

	Blitzschutz Teil 1: Allgemeine Grundsätze	Vornorm DIN V VDE V 0185-1
VDE	Dies ist eine VDE-Vornorm im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE V 0185 Teil 1
ICS 91.120.40 Vornorm Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet. Protection against lightning Part 1: General principles Protection contre la foudre Partie 1: Principes généraux Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird. Zu dieser Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht. Erfahrungen mit dieser Vornorm sind erbeten an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Beginn der Gültigkeit Diese Vornorm gilt ab ... Vorwort Für den Anwendungsbereich dieser Vornorm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen. Zuständig für diese Vornorm ist das Komitee 251 „Errichtung von Blitzschutzanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE. Fortsetzung Seite 2 bis 55 DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

DIN V VDE V 0185-1 (VDE V 0185 Teil 1):2002-11

Für den allgemeinen Blitzschutz galten bisher die Normen DIN 57185-1 (VDE 0185 Teil 1):1982-11 und DIN 57185-2 (VDE 0185 Teil 2):1982-11, für den Schutz gegen elektromagnetischen Blitzimpuls bisher nur DIN VDE 0185-103 (VDE 0185 Teil 103):1997-09. Obwohl diese Normen technisch überholt und unvollständig sind und zahlreiche neue Entwürfe veröffentlicht wurden, gelang es bisher nicht, sie durch neue Normen zu ersetzen.

IEC/TC81 hat im September 2000 beschlossen, alle Blitzschutznormen neu zu ordnen. Das hatte zur Folge, dass alle in Überarbeitung befindlichen Normen, die teilweise bereits kurz vor der Veröffentlichung standen, auf den Stand von ersten Entwürfen zurückgestuft werden mussten. Es wird deshalb mehrere Jahre dauern, bis die überarbeiteten Normen in der neuen Reihe IEC 62305 veröffentlicht werden können.

Um die Arbeiten bei IEC zu unterstützen, wurde im K 251 beschlossen, für den Blitzschutz eine Reihe von Vornormen zu veröffentlichen, die den aktuellen Stand der Technik dokumentiert und bereits nach der künftigen Struktur der Reihe IEC 62305 gegliedert ist. Gleichzeitig werden alle bisherigen Normen und Entwürfe zum Blitzschutz zurückgezogen, wodurch nur noch die neuen Vornormen den Stand der Technik wiedergeben. Die neue Reihe besteht aus folgenden Teilen:

DIN V VDE V 0185 (VDE V 0185) Blitzschutz

- Teil 1 Allgemeine Grundsätze
- Teil 2 Risiko-Management – Abschätzung des Schadensrisikos für bauliche Anlagen
- Teil 3 Schutz von baulichen Anlagen und Personen
- Teil 4 Schutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen

Der von IEC/TC81 geplante Teil 5 (Schutz von Versorgungsleitungen) bleibt noch offen, da die neu eingesetzte Arbeitsgruppe ihre Arbeit erst beginnt.

Die neue Normenreihe IEC 62305 stellt ein umfassendes Gesamtkonzept zum Blitzschutz dar, in das alle früheren – nicht miteinander koordinierten – Einzelnormen integriert werden:

- der klassische Gebäude-Blitzschutz (Reihe IEC 61024),
- der Schutz gegen den elektromagnetischen Blitzimpuls (Reihe IEC 61312),
- die Abschätzung des Schadensrisikos infolge Blitzschlags (IEC 61662),
- der Blitzschutz von Versorgungsleitungen (Reihe IEC 61663) und
- die Prüfparameter zur Simulation von Blitzwirkungen (IEC 61819).

Der klassische Gebäude-Blitzschutz berücksichtigt nur direkte Blitzeinschläge und den Schutz gegen materielle Schäden und Lebensgefahr. Deshalb genügte es ursprünglich, ein fest definiertes Blitzschutzsystem (IEC 61024-1) zu verwenden, dessen Schutzklassen I bis IV zu bestimmen (IEC 61024-1-1) und eine Anwendungsrichtlinie (IEC 61024-1-2) zu geben.

Das neue Gesamtkonzept zum Blitzschutz berücksichtigt dagegen umfassend:

- die Gefährdung (direkte und indirekte Blitzeinschläge, Strom und Magnetfeld des Blitzes),
- die Schadensursachen (Schritt- und Berührungsspannung, gefährliche Funkenbildung, Feuer, Explosion, mechanische und chemische Wirkungen, Überspannungen),
- die zu schützenden Objekte (Gebäude, Personen, elektrische und elektronische Anlagen, Versorgungsleitungen) und
- die Schutzmaßnahmen (Erdungsmaßnahmen, Potentialausgleichsmaßnahmen, räumliche Schirmung, Leitungsführung und -schirmung).

Deshalb sind den eigentlichen Schutznormen (Teil 3 bis Teil 5) zwei allgemein gültige Normen (Teil 1 und Teil 2) vorangestellt:

IEC 62305-1 gibt Informationen über die Gefährdung durch den Blitz, über die Blitzkenndaten (Anhang A) und über die daraus abgeleiteten Parameter zur Simulation von Blitzwirkungen (Anhang B). Außerdem wird ein Überblick über die gesamte Normenreihe zum Blitzschutz gegeben, der die Vorgehensweise und die Schutzprinzipien erläutert, die den folgenden Teilen zugrunde liegen.

IEC 62305-2 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 ausführlich beschrieben sind.

IEC 62305-3 behandelt die Schutzmaßnahmen für bauliche Anlagen gegen materielle Schäden und Lebensgefahr durch direkte Blitzeinschläge.

IEC 62305-4 behandelt die Schutzmaßnahmen für bauliche Anlagen mit elektrischen und elektronischen Systemen gegen die Wirkungen des elektromagnetischen Blitzimpulses (LEMP).

IEC 62305-5 behandelt die Schutzmaßnahmen für Versorgungsleitungen.

Die Vornorm DIN V VDE V 0185-1 (VDE V 0185 Teil 1) entspricht inhaltlich dem Entwurf der IEC 62305-1, wobei Anhang A aus der früheren Reihe IEC 61024 und Anhang B aus der früheren IEC 61819 übernommen wurden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 61663-1:1999	IEC 61663-1:1999 + Corr. 1999	DIN EN 61663-1 (VDE 0845-4-1):2001	VDE 0845-4-1
prEN 61663-2:1999	IEC 81/128/CD:1999	E DIN EN 61663-2 (VDE 0845-4-2):2001	VDE 0845-4-2
—	—	DIN V VDE V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2):2002	VDE V 0185 Teil 2
—	—	DIN V VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3):2002	VDE V 0185 Teil 3
—	—	DIN V VDE V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4):2002	VDE V 0185 Teil 4

Nationaler Anhang NB
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61663-1 (VDE 0845 Teil 4-1), *Blitzschutz – Telekommunikationsleitungen – Lichtwellenleiteranlagen (IEC 61663-1:1999 + Corrigendum 1999); Deutsche Fassung EN 61663-1:1999.*

E DIN EN 61663-2 (VDE 0845 Teil 4-2), *Blitzschutz – Telekommunikationsleitungen – Telekommunikationsleitungen mit metallischen Leitern (IEC 81/128/CD:1999); Deutsche Fassung prEN 61662-2:1999.*

DIN V VDE V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2), *Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management – Abschätzung des Schadensrisikos für bauliche Anlagen.*

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

DIN V VDE V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4), *Blitzschutz – Teil 4: Schutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen.*

Inhalt

	Seite
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole	13
5 Kennwerte des Blitzstroms	13
6 Schäden durch Blitzeinschlag	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Schäden an einer baulichen Anlage	13
6.3 Schäden an einer Versorgungsleitung	15
6.4 Schadensarten und Schadensrisiken	17
7 Grundlegende Kriterien für den Schutz von baulichen Anlagen und Versorgungsleitungen	18
7.1 Gefährdungspegel	18
7.2 Schutz von baulichen Anlagen	18
7.3 Schutz von Versorgungsleitungsnetzen	20
8 Risiko-Management (DIN V VDE V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2))	20
8.1 Allgemeines	20
8.2 Vereinfachtes Verfahren	20
8.3 Detailliertes Verfahren	21
8.4 Akzeptierbares Schadensrisiko	21
8.5 Verfahren zur Abschätzung der Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen	21
8.6 Auswahl von Schutzmaßnahmen	22
Anhang A (informativ) Kennwerte des Blitzstroms	31
Anhang B (normativ) Simulation von Blitzwirkungen	40
Literaturhinweise zu Anhang A	55
Literaturhinweise zu Anhang B	55
 Bild 1 — Aus unterschiedlichen Schadensursachen resultierende Schadensarten	 27
Bild 2 — Entscheidungsverfahren (Flussdiagramm) für die Auswahl von Schutzmaßnahmen durch Risikoanalyse	28
Bild 3 – Blitzschutz von baulichen Anlagen und Personen nach DIN V VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3)	29
Bild 4 — Blitzschutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen nach DIN V VDE V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4)	30
Bild A.1 – Definition der Stoßstrom-Kennwerte (typisch $T_2 < 2 \text{ ms}$)	36
Bild A.2 – Definition der Langzeitstrom-Kennwerte (typisch $2 \text{ ms} < T_{\text{lang}} < 1 \text{ s}$)	36
Bild A.3 – Mögliche Komponenten eines Abwärtsblitzes (typisch in flachem Gelände und bei niedrigen baulichen Anlagen)	37
Bild A.4 – Mögliche Komponenten eines Aufwärtsblitzes (typisch in exponierter Lage und/oder bei hohen baulichen Anlagen)	38

	Seite
Bild A.5 – Summenhäufigkeitsverteilung der Blitzstromparameter (Linien durch die 95 %- und 5 %-Werte).....	39
Bild B.1 – Allgemeine Anordnung zweier Leitungen zur Berechnung elektrodynamischer Kräfte	52
Bild B.2 – Typische Leitungsanordnung eines Blitzschutz-Systems	52
Bild B.3 – Belastungsdiagramm für die Anordnung nach Bild B.2	53
Bild B.4 – Kraftverlauf entlang der horizontalen Leitung in Bild B.2	53
Tabelle 1a — Auswirkungen von Blitzen auf typische bauliche Anlagen	23
Tabelle 1b — Auswirkungen von Blitzen auf typische Versorgungsleitungen	24
Tabelle 2a — Schadensursachen und Schadensarten an einer baulichen Anlage	24
Tabelle 2b — Schadensursachen und Schadensarten an einer Versorgungsleitung	25
Tabelle 3 — Typische Werte für das akzeptierbare Schadensrisiko R_a	25
Tabelle 4 — Zuordnung der maximalen Blitzstromparameter zu den Gefährdungspegeln	26
Tabelle 5 — Zuordnung der minimalen Blitzstromparameter und der zugehörigen Blitzkugelradien zu den Gefährdungspegeln	26
Tabelle 6 — Wahrscheinlichkeiten für die Grenzwerte der Blitzstromparameter	26
Tabelle A.1 – Werte der Blitzstromparameter nach CIGRE (Electra No 41 oder No 69).....	34
Tabelle A.2 – Logarithmische Normalverteilung der Blitzstromparameter (Mittelwerte μ und Streuung $\sigma_{\log}$ berechnet aus den 95 % und 5 % Werten nach CIGRE (Electra No 41 oder No 69).....	35
Tabelle B.1 – Maximalwerte der Blitzstrom-Parameter für die verschiedenen Gefährdungspegel.....	41
Tabelle B.2 – Physikalische Kennwerte typischer Werkstoffe für Komponenten des LPS	44
Tabelle B.3 – Temperaturanstieg für verschiedene Leiterquerschnitte als Funktion der spezifischen Energie	44
Tabelle B.4 – Zusammenfassung der nachzubildenden Blitz-Gefährdungsparameter für die Prüfung von Komponenten des Blitzschutzsystems	54

Einleitung

Gewitter sind natürliche Wettererscheinungen und es gibt keine Einrichtungen und Verfahren, mit denen Blitzentladungen verhindert werden können. Direkt oder in der Nähe auftretende Wolke-Erde-Entladungen können für bauliche Anlagen, Personen, Einrichtungen und weitere darin oder daran befindliche Teile gefährlich sein, so dass die Anwendung von Blitzschutzmaßnahmen zu berücksichtigen ist. Wenn nationale Vorschriften Blitzschutzmaßnahmen fordern, müssen solche installiert werden. Soweit die Vorschriften keine Spezifikation der Blitzschutzmaßnahmen enthalten, wird mindestens ein Blitzschutzsystem der Schutzklasse III nach DIN V VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3) empfohlen. Andernfalls sollten die Notwendigkeit des Schutzes und die Auswahl entsprechender Schutzmaßnahmen durch Anwendung eines Risiko-Managements bestimmt werden.

Das Risiko-Management wird in DIN V VDE V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2) beschrieben.

Die Kriterien für Planung, Errichtung und Wartung von Blitzschutzanlagen werden in drei getrennten Gruppen betrachtet:

- die erste Gruppe, die sich auf die Schutzmaßnahmen zur Verringerung von Schäden und Gefährdung des Lebens durch direkten Blitzeinschlag auf die bauliche Anlage bezieht, wird in DIN V VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3) beschrieben;
- die zweite Gruppe, die Schutzmaßnahmen gegen elektromagnetische Auswirkungen des Blitzes auf elektrische und elektronische Anlagen in baulichen Anlagen behandelt, wird in DIN V VDE V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4) beschrieben;
- die dritte Gruppe behandelt Schutzmaßnahmen zur Verringerung von Schäden und des Ausfalls von Versorgungsnetzen, wie Telekommunikationsleitungen (siehe DIN EN 61663-1 (VDE 0845 Teil 4-1) und DIN EN 61663-2 (VDE 0845 Teil 4-2)), Stromversorgungsleitungen und Rohrleitungen. Zu dieser Gruppe ist zur Zeit keine Vornorm verfügbar.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm enthält allgemeine Grundsätze, die befolgt werden sollten für den Blitzschutz von:

- baulichen Anlagen, einschließlich ihrer Installationen und ihres Inhalts, einschließlich von Personen im Schutzbereich;
- Versorgungsleitungen, wie Telekommunikationsleitungen, Stromversorgungsleitungen und Rohrleitungen.

Diese Norm ist für die Auswahl von Schutzmaßnahmen für den Blitzschutz baulicher Anlagen ohne Begrenzung hinsichtlich deren Höhe und von Versorgungsnetzen anwendbar.

Folgende Fälle sind nicht Gegenstand dieser Norm:

- Bahnanlagen;
- Kraftfahrzeuge, Schiffe, Flugzeuge, Offshore-Anlagen.

ANMERKUNG Diese Anlagen unterliegen üblicherweise speziellen Vorschriften seitens verschiedener Behörden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments.

DIN EN 61663-1 (VDE 0845 Teil 4-1):2001, *Blitzschutz – Telekommunikationsleitungen – Lichtwellenleiteranlagen (IEC 61663-1:1999 + Corrigendum 1999); Deutsche Fassung EN 61663-1:1999.*

E DIN EN 61663-2 (VDE 0845 Teil 4-2):2001, *Blitzschutz – Telekommunikationsleitungen – Telekommunikationsleitungen mit metallischen Leitern (IEC 81/128/CD:1999); Deutsche Fassung prEN 61663-2:1999.*

DIN V VDE V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2):2002, *Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management – Abschätzung des Schadensrisikos für bauliche Anlagen.*

DIN V VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3):2002, *Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen*

DIN V VDE V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4):2002, *Blitzschutz – Teil 4: Schutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

Erdblitz

elektrische Entladung atmosphärischen Ursprungs zwischen Wolke und Erde, bestehend aus einem oder mehreren Teilblitzen

3.2

Abwärtsblitz

Blitz, der durch einen Abwärtsleader von der Wolke zur Erde gestartet wird. Ein Abwärtsblitz besteht aus einem ersten Stoßstrom, dem weitere Stoßströme folgen können und der einen Langzeitstrom enthalten kann.

3.3

Aufwärtsblitz

Blitz, der durch einen Aufwärtsleader von einer geerdeten Struktur zur Wolke gestartet wird. Ein Aufwärtsblitz besteht aus einem ersten Langzeitstrom mit oder ohne mehrfach überlagerte Stoßströme, dem weitere Stoßströme folgen können und der einen weiteren Langzeitstrom enthalten kann.

3.4

Teilblitz [en: stroke]

einzelne elektrische Entladung in einem Erdblitz, die ein Stoßstrom oder ein Langzeitstrom sein kann

3.5

Stoßstrom

Teilblitzstrom, dessen Rückenhalbwertszeit kleiner als 2 ms ist

3.6

Langzeitstrom

Teilblitzstrom mit einer Gesamtdauer (Zeit vom 10 %-Wert an der vorderen Flanke bis zum 10 %-Wert an der hinteren Flanke) von mehr als 2 ms und weniger als 1 s

3.7

Mehrfachblitz

Erdblitz, der im Mittel aus 3 bis 4 Teilblitzen besteht mit einer typischen Pausenzeit von etwa 50 ms zwischen den Teilblitzen. Blitze mit einigen zehn Teilblitzen und Pausenzeiten von 10 ms bis zu 250 ms wurden beobachtet.

3.8

Einschlagpunkt

Punkt, am dem ein Blitz die Erde, eine bauliche Anlage oder ein Blitzschutzsystem trifft

ANMERKUNG Ein Blitz kann mehr als einen Einschlagpunkt haben.

3.9

Blitzstrom i

Strom am Einschlagpunkt

3.10

Stoßstrom-Scheitelwert I

Maximalwert eines Stoßstromes

3.11

mittlere Steilheit eines Stoßstromes $\Delta i/\Delta t$

ergibt sich aus der Differenz der Stromwerte zu Beginn und Ende des Intervalls $i(t_2) - i(t_1)$, dividiert durch die Zeitdauer $t_2 - t_1$

3.12

Stirnzeit eines Stoßstroms T_1

virtueller Parameter, der definiert ist als das 1,25fache der Zeit zwischen den Punkten, an denen der Strom 10 % und 90 % seines Scheitelwertes durchläuft. Falls Oszillationen in der Stirn auftreten, müssen die 10 %- und 90 %-Werte mit einer Ausgleichskurve durch die Oszillationen ermittelt werden.

3.13

Stoßbeginn O_1

Stoßbeginn eines Stoßstromes ist der Punkt, der um $0,1 T_1$ vor dem Zeitpunkt liegt, an dem der Strom 10 % seines Scheitelwertes durchläuft. In Diagrammen mit linearem Zeitmaßstab ist dies der Schnittpunkt der Zeitachse mit einer geraden Linie durch die 10 %- und 90 %-Bezugspunkte auf der Stirn.

3.14

Rückenhalbwertszeit T_2

Rückenhalbwertszeit eines Stoßstromes ist ein virtueller Parameter, der definiert ist als der Zeitraum zwischen dem Stoßbeginn O_1 und dem Punkt, an dem der Strom bis auf die Hälfte seines Scheitelwertes abgesunken ist

3.15

Gesamtdauer eines Blitzes T

Zeit, während der ein Blitzstrom am Einschlagpunkt fließt

3.16

Gesamtdauer eines Langzeitstroms T_{lang}

Dauer, während der die Amplitude des Stroms größer als 10 % seines Scheitelwertes ist. Falls kleine Schwingungen in der Stirn auftreten, sollte der 10 %-Zeitpunkt mit Hilfe einer Ausgleichskurve ermittelt werden.

3.17

Gesamtladung eines Blitzes Q

Zeitintegral über den Absolutwert des Stroms für die Gesamtdauer des Blitzes

3.18

Ladung eines Stoßstroms $Q_{\text{stoß}}$

Zeitintegral über den Absolutwert des Stroms für die Dauer des Stoßstroms

3.19

Ladung eines Langzeitstroms Q_{lang}

Zeitintegral über den Absolutwert des Stroms für die Dauer des Langzeitstroms

3.20

spezifische Energie eines Stoßstroms W/R

Energieumsatz, den ein Stoßstrom in einem Widerstand von 1Ω bewirkt. Er ergibt sich als das Zeitintegral über das Quadrat des Stromes für die Dauer des Stoßstromes.

ANMERKUNG Die spezifische Energie im Langzeitstrom ist vernachlässigbar.

3.21

zu schützendes Objekt

Objekt, für das ein Schutz gegen die Wirkung von Blitzen nach dieser Norm notwendig ist

ANMERKUNG Das zu schützende Objekt kann eine bauliche Anlage, ein Versorgungsnetz oder jeweils nur ein Teil davon sein.

3.22

direkter Blitzeinschlag

Blitz, der das zu schützende Objekt oder seine Blitzschutzsysteme direkt trifft

3.23

indirekter Blitzeinschlag

Blitz, der neben dem zu schützenden Objekt, neben mit ihm verbundenen Leitungen oder baulichen Anlagen oder direkt in diese einschlägt

3.24

elektromagnetischer Impuls des Blitzes [en: lightning electromagnetic impuls (LEMP)]

umfasst alle transienten Erscheinungen von Blitzeinschlägen wie Blitzströme, elektrisches und magnetisches Feld des Blitzes, ebenso wie induzierte Spannungen und Ströme

3.25

Schadensrisiko R

die durch Blitzeinschlag verursachten wahrscheinlichen jährlichen Schäden (Personen und Güter) in einem zu schützenden Objekt

3.26

akzeptierbares Schadensrisiko R_a

Maximalwert des Schadensrisikos, der für ein zu schützendes Objekt toleriert werden kann

3.27

Gefährdungspegel [en: protection level]

der Gefährdungspegel definiert den Blitz als Störquelle. Für jeden Gefährdungspegel (I bis IV) ist ein Satz von Maximum- (Dimensionierungskriterien) und Minimum- (Einfangkriterien) Werten des Blitzstroms fixiert, zusammen mit dem zugehörigen Blitzkugelradius.

3.28

Blitzschutzsystem [en: lightning protection system (LPS)]

das gesamte System nach DIN V VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3) für den Schutz einer baulichen Anlage und ihres Inhalts gegen die Auswirkungen direkter Blitzeinschläge. Es besteht sowohl aus dem Äußeren als auch aus dem Inneren Blitzschutz.

ANMERKUNG In besonderen Fällen kann das Blitzschutzsystem nur aus dem Äußeren oder aus dem Inneren Blitzschutz bestehen.

3.29

Schutzklasse eines Blitzschutzsystems [en: LPS type]

Satz von Konstruktionsregeln für ein Blitzschutzsystem nach VDE V 0185 Teil 3 (z. B. Abstände, Maschenweiten, Schutzwinkel, Leiterquerschnitte), ausgelegt nach dem zugehörigen Gefährdungspegel. Die Schutzklasse wird durch Abschätzung des Schadensrisikos ermittelt, soweit sie nicht durch Vorschriften festgelegt ist. Ihre Wirksamkeit nimmt von Schutzklasse I zu Schutzklasse IV ab.

3.30

Äußerer Blitzschutz

System, bestehend aus der Fangeinrichtung, den Ableitungen und der Erdungsanlage

3.31

Innerer Blitzschutz

zusätzliche Maßnahmen zur Verminderung der Auswirkungen des Blitzstromes innerhalb des zu schützenden Raumes, die über die für den Äußeren Blitzschutz getroffenen hinausgehen

3.32

Blitzschutz-Potentialausgleich

Teil des Inneren Blitzschutzes, der die durch den Blitzstrom verursachten Potentialunterschiede reduziert

3.33

Überspannungs-Schutzgerät [en: surge protective device (SPD)]

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

3.34

Störfestigkeit [en: resistibility]

Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, leitungsgebundene und gestrahlte Störwirkungen des Blitzes ohne Beschädigung zu überstehen

3.35

Spannungsfestigkeit [en: withstand voltage]

maximale Spannung, die eine elektrische Einrichtung ohne Beschädigung übersteht

3.36

Energiefestigkeit $W_{\max}$

maximale Energie, die eine elektrische Einrichtung ohne Beschädigung übersteht

3.37

Blitzschutzzone [en: lightning protection zone (LPZ)]

Schutzbereich, der nach der Art der Blitzgefährdung klassifiziert wird

Äußere Zonen

LPZ 0 ist eine Zone, die durch das ungedämpfte elektrische und magnetische Feld des Blitzes und durch Impulsströme bis zum vollen oder anteiligen Blitzstrom gefährdet ist.

DIN V VDE V 0185-1 (VDE V 0185 Teil 1):2002-11

- LPZ 0_A gefährdet durch direkte Blitzeinschläge, durch Impulsströme bis zum vollen Blitzstrom und durch das volle Feld des Blitzes.
- LPZ 0_B geschützt gegen direkten Blitzeinschlag. Gefährdet durch Impulsströme bis zu anteiligen Blitzströmen und durch das volle Feld des Blitzes.
- LPZ 0_C Gefahr von Berührungs- und Schrittspannungen für Lebewesen. Definiert auf Erdniveau innerhalb einer Höhe von 3 m und einem Abstand von 3 m außerhalb einer baulichen Anlage.

Innere Zonen (Geschützt gegen direkte Blitzeinschläge)

- LPZ 1 Impulsströme begrenzt durch Stromaufteilung und durch SPDs an den Zonengrenzen. Das Feld des Blitzes kann durch räumliche Schirmung gedämpft sein.
- LPZ 2 ... *n* Impulsströme weiter begrenzt durch Stromaufteilung und durch SPDs an den Zonengrenzen. Das Feld des Blitzes ist meistens durch räumliche Schirmung gedämpft.

3.38

Trennungsabstand *s* [en: separation distance]

Abstand, der zur Vermeidung gefährlicher Funkenbildung gegen Teile des Äußeren Blitzschutzes eingehalten werden muss

3.39

Sicherheitsabstand *d_s* [en: safety distance]

Abstand, der zur Vermeidung von zu hohen magnetischen Feldstärken gegen den räumlichen Schirm einer Blitzschutzzone eingehalten werden muss

3.40

Fangeinrichtung

Teil des Äußeren Blitzschutzes, der zum Auffangen der Blitze bestimmt ist

3.41

Ableitungseinrichtung

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

3.42

Erdungsanlage

Teil des Äußeren Blitzschutzes, der den Blitzstrom in die Erde einleitet und dort verteilt

3.43

Erder

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

3.44

Potentialausgleichsschiene

Schiene, an der metallene Installationen, von außen eingeführte leitende Teile, Leitungen der Energie- und Informationstechnik und andere Kabel und Leitungen mit dem Blitzschutzsystem verbunden werden können

3.45

Potentialausgleichsleiter

Leiter zum Ausgleich von Potentialen

3.46

Versorgungsleitungen

metallene Leitungen wie elektrische Leitungen, Datenleitungen, Rohre (z.B. Wasser- oder Gas-Rohre)

4 Gefährdungsanalyse

Für die Analyse der Gefährdung und möglicher Schäden durch Blitzeinschlag (siehe Abschnitt 6) werden folgende Begriffe verwendet:

- C1 bis C3: Schadensursachen
- D1 bis D4: Schadensarten
- N : Anzahl gefährlicher Ereignisse in einem Jahr
- P : Wahrscheinlichkeit eines Schadens durch ein gefährliches Ereignis
- R : Schadensrisiko
- R_a : akzeptierbares Schadensrisiko
- R_1 bis R_4 : Schadensrisiken zu den Schadensarten D1 bis D4
- S1 bis S4: Schadensquellen in Bezug auf die Einschlagstelle

5 Parameter des Blitzstroms

Die Blitzstromparameter wurden üblicherweise aus Messungen an hohen Objekten gewonnen.

Für die Anwendung der Normenreihe DIN V VDE V 0185 (VDE V 0185) werden die in den Tabellen 4, 5 und 6 angegebenen Blitzstromparameter verwendet.

Der Anhang A dieser Norm enthält Informationen über die statistischen Verteilungen der Parameter des Blitzstroms.

6 Schäden durch Blitzeinschlag

6.1 Allgemeines

An einem zu schützenden Objekt (bauliche Anlage oder Versorgungsleitung) können durch Blitzeinschläge Schäden entstehen.

Die Schadensquellen sind direkte Blitzeinschläge (in das zu schützende Objekt) oder indirekte Blitzeinschläge (Blitzeinschläge in den Erdboden in der Nähe des zu schützenden Objekts und Blitzeinschläge direkt in andere Objekte oder in deren Nähe in den Erdboden, wenn diese mit dem zu schützenden Objekt verbunden sind).

Die Schadensursachen sind elektrischer Schock von Lebewesen durch Berührungs- und Schrittspannungen, physikalische Schäden (Feuer, Explosion, mechanische und chemische Wirkungen) durch die Einwirkung des Blitzstroms einschließlich der Funkenbildung und Störungen von elektrischen und elektronischen Systemen durch Überspannungen.

Die daraus entstehenden Schadensarten sind Verlust durch Verletzung oder Tod von Personen, Verlust von Dienstleistungen für die Öffentlichkeit, Verlust von unersetzlichem Kulturgut und wirtschaftliche Verluste.

Das Schadensrisiko ist der wahrscheinliche jährliche Schaden an dem zu schützenden Objekt durch Blitzeinwirkung.

6.2 Schäden an einer baulichen Anlage

Blitzeinschläge, die eine bauliche Anlage treffen, können einen Schaden an der baulichen Anlage selbst oder den darin befindlichen Personen und Inhalten verursachen, einschließlich Ausfall von Einrichtungen, besonders von elektrischen und elektronischen Anlagen. Diese Schäden und Ausfälle können sich auch auf die Umgebung der baulichen Anlage ausdehnen und können sogar die lokale Umgebung beeinflussen. Die Größe der Ausdehnung ist von den Kennwerten der baulichen Anlage und des Blitzes abhängig.

6.2.1 Schadensquellen in Bezug auf die Einschlagstelle

Der Blitzstrom ist die ursächliche und übergeordnete Schadensquelle. Diese kann entsprechend der unterschiedlichen Einschlagstellen wie folgt aufgeteilt werden:

S1 – Direkte Blitzeinschläge in die bauliche Anlage

Diese Blitze können verursachen:

- unmittelbaren mechanischen Schaden, Brand und/oder Explosion aufgrund des Blitzkanals selbst oder durch seinen Strom (Überhitzung von Leitern) oder durch seine Ladung (Schmelzen von Metall);
- Brand und/oder Explosion, ausgelöst durch Funken, die aus Überspannungen aufgrund ohmscher oder induktiver Kopplungen entstehen;
- Verletzungen von Menschen durch Schritt- und Berührungsspannungen, die durch ohmsche oder induktive Kopplungen entstehen;
- Ausfall oder Funktionsstörung von elektrischen und elektronischen Anlagen infolge Durchgangs eines Teils des Blitzstroms und durch Überspannungen, die durch ohmsche oder induktive Kopplungen entstehen.

S2 – Blitzeinschläge in den Erdboden neben der baulichen Anlage

Diese Blitze können verursachen:

- Ausfall oder Funktionsstörung von elektrischen und elektronischen Anlagen durch Überspannungen, die durch induktive Kopplung verursacht werden.

S3 – Direkte Blitzeinschläge in eine eingeführte Versorgungsleitung

Diese Blitze können verursachen:

- Brand und/oder Explosion, ausgelöst durch Funken durch Überspannungen, die an externen, in die bauliche Anlage eingeführten Stromversorgungsleitungen auftreten;
- Verletzungen von Menschen durch Überströme und Überspannungen, die an externen, in die bauliche Anlage eingeführten Versorgungsleitungen auftreten;
- Ausfall oder Funktionsstörung von elektrischen oder elektronischen Anlagen durch Überspannungen, die an externen, in die bauliche Anlage eingeführten Versorgungsleitungen auftreten.

S4 – Blitzeinschläge in den Erdboden neben einer eingeführten Versorgungsleitung

Diese Blitze können verursachen:

- Ausfall oder Funktionsstörung von elektrischen oder elektronischen Anlagen durch Überspannungen, die in externe, in die bauliche Anlage eingeführten Versorgungsleitungen induziert werden.

ANMERKUNG 1 Der Schutz gegen Funktionsstörungen von elektrischen und elektronischen Anlagen liegt außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm. In diesem Fall sollten die entsprechenden Publikationen von TC 77 herangezogen werden.

ANMERKUNG 2 Es werden nur die Funken als brandauslösend betrachtet, die den Blitzstrom (vollständig oder teilweise) führen.

ANMERKUNG 3 Es sind jedoch nur in die bauliche Anlage eingeführte metallene Versorgungsleitungen von Bedeutung. Sämtliche derartigen Versorgungsleitungen müssen am Eintrittspunkt entweder direkt (z. B. Rohrleitungen oder Kabelabschirmungen) oder über ein SPD (z. B. spannungsführende Leiter) verbunden sein. Eine geeignete Verbindung ist eine Hauptschutzmaßnahme gegen eingeführte Stoßspannungen und -ströme.

6.2.2 Auswirkungen von Blitzeinschlägen und Schadensursachen

Ein Blitzeinschlag kann zu Schäden führen, die abhängig sind von den Eigenschaften der baulichen Anlage. Besondere Bedeutung dabei haben:

- Art der Konstruktion / Aufbau (Holz, Ziegel, Beton, bewehrter Beton, Stahlskelettaufbau);

- Verwendungszweck / Nutzungsart (Wohnhaus, Büro, Stall, Theater, Hotel, Schule, Krankenhaus, Museum, Kirche, Gefängnis, Warenhaus, Bank, Fabrik, Industrieanlage, Sportfläche);
- darin befindliche Lebewesen und Gegenstände / Inhalt (Personen und Tiere, nichtbrennbare Materialien, brennbare Materialien, nichtexplosible Gemische, explosible Gemische, gegen elektromagnetische Felder störfeste Einrichtungen oder gegen elektromagnetische Felder empfindliche Einrichtungen);
- eingeführte Installationen (Netzversorgungen, Telekommunikations- und Datenleitungen, weitere Versorgungsleitungen);
- Maßnahmen zur Begrenzung von Folgeauswirkungen des Schadens (z. B. Schutz zur Verringerung von Brandfolgen, Schutz zur Begrenzung der Konzentration von explosiblen Gemischen, Schutz zur Begrenzung von Überspannungen, Schutz zur Begrenzung von Berührungs- und Schrittspannungen);
- Ausmaß der Ausdehnung der Gefahr (bauliche Anlage mit kleiner örtlicher Gefahr, bauliche Anlage mit größerer, jedoch beschränkter Gefahr, bauliche Anlage mit Gefahr für die Umgebung, bauliche Anlage mit Gefahr für die Umwelt).

In Tabelle 1a werden Auswirkungen des Blitzeinschlages auf verschiedene bauliche Anlagenarten entsprechend ihrem Gefahrenpotential aufgeführt.

Es werden drei grundlegende Schadensursachen unterschieden, die als Folge eines Blitzeinschlages auftreten können (vgl. Tabelle 2a):

C1 – Elektrischer Schock von Lebewesen durch Berührungs- und Schrittspannungen;

C2 – Physikalische Schäden (Feuer, Explosion, mechanische und chemische Wirkungen) durch die Einwirkung des Blitzstroms einschließlich der Funkenbildung;

C3 – Störungen von elektrischen und elektronischen Systemen durch Überspannungen.

6.3 Schäden an einer Versorgungsleitung

Blitzeinwirkung auf eine Versorgungsleitung kann Schäden an der Leitung selbst, Schäden für die Versorgung sowie Schäden an mit der Leitung in Verbindung stehenden elektrischen und elektronischen Anlagen verursachen. Der Schaden kann sich auch ausdehnen auf elektrische und elektronische Anlagen im Inneren der baulichen Anlage, die an diese Versorgungsleitungen angeschlossen sind. Wie groß die Ausdehnung ist, hängt von den Kennwerten der Versorgungsleitung, der Art und dem Umfang der elektrischen und elektronischen Anlagen sowie von den Blitzstromparametern ab.

6.3.1 Schadensquellen in Bezug auf die Einschlagstelle

Der Blitzstrom ist die ursächliche und übergeordnete Schadensquelle. Diese kann entsprechend der unterschiedlichen Einschlagstellen wie folgt aufgeteilt werden:

S1 – Direkte Blitzeinschläge in eine bauliche Anlage, die von der Versorgungsleitung gespeist wird

Diese Blitze können verursachen:

- Schmelzen von metallenen Drähten und der Abschirmung von Leitungen infolge Durchgangs eines Teils des Blitzstroms durch die Versorgungsleitung;
- Durchschlag der Isolierung von Leitungen und angeschlossenen Einrichtungen durch ohmsche Kopplung;
- Durchschlag nichtmetallener Dichtungen von Rohrflanschen und deren Isolierstücke.

ANMERKUNG In die bauliche Anlage eingeführte Lichtwellenleiterkabel ohne metallene Leiter werden nicht von Blitzen beeinflusst, die die bauliche Anlage treffen.

S2 – Blitzeinschläge in den Erdboden neben der baulichen Anlage

Diese Blitze können verursachen:

- Ausfall oder Funktionsstörung von elektrischen und elektronischen Anlagen durch Überspannungen, die durch induktive Kopplung verursacht werden.

S3 – Direkte Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung

Diese Blitze können verursachen:

- unmittelbaren mechanischen Schaden der Leitungen durch elektrodynamische Beanspruchung oder thermische Auswirkungen des Blitzstromes (Bruch und/oder Schmelzen von metallenen Drähten und Abschirmungen) sowie durch den Blitzkanal selbst (Durchschlag von Kunststoff-Schutzabdeckungen);
- unmittelbaren elektrischen Schaden der Leitungen (Durchschlag der Isolierung) und der angeschlossenen Einrichtungen;
- Durchschlag von dünnen Rohrfreileitungen und von nichtmetallinen Flanschdichtungen, bei denen sich die Folgen je nach Art der geförderten Stoffe auf Brand und Explosion ausweiten können.

S4 – Blitzeinschläge in den Erdboden neben der Versorgungsleitung

Diese Blitze können verursachen:

- Durchschlag der Isolierung der Leitungen und von angeschlossenen Einrichtungen durch induktive Kopplung (induzierte Überspannungen).

ANMERKUNG Lichtwellenleiterkabel ohne metallene Leiter werden nicht von Blitzen beeinflusst, die die Erde treffen.

6.3.2 Auswirkungen von Blitzeinschlägen und Schadensursachen

Ein Blitzeinschlag kann zu Schäden führen, die abhängig sind von den Eigenschaften der Versorgungsleitung. Besondere Bedeutung dabei haben:

- Aufbau (Leitung: Freileitung, unterirdische Leitung, abgeschirmt, nicht abgeschirmt, Lichtwellenleiter; Rohrleitungen: Metall, Kunststoff);
- Funktion (Telekommunikations- und Datenleitungen, Netzversorgung, Gas- und Ölversorgung);
- angewendete Vorschriften (öffentlich, privat);
- versorgte bauliche Einrichtung (Aufbau, Inhalt, Maße, Lage);
- Maßnahmen zur Begrenzung von Folgeauswirkungen des Schadens (Trassenredundanz, Speichersysteme, Generatorsätze, unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen).

In Tabelle 1b werden Auswirkungen des Blitzeinschlages auf verschiedene Versorgungsleitungsarten entsprechend ihrem Gefahrenpotential aufgeführt.

Es werden drei grundlegende Schadensursachen unterschieden, die als Folge eines Blitzeinschlages auftreten können (vgl. Tabelle 2b):

C1 – Elektrischer Schock von Lebewesen durch Berührungs- und Schrittspannungen;

C2 – Physikalische Schäden (Brand, Explosion, mechanische Zerstörung, Freisetzung von Chemikalien) durch mechanische und thermische Auswirkungen des Blitzstromes einschließlich gefährlicher Funkenbildung;

C3 – Störungen von elektrischen und elektronischen Systemen durch Überspannungen.

6.4 Schadensarten und Schadensrisiken

Jede Schadensursache, allein oder in Kombination mit anderen, kann verschiedene Schadensarten in einer baulichen Anlage oder an einer Versorgungsleitung erzeugen. Die möglicherweise auftretende Schadensart ist von den Kennwerten der baulichen Anlage oder der Versorgungsleitung abhängig.

Unterschieden werden dabei die folgenden Schadensarten:

D1 – Verlust durch Verletzung oder Tod von Personen;

D2 – Verlust von Dienstleistungen für die Öffentlichkeit;

D3 – Verlust von unersetzlichem Kulturgut;

D4 – Wirtschaftliche Verluste (bauliche Anlagen und deren Inhalt, Versorgungsleitungen und Funktionsausfall).

ANMERKUNG 1 In einer baulichen Anlage kann mehr als ein Verlust auftreten. Der Verlust D4 tritt immer auf.

ANMERKUNG 2 An einer Versorgungsleitung können nur die Verluste D2 und D4 auftreten (an Rohrleitungen, die explosive Fluide führen, auch der Verlust D1).

ANMERKUNG 3 Die Verluste D1, D2 und D3 betreffen gesellschaftliche Werte.

Die Wechselwirkungen zwischen Schadensquellen, Schadensursachen und Schadensarten werden in Tabelle 2a für bauliche Anlagen und in Tabelle 2b für Versorgungsleitungen aufgeführt.

Die Schadensarten, die aus Schadensursachen resultieren, werden in Bild 1 angegeben.

Den genannten Schadensarten entsprechen die folgenden Schadensrisiken:

R_1 – Schadensrisiko für den Verlust durch Verletzung oder Tod von Personen;

R_2 – Schadensrisiko für den Verlust von Dienstleistungen für die Öffentlichkeit;

R_3 – Schadensrisiko für den Verlust von unersetzlichem Kulturgut;

R_4 – Schadensrisiko für wirtschaftliche Verluste.

Für jede Schadensart setzt sich das zugehörige Schadensrisiko R aus der Summe der unterschiedlichen Risiko-Komponenten R_x zusammen:

$$R = \sum_x R_x$$

Jede Risiko-Komponente R_x hängt ab von:

- der Häufigkeit von gefährlichen Ereignissen N ,
- der Schadenswahrscheinlichkeit P und
- dem Schadensfaktor δ

und kann wie folgt berechnet werden:

$$R_x = N \cdot P \cdot \delta$$

Jede Risiko-Komponente R_x hängt von der Einschlagstelle ab.