



ÖVE/ÖNORM EN 62305 – Teil 2: Risikomanagement

Die neue österreichische Blitzschutznormung (2)

Dieser Beitragsteil (Teil 1 siehe *Elektrojournal* 6/2008, Seite 24) beginnt mit einer Vorschau auf die Verfahren und Daten zur Berechnung des Schadensrisikos bei Blitzeinschlägen in bauliche Anlagen und zur Auswahl von Blitzschutzmaßnahmen.

Der erste Beitragsteil fasste die einzelnen Schritte von der ÖVE-E 49:1988 bis zur Übernahme der Reihe ÖVE/ÖNORM EN 62305 zusammen. Dazu ging es auch um den aktuellen Stand bei der internationalen Normung der Reihe IEC 62305/EN 62305

Risiko-Management

Zu einem vorausschauenden Risiko-Management gehört, Risiken für ein Unternehmen zu kalkulieren. Es liefert Entscheidungsgrundlagen, um diese Risiken zu begrenzen. Außerdem entsteht so eine Transparenz, welche Risiken sinnvollerweise über Versicherungen abgedeckt werden sollten. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass sich Versicherungen zur Erreichung bestimmter Ziele nicht immer eignen.

Bei Unternehmen, die mit umfangreichen elektronischen Einrichtungen produzieren oder Dienstleistungen erbringen, muss auch das Risiko durch Blitzeinwirkungen besondere Berücksichtigung finden. Der Schaden aufgrund der Nichtverfügbarkeit der elektronischen Einrichtungen und damit der Produktion bzw. der Dienstleistung sowie ggf. der Verlust von Daten kann dabei den physikalischen Hardware-schaden an der betroffenen Anlage oft bei Weitem übersteigen.

Blitzschutz-Risikoanalysen

sollen es ermöglichen, die Gefährdung von baulichen Anlagen und deren Inhalte durch direkte und indirekte Blitzeinschläge zu objektivieren und quantifizieren. Im Gegensatz zu Deutschland, wo dieses neue Denken bereits 2002 mit der Vornorm DIN V 0185-2 VDE V 0185 Teil 2 [6] erstmals eingeführt wurde, wird in Österreich mit dem Risiko-Management im Blitzschutz nach ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 Neuland betreten.

Schadensquellen, -ursachen und -arten

Die eigentlichen **Schadensquellen** stellen die Blitzeinschläge dar, welche abhängig von der Einschlagstelle in die im Folgenden aufgeführten vier Gruppen unterteilt sind (Bild 5):

- S1 – direkter Blitzeinschlag in die bauliche 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.
- Diese Schadensquellen können unterschiedliche **Schadensursachen** hervorrufen, die letztlich die Verluste bewirken. Die Norm kennt drei Schadensursachen:
- D1 – Verletzung von Lebewesen durch elektrischen

- Schock, verursacht durch Berührungs- und Schrittspannungen;
- D2 – Feuer, Explosion, mechanische und chemische

Wirkungen durch physikalische Auswirkungen der Blitzeinschlagung;

- D3 – Ausfälle von elektrischen und elektronischen Systemen durch Überspannungen.

Je nach Bauart, Nutzung und Wesen der baulichen Anlage können die relevanten Verluste sehr unterschiedlich ausfallen. Die ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 gruppiert sie in folgende vier Schadensarten:

- L1 – Verlust von Menschenleben (Verletzung oder Tod von Personen);
- L2 – Verlust von Dienstleistungen für die Öffentlichkeit;
- L3 – Verlust von unersetzlichem Kulturgut;

Einschlagstelle	Beispiel	Schadensquelle	Schadensursache	Schadensart
Bauliche Anlage		S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^b L1, L2, L3, L4 L1 ^a , L2, L4
Erdboden neben baulicher Anlage		S2	D3	L1 ^a , L2, L4
Eingeführte Versorgungsleitung		S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^b L1, L2, L3, L4 L1 ^a , L2, L4
Erdboden neben eingeführter Versorgungsleitung		S4	D3	L1 ^a , L2, L4

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

Bild 5: Schadensquellen, -ursachen und -arten in Abhängigkeit von der Einschlagstelle

Autoren: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kern, Fachhochschule Aachen; Dr.-Ing. Ernst-Ulrich Landers, Universität der Bundeswehr München; aus *de 18/2006* und *de 19/2006*; den Österreich-Bezug stellte Dr. Gerhard Diendorfer (Bild rechts) von Aldis (Austrian Lightning Detection & Information System)



Fotos: Redaktion



- L4 – Wirtschaftliche Verluste.

Jede der genannten Schadensarten kann durch unterschiedliche Schadensursachen hervorgerufen werden. Die Schadensursachen stellen damit in einer Kausalbeziehung die „Ursache“ im eigentlichen Sinne dar, die Schadensarten die „Wirkung“ (Bild 5). Die Schadensursachen einer Schadensart können sehr vielfältig sein. Es müssen daher zunächst die relevanten Schadensarten für eine bauliche Anlage definiert werden. Daran anschließend lassen sich die zu bestimmenden Schadensursachen festlegen.

Grundlagen der Risikoabschätzung

Das Gesamtrisiko R für einen Blitzschaden ist nach ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 die Summe über alle für die jeweilige Schadensart relevanten Risikokomponenten R_x .

Die einzelne Risikokomponente R_x ergibt sich aus der Beziehung:

$$R_x = N_x \cdot P_x \cdot L_x$$

mit:

- N_x – Anzahl der gefährlichen Ereignisse, d.h. die Häufigkeit eines Blitzeinschlags mit Schadensfolge in die jeweils zu betrachtende Fläche: „Wie viele gefährliche Ereignisse treten pro Jahr auf?“
 - P_x – Schadenswahrscheinlichkeit: „Mit welcher Wahrscheinlichkeit richtet ein gefährliches Ereignis einen bestimmten Schaden an?“
 - L_x – der Verlust, d. h. die quantitative Bewertung der Schäden: „Welche Auswirkungen, Schadenshöhe, Ausmaß, Konsequenzen hat ein bestimmter Schaden?“
- Die Aufgabe der Risikoabschätzung umfasst also die Bestimmung der drei Parameter N_x , P_x und L_x für alle relevanten Risikokomponenten R_x . Durch Vergleich des

Gesamtrisikos R mit einem akzeptierbaren Risiko R_T kann man dann Aussagen über die Erfordernisse und die Dimensionierung von Blitzschutzmaßnahmen treffen.

Eine Ausnahme bildet die Betrachtung der wirtschaftlichen Verluste. Für diese Schadensart müssen sich die Schutzmaßnahmen aus einer rein wirtschaftlichen Betrachtungsweise begründen lassen. Hier gibt es also kein akzeptierbares Risiko R_T , sondern eine Kosten-Nutzen-Analyse.

Häufigkeiten gefährlicher Ereignisse

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

- N_D – verursacht durch direkte Blitzeinschläge in die bauliche Anlage;
- N_M – verursacht durch nahe Blitzeinschläge mit magnetischen Wirkungen;
- N_L – verursacht durch direkte Blitzeinschläge in eingeführte Versorgungsleitungen;
- N_I – verursacht durch Blitzeinschläge neben eingeführten Versorgungsleitungen.

Die detaillierte Berechnung dieser Häufigkeiten ist in Anhang A der ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 dargestellt. Für Objektstandort in Österreich kann die durchschnittliche jährliche Erdblitzdichte N_g auf der Internetseite www.aldis.at/blitzdichte kostenfrei abgefragt werden. Der Objektstandort kann dabei entweder aus einer Liste von ca. 20.000 Ortsnamen gewählt oder mit seinen geografischen Koordinaten vorgegeben werden. Der ermittelte Wert der Blitzdichte N_g ist der Mittelwert der von ALDIS georteten Erdblitzes auf Basis eines 1 x 1 km²-Rasters in einem insgesamt 3 x 3 km² großen Bereich, wobei der Standort innerhalb der zentralen 1 x 1 km²-Zelle liegt

(Bild 6). Durch diese Methode werden die Effekte der willkürlichen Positionierung des 1 x 1 km²-Rasters und der relativen Lage des Objektes innerhalb einer Zelle minimiert [7].

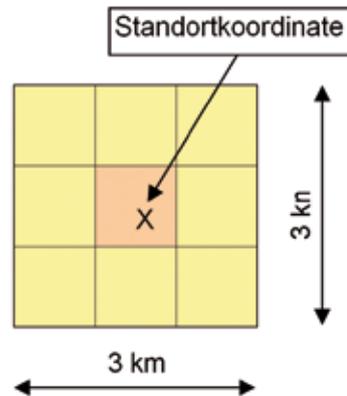


Bild 6: Lokale Blitzdichte N_g als Mittelwert in einem 3 x 3 km²-Gebiet, wobei der Standort innerhalb der zentralen 1 x 1 km²-Gitterzelle liegt

Für direkte Blitzeinschläge in die bauliche Anlage gilt:

$$N_D = N_g \cdot A_d \cdot C_d \cdot 10^{-6}$$

Hierbei ist A_d die äquivalente Fangfläche der freistehenden baulichen Anlage in m² (Bild 7) und C_d ein Standortfaktor, mit dem der Einfluss der näheren Umgebung des Standorts (Bebauung, Gelände, Bäume etc.) berücksichtigt werden kann (Tabelle 4).

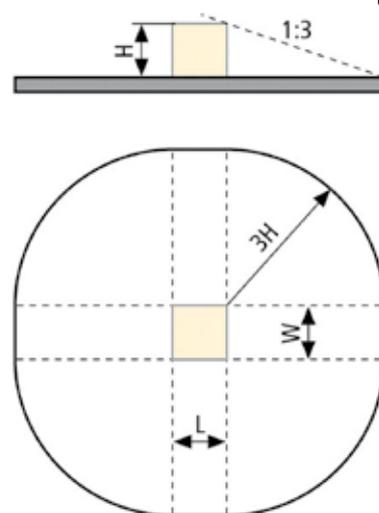


Bild 7: Äquivalente Einfangfläche A_d für direkte Blitzeinschläge in eine freistehende bauliche Anlage

Die Berechnung von N_D entspricht damit dem bereits aus der ÖVE/ÖNORM E-8049 bekannten Verfahren.

Für nahe Blitzeinschläge mit magnetischen Wirkungen gilt:

$$N_M = N_g \cdot A_m \cdot 10^{-6}$$

Der Wert A_m ergibt sich, wenn im Abstand von 250 m um die bauliche Anlage herum eine Linie gezogen wird (Bild 8).

Von der damit eingeschlossenen Fläche wird die mit dem Standortfaktor bewertete äquivalente Fangfläche der baulichen Anlage $A_d \cdot C_d$ subtrahiert. Blitzeinschläge in die Fläche A_m führen zu magnetisch

induzierten Überspannungen in Installationsschleifen im Inneren der baulichen Anlage. Hierbei ist:

- H_c – Höhe [m] der Leitung über Erdboden;
- R_{Ω} – spezifischer Widerstand [Ω m] des Erdbodens, in dem die Leitung verlegt ist, bis zu einem maximalen Wert von $R_{\Omega} = 500 \Omega$ m
- L_c – Länge [m] der Leitung, gemessen von der baulichen Anlage bis zum ersten Verteilungsknoten bzw. zur ersten Stelle, an der Überspannungsschutzgeräte installiert sind, bis zu einer maximalen Länge von 1000 m
- H_b – Höhe [m] der baulichen Anlage
- H_a – Höhe [m] der benachbarten baulichen Anlage, die über die Leitung verbunden ist.

Für direkte Blitzeinschläge in eine eingeführte Versorgungsleitung gilt:

$$N_L = N_g \cdot A_l \cdot C_d \cdot C_t \cdot 10^{-6}$$





Berücksichtigung der baulichen Lage	
Relative Lage der baulichen Anlage	C_d
Objekt ist umgeben von höheren Objekten oder Bäumen	0,25
Objekt ist umgeben von Objekten oder Bäumen mit gleicher oder niedriger Höhe	0,5
Freistehendes Objekt: keine weiteren Objekte in der Nähe (innerhalb einer Entfernung von $3 \cdot H$)	1
Freistehendes Objekt auf einer Bergspitze oder einer Kuppe	2

Tabelle 4: Standortfaktor C_d

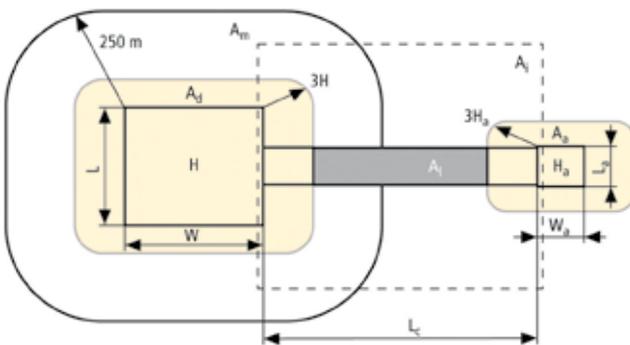


Bild 8: Äquivalente Einfangflächen A_m , A_l und A_i für indirekte Blitzeinschläge bezüglich der baulichen Anlage

Äquivalente Fangflächen		
	Freileitung	Erdverlegtes Kabel
A_l	$[L_c - 3 \cdot (H_a + H_b)] \cdot 6 \cdot H_c$	$[L_c - 3 \cdot (H_a + H_b)] \cdot \sqrt{Rho}$
A_i	$1000 \cdot L_c$	$25 \cdot L_c \cdot \sqrt{Rho}$

Tabelle 5: Äquivalente Fangflächen A_l und A_i in m^2

→ in solchen Fällen über den Korrekturfaktor $C_t = 0,25$ berücksichtigt. Der Korrekturfaktor C_d (Standortfaktor der Leitung) ergibt sich wiederum aus Tabelle 4. Die Häufigkeit N_L ist für jede Versorgungsleitung, die in die bauliche Anlage eingeführt wird, einzeln zu ermitteln. Blitzeinschläge innerhalb der Fläche A_i führen in der betrachteten baulichen Anlage zu einer in der Regel energiereichen Entladung, die ein Feuer, eine Explosion, eine mechanische oder chemische Wirkung erzeugen kann. Die Häufigkeit N_L beinhaltet also nicht nur Überspannungen mit der Folge von Fehlern oder Schäden an den elektrischen und elektronischen Systemen, sondern ebenso mechanische und thermische Effekte bei Blitzeinwirkung.

Die Fläche A_i (Bild 8) hängt ab vom Leitungstyp (Freileitung oder erdverlegtes Kabel), von der Länge L_c der Leitung, bei Kabeln vom spezifischen Erdbodenwiderstand Rho und bei Freileitungen von der Höhe H_c der Leitung über der Erdoberfläche (Tabelle 5).

Ist die Länge der Leitung nicht bekannt oder nur sehr aufwändig zu ermitteln, so kann man für die Annahme des ungünstigsten Falls einen Wert von $L_c = 1000$ m wählen. Befindet sich innerhalb der Fläche A_i keine Nieder-, sondern eine Mittelspannungsleitung, so wird durch den dann erforderlichen Transformator die Höhe der Überspannungen am Eintritt in die bauliche Anlage reduziert. Dies wird

Für Blitzeinschläge neben einer eingeführten Versorgungsleitung, die Überspannungen auf dieser Leitung verursachen, gilt:

$$N_i = N_g \cdot A_i \cdot C_c \cdot C_t \cdot 10^{-6}$$

Die Fläche A_i (Bild 8) hängt wieder ab vom Leitungstyp (Freileitung oder erdverlegtes Kabel), von der Länge L_c der Leitung, bei Kabeln vom spezifischen Erdbodenwiderstand Rho und bei Freileitungen von der Höhe H_c der Leitung über der Erdoberfläche (Tabelle 6)

Es gelten die wieder o.g. Annahmen. Die Fläche A_i ist üblicherweise wesentlich größer als A_l . Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass Überspannungen mit der Folge von Fehlern oder Schäden an den elektrischen und elektronischen Systemen auch noch durch weit von der Leitung entfernte Blitzeinschläge verursacht werden können. Der Korrekturfaktor C_t entspricht dem bereits oben genannten, C_c gibt den Einfluss der Umgebung wieder (Tabelle 6). Die Häufigkeit N_i ist dann ebenfalls für jede Versorgungsleitung, die in die bauliche Anlage eingeführt wird, einzeln zu ermitteln.

Acht verschiedene Schadenswahrscheinlichkeiten

Der Parameter Schadenswahrscheinlichkeit gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein gefährliches Ereignis einen ganz bestimmten Schaden verursacht (maximaler Wert gleich 1). Unterschieden werden insgesamt acht Scha-

denwahrscheinlichkeiten: Die Schadenswahrscheinlichkeiten bei einem direkten Blitzeinschlag in die bauliche Anlage (S1):

- P_A – Elektrischer Schock von Lebewesen
- P_B – Feuer, Explosion, mechanische und chemische Wirkung
- P_C – Ausfall von elektrischen/elektronischen Systemen.

Die Schadenswahrscheinlichkeit bei einem Blitzeinschlag in den Erdboden neben der baulichen Anlage (S2):

- P_M – Ausfall von elektrischen/elektronischen Systemen.

Bei einem direkten Blitzeinschlag in eine eingeführte Versorgungsleitung (S3) gelten folgende Schadenswahrscheinlichkeiten:

- P_U – Elektrischer Schock von Lebewesen
- P_V – Feuer, Explosion, mechanische und chemische Wirkung
- P_W – Ausfall von elektrischen/elektronischen Systemen.

Bei einem Blitzeinschlag in den Erdboden neben einer eingeführten Versorgungsleitung (S4):

- P_Z – Ausfall von elektrischen/elektronischen Systemen.

Diese Schadenswahrscheinlichkeiten sind detailliert in Anhang B der ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 dargestellt. Sie können entweder direkt aus Tabellen abgelesen werden oder sie ergeben sich als Funktion einer Kombination weiterer Einflussfaktoren.

Als Beispiel für diese Scha-

Einfluss der Umgebung	
Relative Lage der baulichen Anlage	C_e
Städtisch mit hohen Gebäuden (höher als 20 m)	0
Städtisch (Gebäude mit Höhen zwischen 10 und 20 m)	0,1
Vorstädtisch (Gebäude mit Höhen kleiner 10 m)	0,5
Ländlich	1

Tabelle 6: Umgebungsfaktor C_e



Schutzmaßnahmen gegen physikalische Schäden		
Eigenschaften der baulichen Anlage	Klasse des Blitzschutzsystems (LPS)	PB
Bauliche Anlage ist nicht durch ein LPS geschützt	–	1
Bauliche Anlage ist durch ein LPS geschützt	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Bauliche Anlage mit einer Fangeinrichtungsanlage für Blitzschutzklasse I und einer durchgehenden metallenen Gebäudekonstruktion (auch Bewehrung), die als natürliche Ableitungseinrichtung dient		0,01
Bauliche Anlage mit einem metallenen Dach oder einer Fangeinrichtungsanlage (die auch natürliche Komponenten beinhalten kann), so dass ein vollständiger Schutz aller Dachaufbauten gegen direkte Blitzschläge besteht, und einer durchgehenden metallenen Gebäudekonstruktion (auch Bewehrung), die als natürliche Ableitungseinrichtung dient		0,001

Tabelle 7: Schadenswahrscheinlichkeit P_B zur Beschreibung der Schutzmaßnahmen gegen physikalische Schäden

Abhängigkeit vom Gefährdungspegel LPL	
LPL	P _{SPD}
Kein koordinierter Überspannungsschutz	1
III – IV	0,03
II	0,02
I	0,01
Überspannungsschutzgeräte mit einer Schutzcharakteristik besser als für LPL I (höhere Blitzstromgefährdung, geringerer Schutzpegel etc.)	0,005 – 0,001

Tabelle 8: Schadenswahrscheinlichkeit P_C zur Beschreibung der Schutzmaßnahme Überspannungsschutzgeräte (SPD), in Abhängigkeit vom Gefährdungspegel LPL

denwahrscheinlichkeiten seien hier stellvertretend P_B und P_C genannt. Die Werte für beide Parameter ergeben sich aus den Tabellen 7 und 8.

Dabei ist noch darauf hinzuweisen, dass auch noch andere und davon abweichende Werte möglich sind, wenn sie auf detaillierten Untersuchungen bzw. Abschätzungen beruhen.

Verluste

Ist ein bestimmter Schaden in einer baulichen Anlage eingetreten, so ist die Auswirkung dieses Schadens zu bewerten. Damit kann z.B. ein Fehler oder Schaden an einer Datenverarbeitungsanlage (Schadensart L4 – wirt-

schaftliche Verluste) sehr unterschiedliche Konsequenzen nach sich ziehen. Sofern keine geschäftsrelevanten Daten verloren gehen, ist ggf. lediglich der Hardwareschaden zu beklagen. Hängt allerdings das gesamte Geschäft eines Unternehmens von einer ständigen Verfügbarkeit der DV-Anlage ab (z.B. Callcenter, Bank oder Automatisierungstechnik), so addiert sich zum Hardware-schaden ein ungleich höherer Folgeschaden (z.B. Kundenzufriedenheit, Kundenabwanderung oder Produktionsausfall etc.).

Zur Bewertung der Schadensauswirkung dient der Verlust L. Dabei erfolgt grundsätz-

lich eine Aufteilung nach den Schadensursachen D1 bis D3 in:

- L_t – Verluste durch Verletzungen aufgrund von Berührungs- und Schrittspannungen (D1)
- L_f – Verluste aufgrund physikalischer Schäden (D2)
- L_o – Verluste aufgrund des Ausfalls elektrischer und elektronischer Systeme (D3).

Je nach Schadensart werden damit das Ausmaß eines Schadens, die Schadenshöhe oder die Konsequenzen bewertet. Der Anhang C der ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 gibt die Berechnungsgrundlagen für die Verluste der vier Schadensarten an. Häufig ist eine Anwendung der Gleichungen allerdings äußerst aufwändig. Für übliche Fälle schlägt deshalb der Anhang C auch typische Werte für L vor. Weitere Werte dürfen verwendet werden, sofern sie auf Berechnungen oder dokumentierten Annahmen beruhen. Zusätzlich zu den Verlustfaktoren behandelt Anhang C auch noch drei Reduktionsfaktoren r_x und einen Erhöhungsfaktor h_z:

- r_a, r_u – Reduktionsfaktor für die Auswirkungen von Schritt- und Berührungsspannungen, abhängig von der Art des Erdbodens (r_a) oder Fußbodens (r_u)
- r_p – Reduktionsfaktor für Maßnahmen zur Verringerung der Folgen eines Brands
- r_f – Reduktionsfaktor zur Beschreibung des Brandrisikos einer baulichen Anlage
- h_z – Faktor, der den relativen Wert eines Verlusts bei Vorhandensein einer besonderen Gefährdung erhöht (z.B. Panik, mögliche Gefährdung der Umgebung).

Risikokomponenten bei unterschiedlichen Blitzeinschlägen

Zwischen Schadensursache,

Schadensart und sich daraus ergebenden Risikokomponenten besteht ein enger Zusammenhang. In Abhängigkeit von S1 bis S4 (bzw. von der Einschlagstelle der Blitzentladung) ergeben sich einige Risikokomponenten (Tabelle 9, Seite 28).

Bei einem direkten Blitzeinschlag in die bauliche Anlage (S1):

- R_A – Risiko für elektrischen Schock von Lebewesen
- R_B – Risiko für physikalische Schäden
- R_C – Risiko für Ausfälle von elektrischen und elektronischen Systemen.

Bei einem Blitzeinschlag in den Erdboden neben der baulichen Anlage (S2):

- R_M – Risiko für Ausfälle von elektrischen und elektronischen Systemen.

Bei einem direkten Blitzeinschlag in eine eingeführte Versorgungsleitung (S3):

- R_U – Risiko für elektrischen Schock von Lebewesen
- R_V – Risiko für physikalische Schäden
- R_W – Risiko für Ausfälle von elektrischen und elektronischen Systemen.

Bei einem Blitzeinschlag in den Erdboden neben einer eingeführten Versorgungsleitung (S4):

- R_Z – Risiko für Ausfälle von elektrischen und elektronischen Systemen.

Die insgesamt acht Risikokomponenten (grundsätzlich für jede Schadensart gesondert zu ermitteln) lassen sich nun nach der Blitzeinschlagstelle und der Schadensursache zusammenfassen.

Interessiert die Zusammenfassung nach den Schadensquellen S1 bis S4 (bzw. nach der Blitzeinschlagstelle) – also die spaltenweise Auswertung der Tabelle 9 –, ergibt sich das Risiko:

- R_d – durch einen direkten Blitzeinschlag in die bau-





		Risikokomponenten				
Schadensursache	Schadensquelle	Blitzschlag (bezogen auf bauliche Anlage)				
		Direkt	Indirekt			
		S1	S2	S3	S4	
		Direkter Blitzesein-schlag in bauliche Anlage	Blitzeinschlag in den Erdboden neben baulicher Anlage	Direkter Blitzesein-schlag in eingeführte Versorgungsleitung	Blitzeinschlag in den Erdboden neben eingeführter Versorgungslei-tung	
D1	Elektrischer Schock von Lebe-wesen	$R_A = N_D \cdot P_A \cdot r_a \cdot L_t$		$R_U = (N_L + N_{Da}) \cdot P_u \cdot r_u \cdot L_t$		$R_S = R_A + R_U$
D2	Feuer, Explosion, mechanische u. chemische Wirkungen	$R_B = N_D \cdot P_B \cdot r_p \cdot h_z \cdot r_f \cdot L_f$		$R_V = (N_L + N_{Da}) \cdot P_v \cdot r_p \cdot h_z \cdot r_f \cdot L_f$		$R_S = R_A + R_V$
D3	Störungen an elektrischen u. elektronischen Systemen	$R_C = N_D \cdot P_C \cdot L_o$	$R_M = N_M \cdot P_M \cdot L_o$	$R_W = (N_L + N_{Da}) \cdot P_w \cdot L_o$	$R_Z = (N_I + N_L) \cdot P_Z \cdot L_o$	$R_o = R_C + R_M + R_W + R_Z$
		$R_d = R_A + R_B + R_C$		$R_i = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$		

Anmerkung: Bei den Risikokomponenten R_U , R_V und R_W kommt neben der Häufigkeit von direkten Blitzeinschlägen in die Versorgungsleitung N_L noch die Häufigkeit von direkten Blitzschlägen in die verbundene bauliche Anlage N_{Da} hinzu. Dafür muss man bei der Risikokomponente R_Z die Häufigkeit von Blitzeinschlägen neben die Versorgungsleitung N_I um die Häufigkeit von direkten Blitzeinschlägen in die Versorgungsleitung N_L reduzieren

Tabelle 9: Risikokomponenten für verschiedene Einschlagstellen (Schadensquellen) und Schadensursachen

-
- liche Anlage (S1)
 - R_i – durch alle in Bezug auf die bauliche Anlage indirekten Blitzeinschläge (S2 bis S4).
Soll dagegen nach den Schadensursachen D1 bis D3, also Tabelle 9, zeilenweise, untersucht werden, lassen sich die Risiken wie folgt zusammenfassen:
 - R_s – für elektrischen Schock von Mensch oder Tier, verursacht durch Berührungs- und Schrittspannungen (D1)
 - R_f – für Feuer, Explosion, mechanische und chemische Wirkung, verursacht durch mechanische und thermische Effekte bei Blitzeinwirkung (D2)
 - R_o – für Störungen von elektrischen und elektronischen Systemen, verursacht durch Überspannungen (D3).

Akzeptierbares Schadensrisiko von Blitzschäden

Bei der Entscheidung über die Auswahl von Blitzschutz-

maßnahmen ist zu prüfen, ob das für die jeweils relevanten Schadensarten ermittelte Schadensrisiko R einen akzeptierbaren (also noch tolerierbaren) Wert R_T überschreitet oder nicht. Dies gilt allerdings nur für die drei Schadensarten L1 bis L3, welche von so genanntem öffentlichem Interesse sind. Hier muss für eine gegen Blitzeinwirkungen ausreichend geschützte bauliche Anlage gelten:

$$R < R_T$$

Akzeptierbares Risiko	
Schadensart	R_T
L1: Verlust von Menschenleben (Verletzung oder Tod von Personen)	$10^{-5}a^{-1}$
L2: Verlust von Dienstleistungen für die Öffentlichkeit	$10^{-3}a^{-1}$
L3: Verlust von unersetzlichem Kulturgut	$10^{-3}a^{-1}$

Tabelle 10: Typische Werte für das akzeptierbare Risiko R_T

Die Tabelle 10 zeigt die in ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 angegebenen Werte für R_T für diese drei Schadensarten.

Auswahl von Blitzschutzmaßnahmen

Die Maßnahmen des Blitz-

schutzes sollen das Schadensrisiko R auf Werte unter dem akzeptierbaren Schadensrisiko R_T begrenzen. Durch die detaillierte Berechnung der Schadensrisiken für die jeweils relevanten Schadensarten und durch die Aufteilung in die einzelnen Risikokomponenten R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W und R_Z , kann die Auswahl von Blitzschutzmaßnahmen für eine konkrete bauliche Anlage äußerst gezielt vorgenommen werden. Die entsprechende Vorgehensweise zeigt das Fluss-

diagramm aus ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 (Bild 9).

Nationale Vorgaben von Risikoparametern

Die im informativen Anhang C dieser ÖVE/ÖNORM angeführten Werte sind von

IEC vorgeschlagene Richtwerte zur Abschätzung des auftretenden Verlustes in einer baulichen Anlage. Es wurde von IEC anerkannt, dass diese Werte nicht für alle Anwender dieser Bestimmung angemessen sind und daher von den jeweiligen nationalen Komitees abweichende Werte zu diesen Verlustfaktoren eingebracht werden dürfen.

Für Österreich wurden durch das nationale Technische Komitee Blitzschutz (TK BL), die folgenden drei Faktoren abgeändert:

- Schadensfaktor L_f für den Verlust von Menschenleben aufgrund physikalischer Schäden (ÖVE/ÖNORM EN 62305-2, Tabelle C.1): Es gilt $L_f \geq 0,1$ unabhängig von der Art der baulichen Anlage
- Schadensfaktor L_o für den Verlust von Menschenleben in der baulichen Anlage aufgrund des Ausfalls innerer Systeme (ÖVE/ÖNORM EN 62305-2, Tabelle C.1): Unabhängig von der Art der baulichen Anlage gilt $L_o \geq 0,01$
- Reduktionsfaktor r_f für den

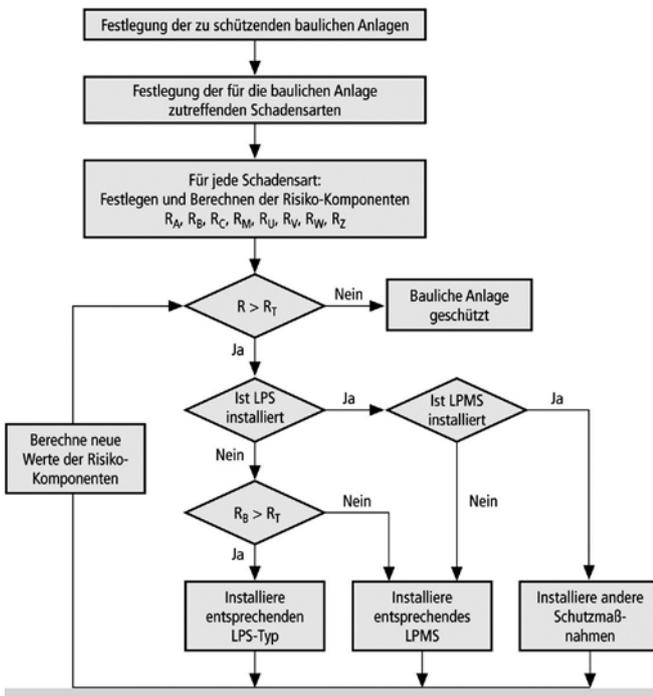


Bild 9: Flussdiagramm für die Auswahl von Schutzmaßnahmen für die Schadensarten L1 bis L3

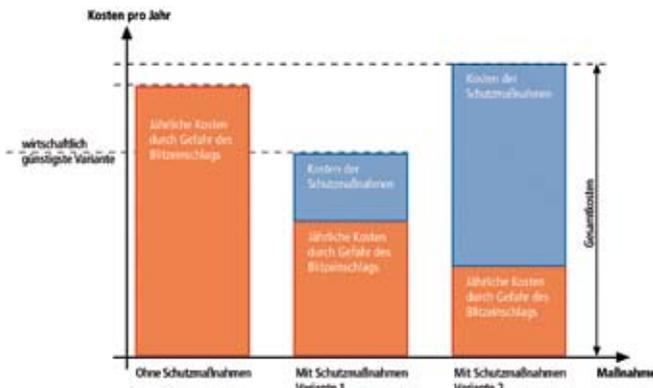


Bild 10: Grundsätzliches Vorgehen bei rein wirtschaftlicher Betrachtungsweise

Verlust durch physikalische Schäden, der das Brandrisiko in einer baulichen Anlage berücksichtigt (ÖVE/ÖNORM EN 62305-2, Tabelle C.4): Unabhängig vom Brandrisiko gilt $r_f \leq 0,5$

Wirtschaftliche Aspekte des Schadensrisikos bei Blitzeinschlägen

Jährliche Kosten

Für viele bauliche Anlagen ist die Schadensart L4, wirt-

schäftliche Verluste, relevant. Hier kann man nicht mehr mit einem akzeptierbaren Schadensrisiko R_T arbeiten. Vielmehr ist zu vergleichen, ob sich die Schutzmaßnahmen aus ökonomischer Sicht begründen lassen. Vergleichsmaßstab ist also keine absolute Größe, wie ein vorgegebenes akzeptierbares Schadensrisiko R_T , sondern eine relative: Verschiedene Schutzzustände der baulichen Anlage werden miteinander verglichen und der optimale realisiert – d.h.

der Schutzzustand mit den geringsten verbleibenden Kosten. Man kann und soll hier also mehrere Varianten untersuchen.

Grundsätzlich geht man bei der Ermittlung der jährlichen Kosten nach folgender Methodik vor (siehe auch Bild 10):

- **Jährliche Kosten durch Blitzeinschlag** = Schadenshöhe x jährliche Eintrittswahrscheinlichkeit. Dabei stellt die Schadenshöhe die Wiederherstellungskosten zzgl. der Folgekosten (z.B. Produktionsausfall oder Verlust von Daten) dar.
- **Jährliche Kosten der Schutzmaßnahmen** = Abschreibung, Wartung und Zinsverluste (pro Jahr).

Bild 11 zeigt das dazugehörige Flussdiagramm aus ÖVE/ÖNORM EN 62305-2. Diese neue Methodik wird zunächst mit Sicherheit neue Diskussionen in den Fachkreisen entfachen, setzt sie doch voraus, dass schon vor der eigentlichen Planung von Blitzschutzmaßnahmen eine (grobe) Abschätzung der Kosten dieser Maßnahmen vorgenommen werden kann. Eine detaillierte und gepflegte einschlägige Datenbank kann hier gute Dienste leisten.

In der Regel sind bei einer baulichen Anlage neben der Schadensart L4 auch eine oder mehrere der anderen Schadensarten L1 bis L3 relevant.

In diesen Fällen ist zunächst die in Bild 9 dargestellte Vorgehensweise anzuwenden, d.h. das Schadensrisiko R muss für die Schadensarten L1 bis L3 jeweils kleiner sein als das akzeptierbare Schadensrisiko R_T . Ist dies der Fall, wird dann in einem zweiten Schritt die Rentabilität der geplanten Schutzmaßnahmen nach Bild 10 und Bild 11 überprüft. Auch hier sind natürlich wieder mehrere Schutzvarianten möglich. Hierbei sollte die günstigste realisiert werden, jedoch immer unter der Voraussetzung, dass stets für alle relevanten Schadensarten von öffentlichem Interesse L1 bis L3 gilt: $R < R_T$.

Von Beginn an war klar, dass man diese Norm ohne Hilfsmittel – also ohne Software-Tool – praktisch kaum anwenden kann und es sind Hilfsmittel unerlässlich, wenn sich die Norm am Markt durchsetzen soll. Der ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 liegen

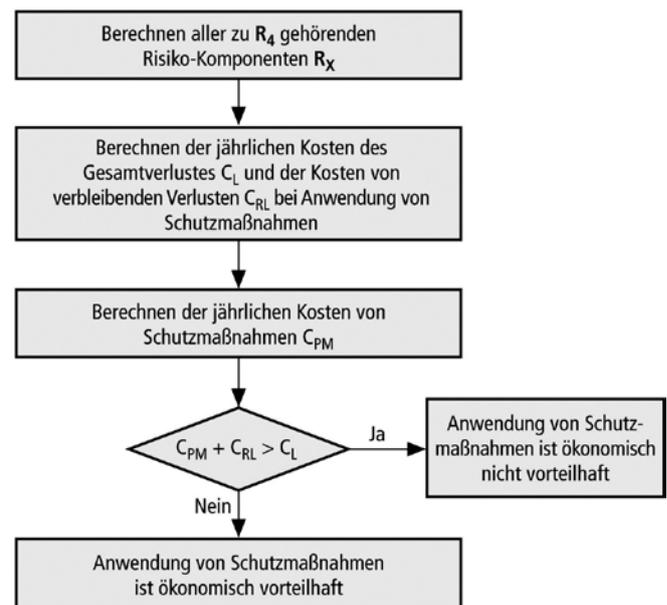


Bild 11: Flussdiagramm für die Auswahl von Schutzmaßnahmen bei wirtschaftlichen Verlusten



→

daher zwei Software-Tools bei, die in der Lage sind, diese komplexen Anforderungen zu erfüllen:

- **(1) Der vereinfachte Blitz-Risiko-Rechner** (Simplified IEC Risk Assessment Calculator „SIRAC“), der als Anhang J integraler Bestandteil der neuen ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 ist. Allerdings lässt dieser nur eine stark eingeschränkte Berechnung zu, da viele Parameter gar nicht oder nur begrenzt ausgewählt und eingegeben werden können.
- **(2) Risiko Analyse Software (RAS):** Wegen der oben genannten Einschränkungen der SIRAC Software hat das für die nationale Normung zuständige Technische Komitee Blitzschutz beschlossen, zusätzlich eine Berechnungs-Software, welche diese Einschränkungen der IEC Software nicht aufweist, auf der Basis einer EXCEL®-Tabellenkalkulation als Teil von

ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 zu veröffentlichen.

Es ist dies eine auf österreichische Verhältnisse angepasste Version der auch in Deutschland mit Beiblatt 2 zur VDE 0185-305-2:2006 veröffentlichten Risikosoftware. In der österreichischen Version sind die bereits erwähnten vom TK BL abweichend festgelegten Faktoren L_p , L_o und r_f eingearbeitet.

Der Link zum Download der beiden beschriebenen Software-Werkzeuge als komprimierte Dateien vom Server des ÖVE ist am Ende des nationalen Vorwortes von ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 zu finden.

Es ist anzunehmen, dass in Zukunft auch kommerzielle Programme auf der Basis von Datenbanken auf den Markt kommen, die die volle Funktionalität der neuen Norm widerspiegeln und darüber hinaus auch noch die Bearbeitung und Speicherung weiterer Projektdaten und weitere Berechnungen zulassen.

Ausblick

Die ÖVE/ÖNORM EN 62305-2:2008 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 eingehend zu befassen. Die quantitative Bewertung des Blitzschadenrisikos für eine bauliche Anlage stellt eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem nach wie vor häufig anzutreffenden Zustand dar, bei dem Entscheidungen für oder gegen Blitzschutzmaßnahmen häufig allein aus subjektiven und nicht immer für alle Beteiligten nachvollziehbaren Überlegungen heraus getroffen werden.

Eine solche quantitative

Bewertung ist also eine wesentliche Voraussetzung für die Entscheidung, ob und in welchem Umfang und welche Blitzschutzmaßnahmen für eine bauliche Anlage vorzusehen sind. Damit erreicht man langfristig auch eine größere Akzeptanz der Anlagenbetreiber hinsichtlich des Blitzschutzes und der Schadensverhütung.

Literatur des zweiten Beitrags

[6] Vornorm DIN V 0185-2 VDE V 0185 Teil 2 [6] 2002

[7] Diendorfer, G., W. Schulz: Die lokale Blitzdichte als wesentliche Eingangsgröße bei der Risikobetrachtung, Beitrag zur 3. VDE-ABB Tagung, Neu-Ulm 1999

Diese vierteilige Serie über die neue Blitzschutznorm ÖVE/ÖNORM EN 62305 wird in den nächsten *Elektrojournal*-Ausgaben fortgesetzt.