

Risikomanagement für den Blitzschutz

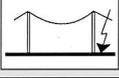
Abschätzung des Blitzschadensrisikos nach der neuen Vornorm VDE V 0185 Teil 2:2002

Ein vorausschauendes Risikomanagement beinhaltet, Risiken zu kalkulieren. Es liefert Entscheidungsgrundlagen, um diese Risiken zu begrenzen und es macht transparent, welche Risiken sinnvoll über Versicherungen abgedeckt werden sollten. Bei Unternehmen, die mit umfangreichen elektronischen Einrichtungen produzieren oder Dienstleistungen erbringen (und das sind heutzutage wohl die meisten), muss auch das Risiko durch Blitzeinwirkungen besondere Berücksichtigung finden. Dabei ist zu beachten, dass der Schaden aufgrund der Nichtverfügbarkeit der elektronischen Einrichtungen und damit der Produktion bzw. der Dienstleistung und ggf. der Verlust von Daten den Hardwareschaden an der betroffenen Anlage oft bei weitem übersteigt.

Im Blitzschutz gewinnt innovatives Denken in Schadensrisiken an Bedeutung. Risikoanalysen haben die Objektivierung und Quantifizierung der Gefährdung von baulichen Anlagen und ihrer Inhalte durch direkte und indirekte Blitzeinschläge zum Ziel. Seinen Niederschlag hat dieses neue Denken in der neuen deutschen Norm VDE V 0185 Teil 2 [1] gefunden.

► Autor

Prof. Dr.-Ing. ALEXANDER KERN ist im Fachbereich Elektrotechnik und Automation der Fachhochschule Aachen tätig; Ginsterweg 1, D-52428 Jülich
Fon: 02461/99-3042
Fax: 02461/99-3262
E-Mail: a.kern@fh-aachen.de

Einschlagstelle	Beispiel	Schadensquelle	Schadensursache	Schadensart
Bauliche Anlage		S1	C1 C2 C3	D1, D4 ^a D1, D2, D3, D4 D1 ^a , D2, D4
Erdboden neben baulicher Anlage		S2	C3	D1 ^a , D2, D4
Eingeführte Versorgungsleitung		S3	C1 C2 C3	D1 D1, D2, D3, D4 D1 ^a , D2, D4
Erdboden neben eingeführter Versorgungsleitung		S4	C3	D1 ^a , D2, D4

^a Im Falle von Krankenhäusern und explosionsgefährdeten baulichen Anlagen.
^b Im Falle von landwirtschaftlichen Anwesen (Verluste von Tieren).

S1: direkter Blitzeinschlag in baulicher Anlage
S2: Blitzeinschlag in den Erdboden neben der baulichen Anlage
S3: direkter Blitzeinschlag in die eingeführte Versorgungsleitung
S4: Blitzeinschlag in den Erdboden neben der eingeführten Versorgungsleitung

C1: elektr. Schock von Lebewesen durch Berührungs- und Schrittspannungen
C2: Feuer, Explosion, mechanische und chem. Wirkung durch physikal. Auswirkungen der Blitzentladung
C3: Störung von elektr. oder elektron. Systemen durch Überspannungen

D1: Verletzung oder Tod von Personen
D2: Verlust von Dienstleistungen für die Öffentlichkeit
D3: Verlust von unersetzlichem Kulturgut
D4: wirtschaftliche Verluste

Abb. 1:
Schadensursachen und -Arten in Abhängigkeit von der Einschlagstelle

Im folgenden Beitrag werden die Grundlagen der Risikoanalyse nach VDE V 0185 Teil 2 erläutert. Die Risikoanalyse gewährleistet, dass für ein konkretes Projekt ein für alle Beteiligten nachvollziehbares Blitzschutzkonzept erstellt werden kann, das technisch und wirtschaftlich optimiert ist, d.h. bei möglichst geringem Aufwand den notwendigen Schutz gewährleisten kann. Die sich aus der Risikoanalyse ergebenden Schutzmaßnahmen sind dann in

den weiteren Normteilen der neuen Reihe VDE V 0185 [2, 3] detailliert beschrieben.

Grundlagen der Risikoabschätzung

Das Risiko R für einen Blitzschaden ergibt sich allgemein nach VDE V 0185 Teil 2 [1] aus der Beziehung:

$$R = N \cdot P \cdot \delta \quad (1)$$

N Häufigkeit eines Blitzeinschlags in die jeweilig zu betrachtende Fläche
P Schadenswahrscheinlichkeit (Wahrscheinlichkeit für einen ganz bestimmten Schaden durch einen Blitzeinschlag)
δ Schadensfaktor zur quantitativen Schadensbewertung

Die Aufgabe der Risikoabschätzung umfasst also die Bestimmung der drei Parameter N, P und δ für alle relevanten Risikokomponenten. Dabei sind viele Einzelparameter zu ermitteln und festzulegen. Über einen Vergleich des so ermittelten Risikos R mit einem akzeptierbaren Risiko R_a können dann Aussagen über die Erfordernisse und die Dimensionierung von Blitzschutzmaßnahmen getroffen werden.

Häufigkeiten von Blitzeinschlägen

Man unterscheidet folgende Häufigkeiten von Blitzeinschlägen, die relevant für eine bauliche Anlage sein können:

- ▶ N_D : Häufigkeit von direkten Blitzeinschlägen in die bauliche Anlage
- ▶ N_M : Häufigkeit naher Blitzeinschläge mit magnetischen Wirkungen
- ▶ N_L : Häufigkeit von direkten Blitzeinschlägen in eingeführte Versorgungsleitungen
- ▶ N_I : Häufigkeit von Blitzeinschlägen neben eingeführten Versorgungsleitungen

Die Berechnung der Häufigkeiten von Blitzeinschlägen ist detailliert in Anhang A der VDE V 0185 Teil 1 dargestellt. Man geht zunächst aus von der jährlichen Dichte der Erdblitze N_g für das betreffende Gebiet

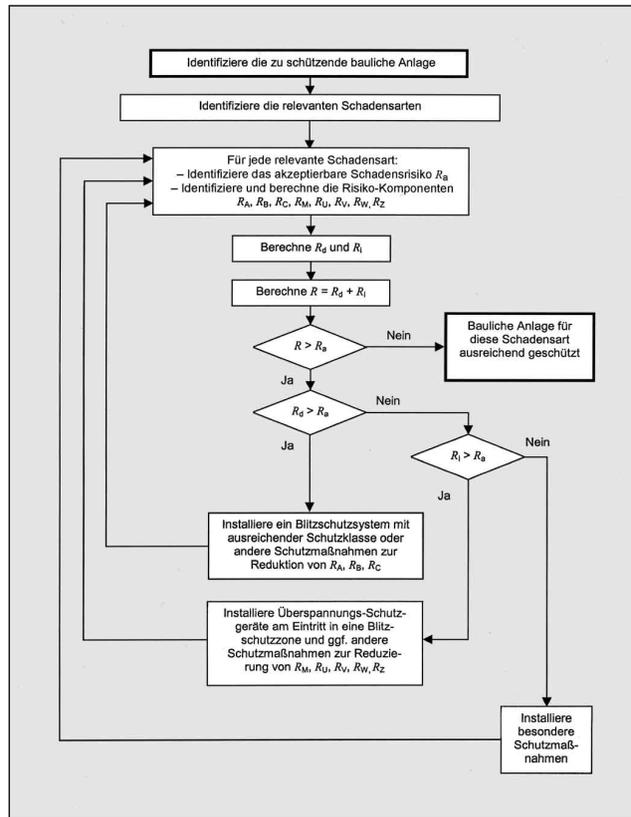


Abb. 2:
Flussdiagramm für die Auswahl von Schutzmaßnahmen

(www.blids.de). Dann gilt z.B. für die Häufigkeit direkter Blitzeinschläge N_D in die bauliche Anlage:

$$N_D = N_g \cdot A_d \cdot C_d \quad (2)$$

A_d : äquivalente Fangfläche der freistehenden baulichen Anlage
 C_d : Umgebungskoeffizient, zur Berücksichtigung des Umgebungseinflusses

In ähnlicher Weise lassen sich die Häufigkeiten N_M , N_L und N_I auf der Basis der Fangflächen A_m , A_l und A_i berechnen.

Schadenswahrscheinlichkeiten

Der Parameter Schadenswahrscheinlichkeit gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein angenommener Blitzeinschlag einen ganz bestimmten Schaden verursacht. Der Blitzeinschlag in die relevante Fläche wird also vorausgesetzt; der Wert der Schadenswahrscheinlichkeit darf dann maximal eins betragen. Unterschieden werden acht Schadenswahrscheinlichkeiten (Tab. 1).

Die Schadenswahrscheinlichkeiten ergeben sich aus unterschiedlichen Kombinationen (UND- und ODER-Verknüpfungen) von ein-

C.05

LESETIPP



Welche Internet-Plattform bietet jedem Nutzer die Möglichkeit, ein individuelles Informationsportfolio zusammenzustellen und meldet automatisch Neuerungen aus dem Bereich der Elektronik-Entwicklung?

www.publish-industry.net/ELEKTRONIK

publish industry
TECHNIK KOMMUNIZIEREN

Gollierstraße 23 · D-80339 München · Fon. +49/89/500383-0 · Fax. +49/89/500383-10 · info@publish-industry.net · www.publish-industry.net

fachen (Basis-) Wahrscheinlichkeiten p_x und Reduktionsfaktoren r_x . Die Gleichungen und die benötigten Parameterwerte sind detailliert in Anhang B der VDE V 0185 Teil 2 dargestellt.

Die einfachen Wahrscheinlichkeiten werden durch blitzschutz-technisch relevante Charakteristika in, an und außerhalb der baulichen Anlage bestimmt, die aber noch keine Schutzmaßnahmen im eigentlichen Sinne darstellen (Tab. 2). Konkrete Schutzmaßnahmen (Reduktionsfaktoren), können dann diese einfachen Wahrscheinlichkeiten reduzieren (Tab. 3).

Schadensarten und Schadensursachen

Je nach Bauart, Nutzung und Wesen der baulichen Anlage können die Schadensarten, die relevant sind, sehr unterschiedlich sein. Die VDE V 0185 Teil 2 kennt die folgenden vier Schadensarten:

- ▶ D1: Verlust von Menschenleben (Verletzung oder Tod von Personen)
- ▶ D2: Verlust von Dienstleistungen für die Öffentlichkeit

- ▶ D3: Verlust von unersetzlichem Kulturgut
- ▶ D4: Wirtschaftliche Verluste

Die genannten Schadensarten können durch drei unterschiedliche Schadensursachen (C1 bis C3) hervorgerufen werden (Abb. 1). Die Schadensursachen stellen damit in einer Kausalbeziehung die ‚Ursache‘ im eigentlichen Sinne dar, die Schadensarten die ‚Wirkung‘.

Schadensfaktor

Ist ein bestimmter Schaden in einer baulichen Anlage eingetreten, so ist die Auswirkung dieses Schadens zu bewerten. So kann z.B. ein Fehler oder Schaden an einer DV-Anlage (Schadensart D4: wirtschaftliche Verluste) sehr unterschiedliche Konsequenzen nach sich ziehen. Sofern keine geschäftsrelevanten Daten verloren gehen, ist ggf. lediglich der Hardwareschaden in Höhe von wenigen Tausend Euro zu beklagen. Hängt allerdings das gesamte Geschäft einer Unternehmung von einer ständigen Verfügbarkeit der DV-Anlage ab (Call-Center, Bank, Automatisierungstechnik), so addiert sich zum Hardwareschaden ein ungleich höherer Folge-

schaden durch Kundenunzufriedenheit, Kundenabwanderung, Entgang von Geschäftsvorgängen, Produktionsausfall, etc..

Zur Bewertung der Schadensauswirkung dient der Schadensfaktor δ . Je nach relevanter Schadensart werden damit das Ausmaß eines Schadens, die Schadenshöhe oder die Konsequenzen bewertet. In Anhang C der VDE V 0185 Teil 2 sind die Berechnungsgrundlagen für die Schadensfaktoren der vier Schadensarten angegeben. Häufig ist eine Anwendung der Gleichungen allerdings äußerst aufwändig. Für übliche Fälle werden deshalb im genannten Anhang C auch typische Werte für δ , abhängig von der zugrunde liegenden Schadensursache, vorgeschlagen.

Die Schadensfaktoren δ sind für alle relevanten Schadensarten und abhängig von den zugrunde liegenden Schadensursachen festzulegen.

Akzeptierbares Schadensrisiko von Blitzschäden

Bei der Entscheidung über die Auswahl von Blitzschutzmaßnahmen ist zu prüfen, ob das für die jeweils relevanten Schadensarten ermittelte Schadensrisiko R einen akzeptierbaren (also noch tolerierbaren) Wert R_a überschreitet oder nicht. Für eine gegen Blitzeinwirkungen ausreichend geschützte bauliche Anlage muss gelten:

$$R \leq R_a$$

Die VDE V 0185 Teil 2 unterscheidet dabei zwischen Ereignissen, die Verluste von öffentlichem Interesse nach sich ziehen können (Verletzung oder Tod von Personen, Verlust von Dienstleistungen, Verlust kultureller Werte – Schadensarten D1, D2, D3) und Ereignissen, bei denen nur privates bzw. geschäftliches Eigentum beschädigt wird (Schadensart D4). Im ersten Fall sind akzeptierbare Maximalwerte R_a von nationalen Behörden oder Organisationen festzulegen; VDE V 0185 Teil 2 gibt dafür typische Werte an. Im zweiten Fall ist die Festlegung von R_a Angelegenheit von Eigentümer bzw. Betreiber der baulichen Anlage in Zusammenarbeit mit dem Planer des Blitzschutzsystems.

Auswahl von Blitzschutzmaßnahmen

Die Maßnahmen des Blitzschutzes sollen dazu führen, dass das Schadensrisiko R auf Werte begrenzt wird, die unter dem akzeptierbaren Schadensrisiko R_a liegen. Durch die detaillierte Berechnung der Schadensrisiken für die für eine konkrete bauliche Anlage jeweils relevanten Schadensarten, d.h. durch die Aufteilung in

die einzelnen Risikokomponenten R_A bis R_Z kann die Auswahl von Blitzschutzmaßnahmen äußerst gezielt vorgenommen werden.

Das Vorgehen zeigt das Flussdiagramm aus VDE V 0185 Teil 2 (Abb. 2). Insbesondere wird dabei zunächst untersucht, ob das Risiko durch einen direkten Blitzeinschlag in die bauliche Anlage R_d das akzeptierbare Schadensrisiko R_a überschreitet. Ist dies der Fall, muss ein komplettes Blitzschutzsystem mit einem geeigneten Äußeren und Inneren Blitzschutz errichtet werden. Wenn R_d ausreichend klein ist, wird in einem zweiten Schritt überprüft, ob das Risiko durch einen indirekten Blitzeinschlag R_i das akzeptierbare Schadensrisiko R_a (noch) überschreitet. In diesem Fall sind dann (weitere) Schutzmaßnahmen (insbesondere Überspannungs-Schutzeinrichtungen) zur Verringerung von R_i zu installieren. Es können damit also jene Schutzmaßnahmen ausgewählt werden, die zu einer Verringerung solcher Risikokomponenten führen, die jeweils relativ hohe Werte aufweisen, d.h. Schutzmaßnahmen, deren Wirksamkeiten im untersuchten Fall vergleichsweise hoch sind.

Ausblick

Die VDE V 0185 Teil 2 enthält Verfahren und Daten zur Berechnung des Schadensrisikos bei Blitzeinschlägen in bauliche Anlagen und zur Auswahl von Blitzschutzmaßnahmen. Die Anwendung der angegebenen Verfahren und Daten in der Praxis ist aufwändig und nicht immer einfach. Dies sollte und darf allerdings die Experten auf dem Gebiete des Blitzschutzes, und dabei insbesondere die Praktiker, nicht davon abhalten, sich mit dieser Materie zu befassen. Die quantitative Bewertung des Blitzschaden-Risikos für eine bauliche Anlage ist eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem bisher häufig anzutreffenden Zustand, bei dem Entscheidungen für oder gegen Blitzschutzmaßnahmen allein aus subjektiven und nicht immer für alle Beteiligten nachvollziehbaren Überlegungen heraus getroffen werden. Eine solche quantitative Bewertung ist eine wesentliche Voraussetzung für die Entscheidung, ob, in welchem Umfang und welche Blitzschutzmaßnahmen für eine bauliche Anlage vorzusehen sind. Damit wird langfristig auch ein Beitrag zur Akzeptanz des Blitzschutzes und zur Schadensverhütung geleistet.

Die aufwändige und nicht immer einfache Anwendung des Verfahrens kann für die Praxis durch eine PC-gestützte Lösung deutlich verbessert werden. Die Verfahren und Daten aus VDE V 0185 Teil 2 wurden deshalb in einer AIXTHOR-Software anwenderfreundlich umgesetzt und durch weitere Bausteine, die die Anwendung weiter erleichtern und verbessern, ergänzt (www.aixthor.com).

Tabelle 1: Schadenswahrscheinlichkeiten	
Schaden	Beschreibung
P_A	Elektrischer Schock von Lebewesen durch einen direkten Blitzeinschlag in die bauliche Anlage
P_B	Feuer, Explosion, mechanische und chemische Wirkung durch einen direkten Blitzeinschlag in die bauliche Anlage
P_C	Störungen an elektrischen/elektronischen Systemen durch einen direkten Blitzeinschlag in die bauliche Anlage
P_M	Störungen an elektrischen/elektronischen Systemen durch einen Blitzeinschlag in den Erdboden neben der baulichen Anlage
P_U	Elektrischer Schock von Lebewesen durch einen direkten Blitzeinschlag in eine eingeführte Versorgungsleitung
P_V	Feuer, Explosion, mechanische und chemische Wirkung durch einen direkten Blitzeinschlag in eine eingeführte Versorgungsleitung
P_W	Störungen an elektrischen/elektronischen Systemen durch einen direkten Blitzeinschlag in eine eingeführte Versorgungsleitung
P_Z	Störungen an elektrischen/elektronischen Systemen durch einen Blitzeinschlag in den Erdboden neben einer eingeführten Versorgungsleitung

Tabelle 2: Basiswahrscheinlichkeiten	
Basiswahrscheinlichkeit	Beschreibung
P_a	für Berührungs- und Schrittspannungen außerhalb der baulichen Anlage (Oberflächenbeschaffenheit);
P_u	für Berührungs- und Schrittspannungen innerhalb der baulichen Anlage (Bodenbeschaffenheit);
P_s	zur Berücksichtigung der Schirmungseigenschaften der baulichen Anlage (Holz, Ziegel, Beton, Stahlkonstruktion, Dachaufbauten, etc.);
P_i	zur Berücksichtigung der Eigenschaften der internen Leitungen und Installationen (ungeschirmte Leitungen, geschirmte Leitungen, Kabelkanäle, Lichtwellenleiter);
P_e	zur Berücksichtigung der Eigenschaften der von außen eingeführten Versorgungsleitungen (ungeschirmte Leitungen, geschirmte Leitungen, Kabelkanäle, Lichtwellenleiter);
P_f	für die Wahrscheinlichkeit, dass eine gefährliche Entladung ein Feuer bzw. eine andere physikalische Wirkung (Explosion, mechanische oder chemische Wirkung) innerhalb der baulichen Anlage hervorruft;
P_w	zur Berücksichtigung der Spannungsfestigkeit der Einrichtungen innerhalb der baulichen Anlage.

Tabelle 3: Reduktionsfaktoren	
Reduktionsfaktor	Beschreibung
r_s	Blitzschutzsystem nach VDE V 0185 Teil 3;
r_e	Überspannungsschutz (Überspannungs-Schutzgeräte, Isoliertransformatoren) am Eingang der eingeführten Versorgungsleitungen in die bauliche Anlage;
r_w	Überspannungsschutz (Überspannungs-Schutzgeräte, Isoliertransformatoren) an den internen Einrichtungen;
r_a	Maßnahmen gegen Berührungs- und Schrittspannungen;
r_f	Maßnahmen zur Eindämmung der Auswirkungen eines Feuers.

Literatur

- [1] DIN V VDE V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2): 2002-11: Blitzschutz – Teil 2: Risikomanagement; Abschätzung des Schadensrisikos für bauliche Anlagen
- [2] DIN V VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3): 2002-11: Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen

- [3] DIN V VDE V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4): 2002-11: Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen

Beitrag als PDF im Internet:

www.publish-industry.net 
more @ click EK3C0501