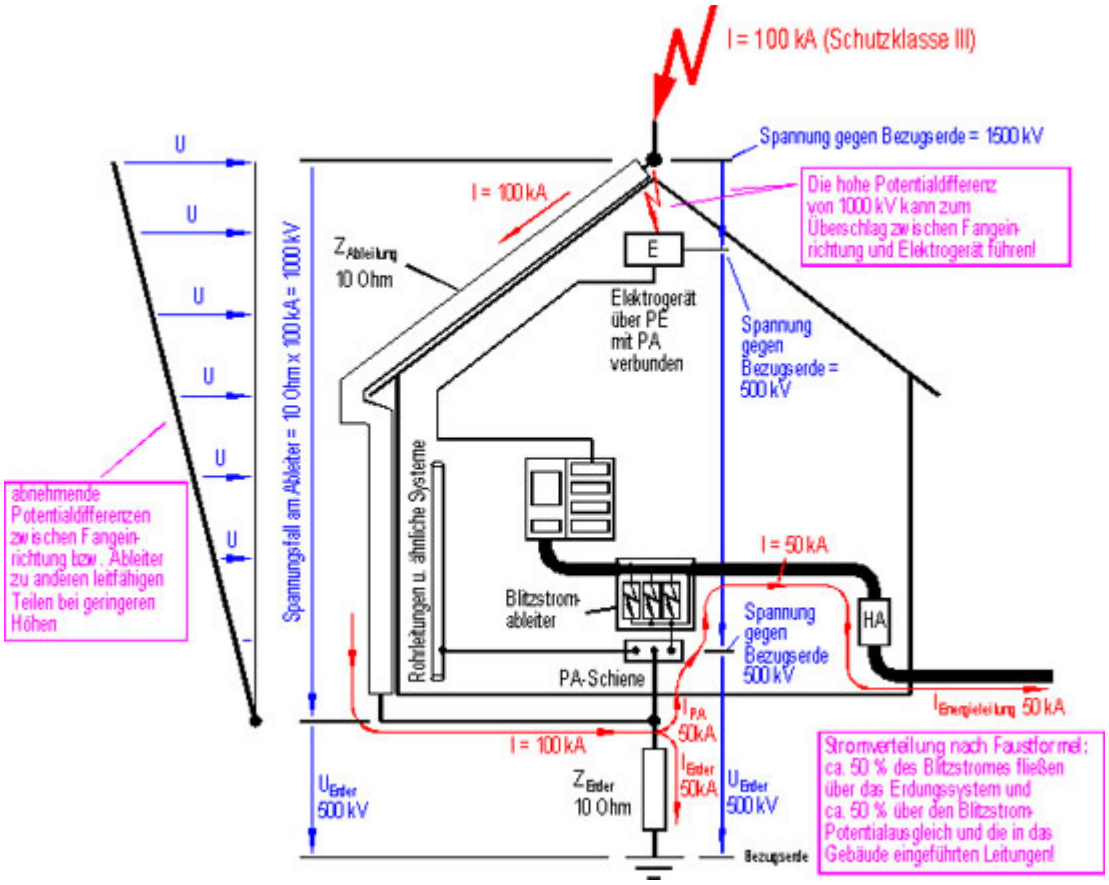
- dem Blitzschutzsystem und leitenden Gebäudeteilen,
- dem Blitzschutzsystem und leitenden Installationen innerhalb und außerhalb des Gebäudes,
- dem Blitzschutzsystem und Einrichtungen der Energie- und Informationstechnik und/oder
- zwischen den vorstehend genannten Systemen.

Die Funkenbildung kann durch folgende Maßnahmen vermieden werden:

- **Einhalten des notwendigen Trennungsabstandes s** zwischen den Leitungen des Äußeren Blitzschutzes und leitfähigen Teilen, Kabeln und Leitungen, die sich außerhalb oder innerhalb der baulichen Anlage befinden,
- Verbinden der Leitungen des Äußeren Blitzschutzes mit den äußeren und inneren leitfähigen Teilen und Installationen sowie
- Verbinden der Leitungen des Äußeren Blitzschutzes mit den strom- und spannungsführenden Leitungen der energie- und informationstechnischen Systeme über den Blitzschutz-Potentialausgleich durch geeignete Blitzstromableiter und Überspannungsschutzgeräte (Innerer Blitzschutz).

Wichtige Hinweise:
Die beiden zuletzt genannten Lösungen durch Verbindung der Systeme stellen wegen der möglichen Einleitung von Blitzteilströmen in das Gebäude die schlechteste Lösung dar!

Für die Einhaltung der notwendigen Trennungsabstände sind alle Personen verantwortlich, die Blitzschutzanlagen und/oder andere leitfähige Installationen an oder in einer baulichen Anlage errichten, wie z. B. Elektro- und Informationstechniker sowie Heizungs-, Klima und Lüftungsbauer.
Bei einem möglichen Überschlag zwischen den im Bild 1 gezeigten Leitungen und den Ableitern werden die Isolierungen der Leitungen beschädigt. Die dabei in die bauliche Anlage eingeleiteten Blitzteilströme führen zu weiteren Schäden an den energie- und informationstechnischen Systemen. Vorhandene, in diese Systeme eingebaute Überspannungsschutzgeräte des Typs 2 oder 3 können dabei ebenfalls überlastet und möglicherweise zerstört werden.



Wie Bild 2 zeigt, können zwischen der Fangeinrichtung, den Ableitungen und anderen leitfähigen Systemen bei einem Blitzeinschlag sehr hohe Potentialdifferenzen auftreten. Die im Bild angegebenen Scheinwiderstände Z für die Ableitungen und den Erder sollen auf die relativ hohen Stoßwiderstände durch den steilen Blitzstromanstieg hinweisen. Sie sind von ihren angegebenen Werten nur als rechnerische Größen zur Verdeutlichung der auftretenden Probleme durch die hohen Spannungen und großen Potentialdifferenzen zu verstehen. Bei der Darstellung wird davon ausgegangen, dass ca. 50 % des Blitzstromes über die Erdungsanlage und ca. 50 % über die Potentialausgleichsschiene (PA-Schiene), den Blitzstrom-Potentialausgleich und die eingeführten Leitungen abgeleitet werden. Von den eingeführten Leitungen ist stellvertretend, zur Wahrung der Übersichtlichkeit, nur die Energieleitung des Versorgungsnetzbetreibers dargestellt.

Bild 2: Ersatzschaltbild einer Blitzschutzanlage mit einer Ableitung, einem Erder, dem Blitzstrom-Potentialausgleich und den gegen die Bezugserde auftretenden Spannungen und Potentialdifferenzen bei einem Blitzeinschlag mit einem Scheitelwert von 100 kA (Schutzklasse III)
Die **größte Potentialdifferenz von 1000 kV** tritt im Bild 2 zwischen der Fangeinrichtung auf dem First und dem dargestellten Elektrogerät auf, welches über den Schutzleiter direkt mit der Potentialausgleichsschiene verbunden ist. Mit abnehmender Höhe nimmt die Differenz der Spannungen zwischen dem Blitzschutzsystem und den anderen, mit dem Potentialausgleich verbundenen leitfähigen Systemen ab, bis diese in Höhe des Erdbodens nahezu den Wert 0 erreicht. In diesem Bereich ist die Gefahr einer Funkenbildung zwischen den unterschiedlichen Systemen nur noch von geringer Bedeutung.

Hinweis:
Bei der Berechnung der erforderlichen Trennungsabstände zur Verhinderung von unzulässiger Funkenbildung werden keine Ströme, Widerstandswerte und Spannungen zugrunde gelegt, sondern dafür werden die in der Norm DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) im Abschnitt 6.3 festgelegten Größen und Faktoren verwendet (siehe Teil 2 des Beitrags).

Abhängigkeit des Trennungsabstandes von der Anzahl der Ableiter

Das Erhöhen der Anzahl der Ableiter führt zu einer Aufteilung des Blitzstromes, und wie Bild 3 zeigt, zu einer Verringerung der auftretenden Spannungen und Potentialdifferenzen zwischen dem Blitzschutzsystem und anderen, mit dem Potentialausgleich verbundenen, leitfähigen Teilen. Durch die Aufteilung des Blitzstroms auf zwei symmetrisch angeordnete Ableitungen mit einem Strom von je 50 kA wird die entstehende Potentialdifferenz beispielsweise von 1000 kV auf 500 kV halbiert.

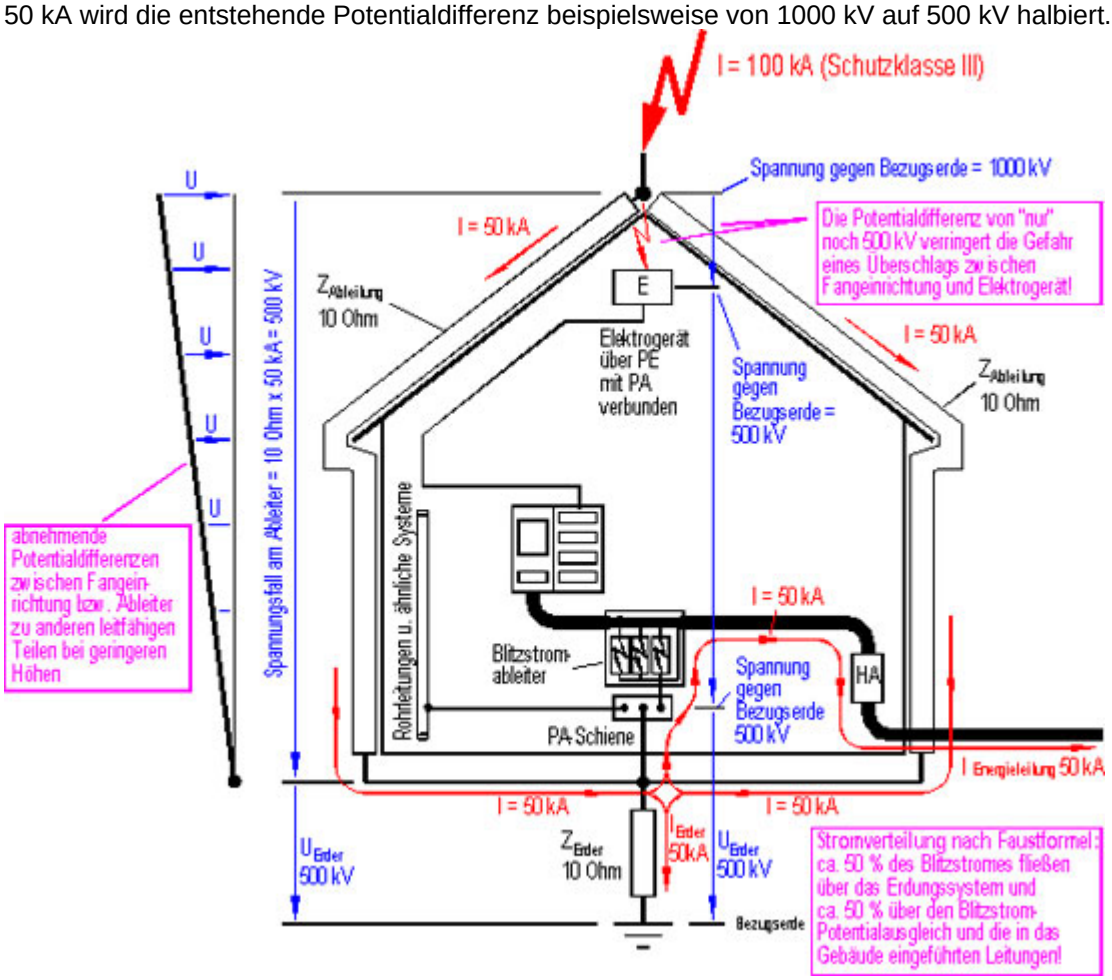


Bild 3: Ersatzschaltbild einer Blitzschutzanlage mit zwei symmetrischen Ableitungen, einem Erder, dem Blitzstrom-Potentialausgleich und den gegen die Bezugserde auftretenden Spannungen und Potentialdifferenzen bei einem Blitzeinschlag mit einem Scheitelwert von 100 kA (Schutzklasse III). Bei unsymmetrisch angeordneten Ableitungen und in vermaschten Systemen ist die Stromaufteilung in den Ableitungen je nach Einschlagpunkt des Blitzes unterschiedlich. In solchen Blitzschutzsystemen muss deshalb zunächst der Stromaufteilungskoeffizient kc berechnet werden (siehe Teil 2 des Beitrags).

Abhängigkeit des Trennungsabstandes von der Schutzklasse des Blitzschutzsystems

Die beim Blitzeinschlag zwischen dem Blitzschutzsystem und anderen leitfähigen Teilen auftretenden Spannungen und Potentialdifferenzen hängen neben der Stromverteilung und den vorhandenen Stoßwiderständen wesentlich vom Scheitelwert des Blitzstromes ab (Tabelle 1).

Schutzklasse	Scheitelwert des Blitzstroms
I	200 kA
II	150 kA
III	100 kA
IV	100 kA

Tabelle 1: Zuordnung der Blitzstromscheitelwerte zur Schutzklasse [DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1)] Bei einem Blitzstromscheitelwert von 200 kA (Schutzklasse I) verdoppeln sich die

Potentialdifferenzen gegenüber einem Blitzeinschlag mit einem Scheitelwert von 100 kA (Schutzklasse III im Bild 3) beispielsweise von 500 kV auf 1000 kV.

Damit steigt die Gefahr der Funkenbildung zwischen dem Blitzschutzsystem und anderen leitfähigen Teilen.

Bei der Berechnung des notwendigen Trennungsabstandes s werden die unterschiedlichen Blitzstromscheitelwerte durch den Strom-Koeffizienten ki berücksichtigt (siehe Tabelle 2 und Teil 2 des Beitrags).

Größen zur Berechnung des Trennungsabstandes s

Der Trennungsabstand wird nach folgender Formel berechnet:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

- ki ist abhängig von der gewählten Schutzklasse des Blitzschutzsystems
- kc ist abhängig vom Blitzstrom, der in den Ableitungen fließt (Blitzstromverteilung)
- km ist abhängig von Werkstoff der elektrischen Isolation in der Trennstelle
- l ist die Länge entlang der Fangeinrichtung oder des betrachteten Ableiters von dem Punkt, an dem der Trennungsabstand s ermittelt werden soll, bis zum nächstliegenden Punkt des Potentialausgleichs

(Achtung: Änderung gegenüber DIN V VDE V 0185-3:2002-11 nach der als Länge l nur der vertikale Abstand von dem Punkt, an dem der Trennungsabstand s ermittelt werden sollte, bis zum nächstliegenden Punkt des Potentialausgleichs berücksichtigt wurde)

Schutzklasse	**k_i** ab 2006-10	**k_i** nach DIN V VDE V 0185-305-3 bis 2006-09
I	**0,08**	0,1
II	**0,06**	0,075
III und IV	**0,04**	0,05

Tabelle 2: Werte für den Strom-Koeffizienten ki

Typ der Fangeinrichtung	**Anzahl der Ableitungen n**	**k_c**	
		Erdungsanlage A	**Erdungsanlage B**
einzelne Fangstange	1	1	1
gespannte Drähte oder Seile	2	0,66 [d]	0,5 … 1 (Bild C.1) [a]
vermaschte Leiter	4 und mehr	0,44 [d]	0,25 ... 0,5 (Bild C.2) [b]
vermaschte Leiter	4 und mehr verbunden durch Ringleiter	0,44 [d]	1/n ... 0,5 (Bild C.3) [c]
[a] Bereich der Werte von kc = 0,5 wenn c << h ist bis kc = 1 wenn h << c ist			
[b] Die Gleichung für kc in Abbildung C.2 ist eine Näherung für kubische Strukturen für n ³ 4 und für Werte von h und c für den Bereich von 5 m bis 20 m			
[c] Wenn die Ableitungen, insbesondere bei hohen baulichen Anlagen, auch horizontal verbunden sind, wird die Stromaufteilung vor allem in den unteren Ebenen weiter verbessert und k_c entsprechend verringert			
[d] Diese Werte gelten nur, wenn die Einzelerder annähernd gleiche Erdungswiderstände aufweisen			

Tabelle 3: Werte des Stromaufteilungs-Koeffizienten kc [Die Hinweise zu den Bildern beziehen sich auf den An-hang C zu DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2006-10]

Die in Tabelle 3 genannten Stromaufteilungs-Koeffizienten kc können nur für überschlägige Berechnungen genutzt werden. Für eine genaue Ermittlung des notwendigen Trennungsabstandes s muss zuvor der Stromaufteilungs-Koeffizient berechnet werden (siehe Teil 2 des Beitrags).

Werkstoff	**k_m**
Luft	1
Beton, Ziegel	0,5
Distanzhalter aus Glasfiber	0,7 (herstellerabhängige Größe)

Tabelle 4: Werte des Material-Koeffizienten km