

Gesetzliche Regelung
Wetter-Entstehung
Blitzschutzanlagen

Dieter Engel

Praxishandbuch Blitzschutz

Normenentwicklung der letzten fünf Jahrzehnte in Österreich

IMPRESSUM

Praxishandbuch Blitzschutz

Normenentwicklung der letzten fünf Jahrzehnte in Österreich

Autoren: Dipl.-Ing. Dieter Engel

Medieninhaber:

TÜV AUSTRIA AKADEMIE GMBH
Leitung: Mag. (FH) Christian Bayer
1100 Wien, Gutheil-Schoder-Gasse 7a
Tel.: +43 (1) 617 52 50-0
Fax: +43 (1) 617 52 50-8145
E-Mail: akademie@tuv.at
www.tuv-akademie.at



Produktionsleitung: Michael Thomas

Layout und Coverretusche: Markus Rothbauer

Druck: Paul Gerin GmbH & Co. KG

Fotos: Andreas Amsüss/TÜV AUSTRIA Media, Grafenegg Kulturbetriebsgesellschaft m.b.H., fotolia.com, vde.com, Indelec lightning protection, Hartl-Haus, Phoenix contact, Dehn + Söhne, TÜV AUSTRIA-Archiv

© 2014 TÜV AUSTRIA AKADEMIE GMBH

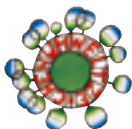
Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere die Rechte der Verbreitung, der Vervielfältigung, der Übersetzung, des Nachdrucks und der Wiedergabe bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwertung – dem Verlag vorbehalten.

Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anders Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Medieninhabers reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Haftungsausschluss:

Der Inhalt dieses Buches wurde sehr sorgfältig erstellt und dokumentiert ausschließlich die Meinung des Verfassers. Bei rechtlichen Auseinandersetzungen und anderen Interpretationen gilt der Text der Norm. Es können daher auch keine Ansprüche gegenüber dem Verfasser und/oder Herausgeber gemacht werden.

Zur leichteren Lesbarkeit wurde die männliche Form gewählt. Selbstverständlich gelten alle Formulierungen für Männer und Frauen in gleicher Weise.



Produziert nach den Richtlinien des Österreichischen Umweltzeichens, UZ 24 Druckerzeugnisse.
UW 756 – Paul Gerin GmbH & Co. KG

PASSENDE LÖSUNGEN IM MODERNEN BLITZSCHUTZ

Jährlich gehen über 280.000 Blitze über Österreich nieder, die einen Versicherungsschaden von etwa 25 Millionen Euro anrichten. Ein heftiger Gewittertag in Österreich produziert einige tausend Blitzschläge.

Heute hilft die Technik gegen die Naturgewalten. Bauwerke, Maschinenpark und Computernetzwerke können über Einrichtungen des Blitz- und Überspannungsschutzes gegen Blitzschlag geschützt werden.

Der TÜV AUSTRIA Geschäftsbereich Elektrotechnik unterstützt Unternehmen, Institutionen und Private als unabhängiger Sachverständiger bei der Erstellung von Blitzschutzkonzepten, Bauplanung, Ausschreibung, Anbotsprüfung, Bauüberwachung, usw. bis hin zur Abnahmeprüfung.

Unser Bildungsinstitut, die TÜV AUSTRIA Akademie, bietet eine Reihe von fachspezifischen Seminaren zum Thema Blitzschutz an – von der Blitzschutznorm über Blitzschutzsysteme für bauliche Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen bis hin zur Risikoanalyse und Risikobewertung als Basis für ein wirtschaftlich und technisch optimiertes Blitzschutzkonzept.

Unsere Blitzschutzexperten – sie sind allesamt langjährig praxiserprobt – liefern aber nicht nur Grundlagenwissen und Fachinformationen, sondern vor allem auch immer passende Lösungen für alle Aufgabenstellungen des modernen Blitzschutzes.

Der Autor des nunmehr vorliegenden Praxishandbuches Blitzschutz, Dipl.-Ing. Dieter Engel, war Jahrzehnte lang im Blitzschutz führend tätig, Ich freue mich, dass seine Expertisen als Sachverständiger und Praktiker nunmehr gebündelt in einem Buch vorliegen.



Ich wünsche dem Praxishandbuch Blitzschutz die entsprechende Verbreitung und freue mich, dass wir als TÜV AUSTRIA Gruppe einen zusätzlichen Beitrag dazu leisten können, Gefahren durch Blitzeinschläge für Personen, bauliche Anlagen, elektrische und elektronische Systeme erheblich zu vermindern.

Dipl.-Ing. Dr. Stefan Haas

Vorstandsvorsitzender
TÜV AUSTRIA HOLDING AG

PERSÖNLICHE UND UNTERNEHMERISCHE SICHERHEIT

Ob für ein bestimmtes Objekt eine Blitzschutzanlage zu errichten ist, wird durch die Bauordnung, die Gewerbeordnung, die Feuerpolizeiordnung oder auch im Arbeitnehmerschutz bestimmt. Für privat genutzte Gebäude bestehen diese Bestimmungen zumeist nicht.

„Es wird schon nichts passieren“, oder „Ich bin eh' versichert“ sind – leider – bis heute oft getätigte Aussagen. Das Problem dabei: man weiß halt nie, wann etwas passiert oder was dann genau im „Kleingedruckten“ der Versicherungspolizze steht.

Blitzschutz zahlt sich somit in jedem Fall aus. Für alle, die ein Objekt errichten, renovieren, bewohnen, in diesem arbeiten. Denn hat ein Blitz den Weg ins Haus gefunden, setzt er seine zerstörerische Kraft augenblicklich frei! Ohne Schutzanlage kann ein Blitz sämtliche elektrische und elektronische Geräte zerstören oder einen Brand verursachen und zur tödlichen Gefahr für Mensch und Tier im Gebäude werden.

Es wurden schon Blitze mit bis zu 200 Kiloampere gemessen. Hier ist ein funktionsfähiger Blitzschutz bei der Zunahme elektrischer und elektronischer Geräte geradezu ein Muss.

Ein einziger Blitzschlag kann also ein Lebenswerk vernichten. Wir vom TÜV AUSTRIA sorgen mit allen Errichtern, Nutzern oder Betreibern von privaten und öffentlichen Gebäuden, Unternehmen, landwirtschaftlich genutzten Objekten und überall sonst noch, wo Blitzschlag zur Gefahr für Leib und Leben werden kann, dafür, dass es nicht so weit kommt.

Dass einer der renommiertesten Kenner der Materie, unser langjähriger Kollege und Freund, Dieter Engel, sich der Mühe unterzogen hat, alles was im Bereich Blitzschutz relevant ist, in Theorie und Praxis aufzuschreiben, freut mich ganz besonders.



Möge dieses Buch mithelfen, das Bewusstsein zu schärfen, dass Blitzschutz uns alle angeht. Und somit dazu beitragen, für ein Stück mehr persönliche oder unternehmerische Sicherheit zu sorgen.

Dipl.-Ing. Friedrich Bittermann

Leiter Geschäftsbereich Elektrotechnik,
Explosionsschutz und Brandschutz
TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH

Abb. 0: Open-Air-Bühne Grafenegg Wolkenturm



VORWORT

Die steigende Anzahl von Schadensfällen durch direkte und indirekte Blitzeinwirkungen mit rasant steigender Schadenshöhe hat die Nachfrage nach einem sicheren Blitzschutz für bauliche Anlagen und elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen gesteigert.

Dieses Buch richtet sich an Personen, die mit der Planung, Errichtung, Prüfung, Beurteilung und Instandhaltung von Blitzschutzsystemen befasst sind, sowie an Blitzschutzexperten in Behörden und Versicherungen. Darüber hinaus ist es als Nachschlagewerk für alle an Blitz und Blitzschutz Interessierten gedacht.

Das Praxishandbuch bringt allen mit Blitz und Blitzschutz befassten Personen nicht nur den Normeninhalt der letzten Jahrzehnte bis zum aktuellen Stand der Technik, sondern auch den aktuellen physikalischen Hintergrund von Blitz und Blitzschutz näher.

Dieses Wissen soll es dem Leser auch ermöglichen Blitzschutzsysteme für bauliche Anlagen zeitgenössischer Architektur auszuführen (Abb. 0). Diese weichen vielfach von den einfachen, der Norm zugrunde liegenden, Bauwerken (Quader) ab. Darüber hinaus sollen Lösungen von in der Praxis immer wieder vorkommenden außergewöhnlichen Problemen zum Blitzschutz – im Sinne der Schutzzieleerfüllung – dadurch möglich sein.

Dipl.-Ing. Dieter Engel

Wien, im Oktober 2014

INHALT

| | |
|---|-----------|
| 1 Einleitung | 15 |
| 1.1 Rückblick | 15 |
| 1.2 Zielsetzung | 19 |
| 1.3 Gefährdung durch Blitzschlag | 20 |
| 2 Gesetzliche Regelung in Österreich | 23 |
| 2.1 Elektrotechnikgesetz ETG | 23 |
| 2.2 Durchführungsverordnungen, Elektrotechnikverordnungen | 23 |
| 2.3 Elektroschutzverordnung 2012 – ESV 2012 | 24 |
| 3 Normungsorganisationen, Berufsverbände | 24 |
| 3.1 International Organization for Standardization (ISO) | 24 |
| 3.2 Institute of Electrical and Electronics Engineer (IEEE) | 25 |
| 3.3 International Electrotechnical Commission (IEC) | 25 |
| 3.4 Comité de Normalisation Électrotechnique (CENELEC) | 25 |
| 3.5 Austrian Standards Institute (ASI), früher Österreichischer Verband für Elektrotechnik (ÖVE) | 26 |
| 3.6 Conseil International des Grands Reseaux Electriques (CIGRE) | 26 |
| 4 Entwicklung der Blitzschutznormen in Österreich | 27 |
| 5 Entstehung von Wetter, Gewitter und Blitzen | 31 |
| 6 Erdung | 49 |
| 6.1 Definitionen | 49 |
| 6.2 Arten der Erder | 51 |
| 6.3 Einteilungen der Erder nach deren Funktion | 51 |
| 6.4 Ausbreitungswiderstand R_A , Stoßerdungswiderstand R_{St} | 52 |
| 6.4.1 Messung | 53 |
| 6.5 Spezifischer Erdwiderstand ρ_E | 58 |
| 6.5.1 Messung des spezifischen Erdwiderstandes ρ_s | 59 |
| 6.6 Korrosion | 63 |
| 6.6.1 Korrosion durch Elementbildung | 64 |
| 6.6.2 Eigenkorrosion | 67 |
| 6.6.3 Korrosion durch chemische Einflüsse des Bodens | 67 |
| 7 Blitzschutzanlagen ÖVE-E 49/1988 | 71 |
| 7.1 Fangvorrichtungen | 72 |
| 7.2 Ableitungen | 72 |
| 7.3 Blitzschutzerdung | 73 |
| 7.4 Näherungen der Blitzschutzanlage an Metallteile oder an die elektrische Anlage | 76 |
| 7.5 Explosionsgefährdete Betriebsstätten | 78 |
| 7.6 Zusätzlicher Blitzschutz an Bauten, in denen elektrische Betriebsmittel mit elektronischen Bauteilen installiert sind (EBMmeB) | 82 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 8 | Blitzschutznorm | 85 |
| | ÖVE/ÖNORM E 8049-1/2001-07-01 | 85 |
| 8.1 | Allgemeines | 85 |
| 8.2 | Blitzparameter und Wirkungsparameter | 87 |
| 8.2.1 | Blitzstromscheitelwert I (kA) | 89 |
| 8.2.2 | Mittlere Blitzsteilheit $\Delta i/\Delta t$ | 91 |
| 8.2.3 | Ladung des Blitzes Q_{gesamt} Materialabtrag und -abschmelzungen | 93 |
| 8.2.4 | Spezifische Energie W/R (MJ/ Ω) | 95 |
| 8.3 | Anwendungsbereich | 97 |
| 8.4 | Schutzklassenermittlung | 100 |
| 8.4.1 | Äquivalente Fangfläche A_e | 104 |
| 9 | Äußerer Blitzschutz | 111 |
| 9.1 | Allgemeines | 111 |
| 9.2 | Fangeinrichtung | 112 |
| 9.2.1 | Anordnung von Fangeinrichtungen | 112 |
| 9.2.2 | Schutz ebener Flächen unter Verwendung des Maschenverfahrens | 115 |
| 9.2.3 | Schutz ebener Flächen unter Verwendung des Schutzwinkelverfahrens. | 116 |
| 9.2.4 | „Natürliche“ Bestandteile | 117 |
| 9.2.5 | Schutz von architektonisch komplizierteren baulichen Anlagen | 119 |
| 9.3 | Ableitungseinrichtung | 120 |
| 9.3.1 | Allgemeines | 120 |
| 9.3.2 | Getrenntes Blitzschutzsystem | 120 |
| 9.3.3 | Nicht getrenntes Blitzschutzsystem | 121 |
| 9.3.4 | „Natürliche“ Bestandteile | 126 |
| 9.4 | Erdungsanlage | 127 |
| 9.4.1 | Allgemeines | 127 |
| 9.4.2 | Erderanordnung | 128 |
| 10 | Innerer Blitzschutz | 139 |
| 10.1 | Allgemeines | 139 |
| 10.2 | Blitzschutz-Potenzialausgleich (BPA) | 142 |
| 10.3 | Ermittlung der Querschnitte von Kabelschirmen und Potenzialausgleichsleitern | 148 |
| 10.3.1 | Anteilige Blitzströme I_f auf eingeführten Leitungen und auf äußeren leitenden Teilen | 148 |
| 10.3.2 | Ermittlung der Mindestschirmquerschnitte von Kabel und Leitungen | 152 |
| 10.4 | Ermittlung des Sicherheitsabstandes s | 154 |
| 10.4.1 | Stromsteilheits-Koeffizient k_i | 158 |
| 10.4.2 | Materialkoeffizient k_m | 159 |
| 10.4.3 | Stromaufteilungskoeffizient k_c | 161 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 11 | Instandhaltung und Prüfung von Blitzschutzsystemen | 187 |
| 11.1 | Allgemeines | 187 |
| 11.2 | Prüfung | 187 |
| 11.3 | Zeitpunkt der Prüfungen | 188 |
| 11.3.1 | Während der Errichtung der baulichen Anlage | 188 |
| 11.3.2 | Nach Fertigstellung der baulichen Anlage und des Blitzschutzsystems ist zu prüfen, dass | 189 |
| 11.3.3 | Periodische Wiederholungsprüfungen sollen gewährleisten, dass | 189 |
| 11.3.4 | Zusätzliche Überprüfung nach Veränderungen, nach Reparaturen oder nach einem Blitzeinschlag soll gewährleisten, dass: | 189 |
| 11.4 | Prüfintervalle | 190 |
| 11.5 | Mindestinhalt der Prüfungen | 190 |
| 11.6 | Dokumentation der durchgeführten Prüfungen, Prüfbefund | 191 |
| 12 | Gegenüberstellung der beiden Blitzschutznormen | 193 |
| 13 | ÖVE/ÖNORM EN 62305 Reihe: Blitzschutz | 197 |
| 13.0 | Allgemeines | 197 |
| 13.1 | Inhalt von ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 <i>Blitzschutz, Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen</i> | 200 |
| 13.2 | Anwendungsbereich | 201 |
| 13.3 | Begriffe | 201 |
| 13.4 | Schutzklasse des Blitzschutzsystems LPS | 201 |
| 13.4.1 | Blitzstromparameter | 202 |
| 13.5 | Äußeres Blitzschutzsystem | 207 |
| 13.5.1 | Allgemeines | 207 |
| 13.5.2 | Fangeinrichtungen | 207 |
| 13.5.3 | Ableiteinrichtungen | 214 |
| 13.5.4 | Erdungsanlage | 221 |
| 13.6 | Inneres Blitzschutzsystem | 222 |
| 13.6.1 | Allgemeines | 222 |
| 13.6.2 | Isolationskoordination, Überspannungskategorie | 227 |
| 13.6.3 | Überspannungsschutzgeräte ÜSG (Surge protection device SPD) | 231 |
| 13.6.4 | Elektrische Isolierung vom Äußeren Blitzschutzsystem | 234 |
| 13.7 | Wartung und Prüfung von Blitzschutzsystemen | 238 |
| 13.8 | Schutzmaßnahmen gegen Verletzungen von Personen durch Berührungs- und Schrittspannungen | 239 |
| 13.8.1 | Schutzmaßnahmen gegen Berührungsspannungen | 239 |
| 13.8.2 | Schutzmaßnahmen gegen Schrittspannungen | 240 |
| 13.9 | Blitzschutz-Management – ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 | 241 |

| | |
|---|------------|
| 14 Unterschiede | |
| ÖVE/ÖNORM E 8049-1/2001 – ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2006 | 249 |
| 15 Zusammenfassung | 253 |
| 16 Verzeichnisse | 259 |
| 16.1 Literaturverzeichnis | 259 |
| 16.2 Abbildungsverzeichnis | 260 |
| 16.3 Tabellenverzeichnis | 262 |
| 16.4 Stichwortverzeichnis | 263 |
| TÜV AUSTRIA | |
| Dienstleistungen und Schulungsangebote Elektrotechnik/Blitzschutz | 267 |

DER AUTOR

Dipl.-Ing. Dieter Engel, Jahrgang 1941, absolvierte nach der technischen Mittelschule die TU Wien, Studienrichtung Starkstromtechnik.

Anschließend arbeitete er in der technischen Planung und im Verkauf von Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsschaltanlagen. Mehr als drei Jahrzehnte war er als technischer Sachverständiger und als stellvertretender Leiter des Geschäftsbereiches Elektrotechnik, Explosionsschutz und Blitzschutz beim TÜV AUSTRIA tätig. Die Tätigkeitsbereiche

umfassten Erstellung von Gutachten und Durchführung von Prüfungen in den Fachbereichen elektrische Betriebsmittel, Nieder- und Hochspannungsanlagen, explosionsgeschützte Anlagen und Blitzschutz-, Erdungs- und Potenzialausgleichsanlagen.



Der Autor war Mitglied im Technischen Komitee Blitzschutz des ÖVE bei der Erarbeitung und Überarbeitung von Blitzschutznormen.

Sein Fachwissen hat er in einer Vielzahl von Vorträgen und Seminaren praxisbezogen weitergegeben.

KURZFASSUNG

Der Übergang vom „klassischen Blitzschutz“ (Personen- und Gebäudeschutz vor den Wirkungen direkter Blitzeinschläge) der Jahre bis ca. 2000 zu einem aktuellen, dem international anerkannten Stand der Technik entsprechenden Blitzschutzsystem LPS (Lightning Protection System) wird an Hand der Normentwicklung dargelegt.

Nach vielen Jahren Erfahrung in der Anwendung der Errichtungsnorm ÖVE-E 49/1988 „Blitzschutzanlagen“ wurde diese durch die Errichtungsnorm ÖVE/ÖNORM E 8049-1/2001 „Blitzschutz baulicher Anlagen“ dem damals geltenden Stand der Technik angepasst. Eine weitere grundlegende Überarbeitung der Standards zum Blitzschutz erfolgte bei IEC und CENELEC. Das Ergebnis ist ein vierteiliges Normenwerk, das den derzeitigen Stand der Technik abbildet und in Österreich als ÖVE/ÖNORM EN 62305 „Blitzschutz Teil 1 bis Teil 4“ veröffentlicht und der Teil 3 „Schutz von baulichen Anlagen und Personen“ in der Elektrotechnikverordnung 2002 + A2/2010 verbindlich erklärt wurde ^[1].

In der Norm ÖVE/ÖNORM E 8049-1:2001 „Blitzschutz baulicher Anlagen“ wurde erstmalig ein Verfahren zur Abschätzung des Schadensrisikos bei direkten Blitzeinschlägen in baulichen Anlagen im Anhang F (normativ) und Anhang H (informativ) aufgenommen. Das Ergebnis liefert eine Schutzklasse mit zugeordneten Blitzstromkennwerten für die das Blitzschutzsystem nach festen Konstruktionsregeln (Maschenweite, Radius der Blitzkugel, Abstände der Ableitungen, Abmessungen der Erdung usw.) zu errichten ist.

Mit Veröffentlichung der auf IEC-Standard basierenden Norm ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 „Blitzschutz: Risiko-Management“ steht dem Planer ein wesentlich umfangreicheres Werkzeug zur systematischen Analyse und Bewertung der Schadenrisiken (Verletzungen oder Tod von Personen, Verlust von Kulturgütern, irreversible Funktionsstörung elektrischer und elektronischer Systeme (Dienstleistungsausfall) bei direkten und indirekten Blitzeinschlägen in baulichen Anlagen und Versorgungsleitungen zur Verfügung. Das Ergebnis liefert die Schutzklasse und die zu realisierenden Schutzmaßnahmen. Die Errichtung des Blitzschutzsystems erfolgt nach den Teilen 3 und 4 der ÖVE/ÖNORM EN 62305.

Zu Beginn wird die Einbindung der Blitzschutznormen in die österreichische Gesetzgebung beschrieben, die Normenorganisationen vorgestellt, die Entstehung von Wetter, Gewitter, Blitztypen und Kennwerte behandelt.

Das Kapitel Erdung befasst sich mit Wannenausbildung, Messung von Ausbreitungs- und spezifischem Erdbodenwiderstand und mit Korrosion.

Nach Vorstellung der Errichtungsnormen ÖVE-E 49/1988 „Blitzschutzanlagen“, ÖVE/ÖNORM E 8049- 1/2001 „Blitzschutz baulicher Anlagen, Teil 1: Allgemeine Grundsätze“ und ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 „Blitzschutz, Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen“ werden die wesentlichen Unterschiede herausgearbeitet.

Dem Thema „Innerer Blitzschutz“ mit Blitzschutz-Potenzialausgleich und der Ermittlung des Trennungsabstandes wird anschließend ein breiter Raum eingeräumt.

Eine Kurzvorstellung von ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 „Risiko-Management“ runden den Buchinhalt ab.

Der Schutz ausgedehnter energie- und informationstechnischer Anlagen (z.B. Leittechnik, Rechnernetze, Leit- und Gebäudetechnik, Kommunikationstechnik, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik), mit zunehmender Empfindlichkeit gegenüber Transienten, beruht auf dem Prinzip der Ausbildung von Blitzschutzzonen nach Regeln der EMV. Die Schutzmaßnahmen, Beeinflussung des Koppelweges zwischen Störquelle Blitz und der Störsenke Gerät, werden in ÖVE/ÖNORM EN 62305-4 Blitzschutz, Teil 4: „Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen“ beschrieben und in diesem Buch nicht behandelt. Gemeinsam mit den Teilen 1 und 2 der ÖVE/ÖNORM EN 62305 stellen sie ein geschlossenes Schutzsystem dar, mit dem Ziel, die leitungsgeführten und gestrahlten Blitzstörrößen so weit zu beeinflussen bis sie kompatibel mit dem zu schützenden System sind.

Neben der Stör- und Zerstörfestigkeit elektronischer Betriebsmittel wird dem Thema Fehlfunktionen elektronischer Systeme bei sicherheitsrelevanten Kreisen immer mehr Bedeutung beigemessen und Schutzziele in Standards wie IEC 61000-Reihe und IEC 60364-4-44 festgelegt.

Eine oftmals von Seminarteilnehmern gestellte Frage, warum einerseits in Normen das Selbstverständliche ausführlich beschrieben und andererseits genaue Festlegungen (Empfehlungen) fehlen, ist in der Erarbeitung der Normen begründet. Normentexte sind das Ergebnis langer intensiver Abstimmungsprozesse auf nationaler und internationaler Ebene durch Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung, Behörden, Prüforganisationen und Konsumenten und stellen einen Kompromiss – kleinster gemeinsamer Nenner – dar, bei dem nicht nur wissenschaftliche sondern auch wirtschaftliche Überlegungen mit einfließen. Ein Beispiel dafür ist die Reduktion der Mindestblechdicke natürlicher Bestandteile aus Aluminium von 0,7 mm in ÖVE/ÖNORM E 8049 auf 0,65 mm in ÖVE/ÖNORM EN 62305.



1 EINLEITUNG

1.1 Rückblick

Aus den Mythen der Völker der Antike wird überliefert, welchen Einfluss die Götter untereinander und auf die Menschen hatten. Es gab Götter der Gerechtigkeit, der Fruchtbarkeit, des Feuers, Götter des Krieges, Schutzgöttinnen und viele mehr.

Abbildungen von Gottheiten mit den Symbolen für Blitz und Donner sind fast in allen Mythen der Welt bekannt. Als Beispiele dafür sind der Donnergott Thor der Germanen, Zeus als höchster Gott der Griechen, der Sturmgott Baal im heutigen Syrien und Carbacan als Gewittergott der Maya in Südamerika zu nennen. Sie allein waren es, die die Macht über die Naturphänomene Sturm, Regen, Blitz und Donner, auf die die Menschen keinen Einfluss hatten, ausüben konnten.

Zu Beginn des 15. Jahrhunderts sollte das Wetterläuten der Abwehr von Unheil (Gewitter, Blitz, Hagel) dienen. Die Geistlichkeit hatte eine Ablehnung gegen die Errichtung sogenannter „Ketzerstangen“. Auf einer 1670 für die Pfarrkirche in Friedingen (Singen) gegossenen Glocke steht u. a. die Inschrift „Den Donner breche ich“. Bald darauf gab es ein Verbot des Wetterläutens, da mehrere Mesner beim Läuten der Glocken vom Blitz erschlagen wurden (Abb. 1). Das Militär war für diese neue Technik aufgeschlossener. Viele Pulvertürme wurden mit Fangstangen gegen Blitzschlag geschützt nachdem 1769 in Brescia eine Explosion von ca. 100 Tonnen Schießpulver – ausgelöst durch einen Blitzschlag – 3000 Tote forderte.



Abb. 1: Wetterläuten
Ein Glöckner wird beim Wetterläuten vom Blitz erschlagen.
Aus *Thunder and Lightning*, 1886

Als Schutz vor Unheil für das Haus und dessen Bewohner gibt es in Salzburg und Süddeutschland den Brauch des „Antlasseiwerfens“. Ein am Gründonnerstag gelegtes und über das Haus geworfenes Ei soll Schutz auch vor Blitzschlag gewährleisten.

Ernst zu nehmende Maßnahmen zum Schutz gegen Blitzschlag erfolgten Anfang des 18. Jahrhunderts in Amerika und Europa. Unmittelbar mit der Abklärung des Wesens des Blitzes als elektrische Stoßentladung sind beispielsweise Benjamin Franklin 1753 (Drachenversuch) (Abb. 2), F. Hauksbee d. Ä. 1707, G. W. Richmann 1753 (Abb. 3), T. F. Dalibard 1752 (Abb. 4) zu nennen und mit der Entwicklung von Blitzschutzanlagen L. Ch. Lichtenberg 1778 (Abb. 6), P. Divisch 1754 (erster geerdeter Ableiter im Pfarrgarten in Primitice, Abb. 5) und Gay Lussac 1823. Die ersten Festlegungen (Richtlinie, Verhaltensregeln, Empfehlungen für Gebäudeschutzanlagen) über Blitzschutzanlagen wurden von Ph. P. Guden 1774, A. H. Reimarus 1794 und L. Ch. Lichtenberg 1778 verfasst^[2].



Abb. 2: B. Franklin, Drachenversuch 1752. Nachweis der elektrischen Natur der Blitze



Abb. 3: G.W. Richmann, 1753. Tödlicher Unfall beim Messen der Gewitterelektrizität mit einem Elektrometer am unteren Ende einer Blitzstange in Sankt Petersburg



Von Franklin, der Blitze als elektrisches Phänomen erkannte, bis zu den ersten Blitzschutzanlagen eines Lichtenberg geben die Bilder 1 bis 5 Auskunft über das Mysterium Blitz. Diese von Lichtenberg vorgeschlagene Blitzschutzanlage enthielt bereits jene wesentlichen Komponenten (Fangeinrichtung, Ableitungseinrichtung und Erdungsanlage) die heute als „Äußerer Blitzschutz“ in der Norm genannt werden.

Als nach dem Start von Apollo 12 am 14. November 1966 (zweites bemanntes Mondlandeunternehmen), zwei Blitze in das Raumschiff einschlugen und einen Teil der Elektronik beschädigten, wurde viel Geld in die Blitzforschung gesteckt. Die Forschungsergebnisse finden in den aktuellen Normen ihren Niederschlag.



Abb. 4: T. F. Dalibard, 1752. Untersuchungen zur Identität von Gewitter- und Reibungselektrizität
Erster Nachweis der Gewitterelektrizität durch Dalibards Blitzableitungsexperiment am 10. Mai 1752. Aus *Les grandes inventions anciennes et modernes dans les sciences, l'industrie et les arts*, 1870



Abb. 5: Erinnerungsplakette an die „Wettermaschine“ von Prokop Diviš. Durch die Anordnung von Querstangen mit Kästchen und Eisenspitzen unterschied sich dieser geerdete Ableiter ganz wesentlich vom Stangenableiter eines Benjamin Franklin



Abb. 6: G. C. Lichtenberg, Bauarten von Blitzableitern und Blitzschutzanlage an seinem Gartenhaus in Göttingen

In den späten 1980er-Jahren wurden aus der Raumfähre Atlantis riesige Leuchterscheinungen beobachtet, die sich in Richtung All erstreckten. Mit Hochgeschwindigkeitskameras wurden sie fotografiert und beschäftigen seither die Wissenschaft. Die neuen „Blitztypen“ werden als Koblode, Elfen und Blue Jet bezeichnet, Abb. 1.0.

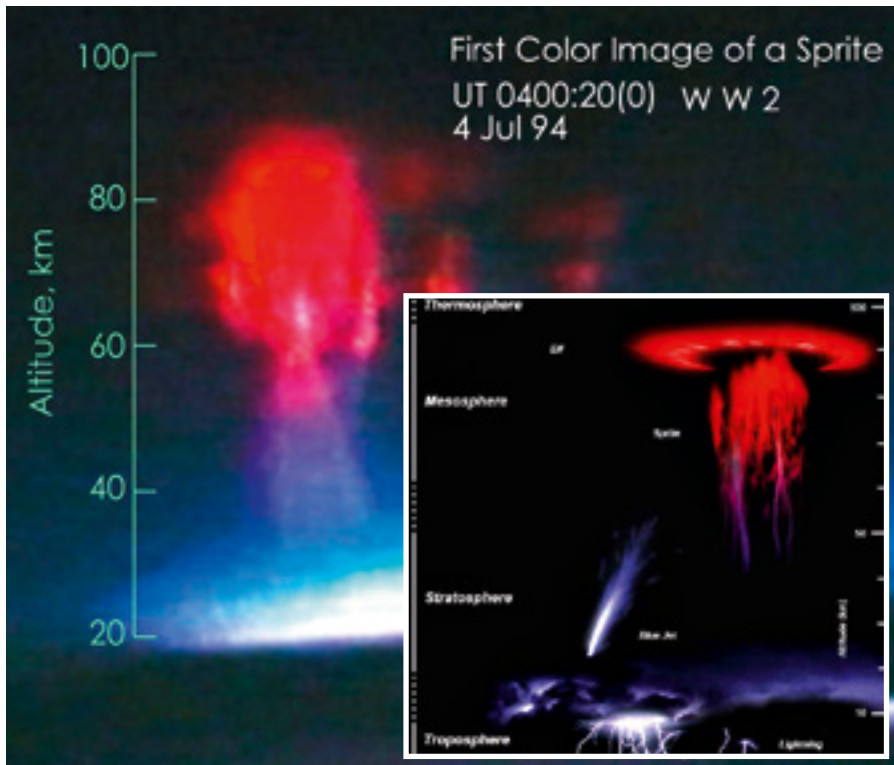


Abb. 1.0: Lichtphänomene oberhalb der Troposphäre (Wolken)

Es konnte bis jetzt nicht schlüssig nachgewiesen werden, ob und wodurch diese Erscheinungen das Blitzverhalten auf der Erde beeinflussen.

„Blitz aus heiterem Himmel“ ist nicht nur als Redewendung für überraschend, unerwartet, schlagartig, usw. bekannt, sondern auch als ein Blitzphänomen (engl. Bolts from the Blue, BFB). Darunter sind Blitze zu verstehen, die einige Kilometer entfernt vom Entstehungsort in der Gewitterwolke, auf der Erdoberfläche einschlagen. Derzeit gibt es wenig Erklärung für dieses Phänomen.

Der Kugelblitz, eine von vielen Augenzeugen widersprüchlich beschriebene Leuchterscheinung, für die kaum belastbares Bildmaterial existiert. Der sowjetische Nobelpreisträger und Physiker, Pyotr Leonidovich Kapitsa (1955), hat den Stand der Forschung über dieses Phänomen mit den Worten „Die Natur des Kugelblitzes ist bisher noch rätselhaft“ treffend charakterisiert.

1.2 Zielsetzung

Meldungen in Zeitschriften und anderen Medien über Tote und Zerstörung von baulichen Anlagen durch Blitzeinschläge sensibilisieren weite Kreise der Bevölkerung und Fragen nach der Notwendigkeit eines Blitzschutzes werden immer häufiger gestellt.

Anlässlich der 31. International Conference on Lightning Protection in Wien im Jahre 2012 wurde eine Zahl von 24.000 Toten durch Blitzeinwirkungen, weltweit pro Jahr, genannt.

Die zunehmende Anzahl von Blitzschäden mit steigenden Kosten für die Betreiber elektrischer Anlagen in Industrie, Gewerbe, im öffentlichen und privaten Bereich sowie für die Versicherungen fordert einen angepassten (technisch und wirtschaftlich) Schutz dieser Anlagen vor den Auswirkungen von Blitzereignissen, d. h. ein normkonform geplantes, errichtetes und geprüftes Blitzschutzsystem.

Ein dem Stand der Technik entsprechendes Blitzschutzsystem LPS kann nur durch Blitzschutz-Fachleute, die auch über ein entsprechendes theoretisches Wissen verfügen, geplant, errichtet und geprüft werden. Dazu zählen Kenntnisse über Risiko-Management, Erdung und Korrosion, Bildungsregeln für den „Äußeren“ Blitzschutz, Ermittlung der relevanten Größen des Blitzschutzpotenzialausgleichs und des Trennungsabstandes („Innerer“ Blitzschutz), Auswahl und Einbau der Überspannungsschutzgeräte und über die zusätzlichen Anforderungen für explosionsgefährdete Bereiche. Der Schutz elektrischer und elektronischer Systeme (innere Systeme) erfordert auch Wissen über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Dies ist Umfang von ÖVE/ÖNORM EN 62305-4 und wird im Buch nicht behandelt.

Nach Vorstellung der Blitzphysik und den überwiegend aus Messergebnissen von Prof. Karl Berger (Monte San Salvatore, Schweiz) abgeleiteten, maßgebenden Blitzkenngrößen werden die Festlegungen für das Blitzschutzsystem, abhängig von den unterschiedlichen österreichischen Blitzschutznormen, erläutert. Ausgehend von der einfachen Ausführung des Blitzschutzes der 1970er-Jahre bis zum anspruchsvollen Blitzschutzsystem der Normenreihe ÖVE/ÖNORM EN 62305.

Der Hinweis auf die Komplexität in Planung, Errichtung und Prüfung eines dem Stand der Technik entsprechenden Blitzschutzsystems sollte den Auftraggebern ausreichend Argumente anbieten das geeignetste Angebot zu wählen. Denn nicht das billigste Angebot muss unbedingt das Beste sein. Ein nicht normenkonform geplantes und errichtetes Blitzschutzsystem kann mehr Schaden als Nutzen bringen.

Das Buch dient somit dem „Einsteiger“ als auch dem Blitzschutzfachmann als Nachschlagewerk für die Planung, Errichtung und Prüfung von Blitzschutzsystemen baulicher Anlagen. Die Erläuterungen und Beispiele sollen die Leser unterstützen auch Blitzschutzsysteme zeitgenössischer Architektur, die vielfach von den einfachen, der Norm zugrunde liegenden Bauwerken abweichen, ausführen zu können.

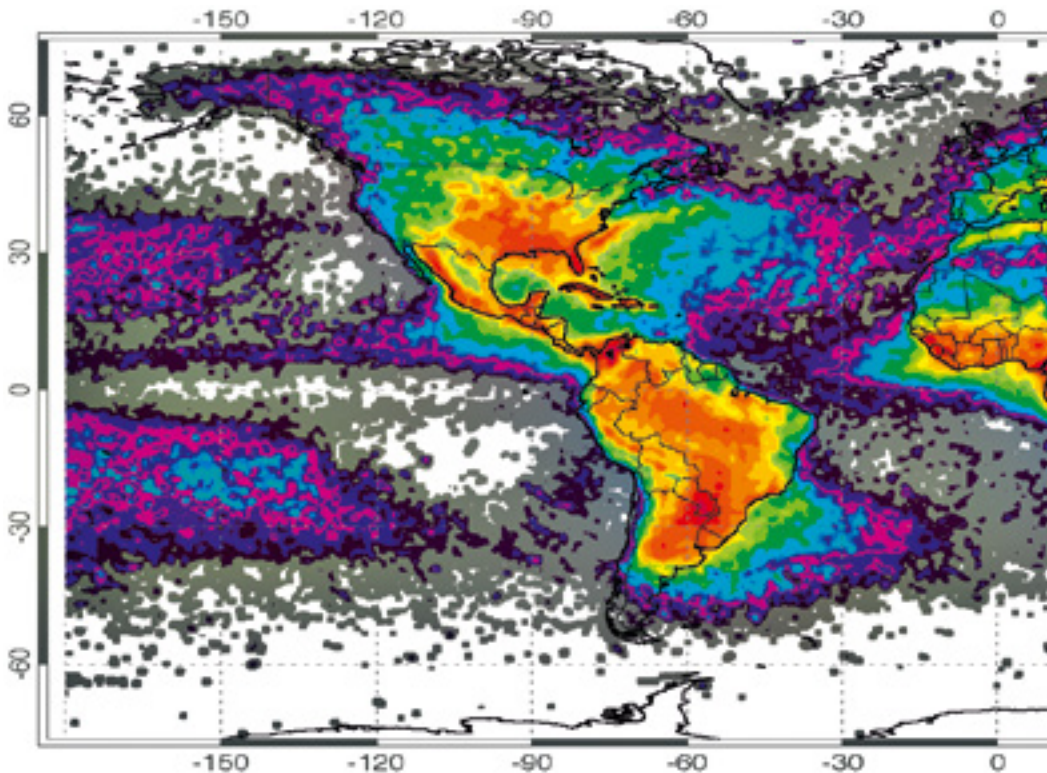
Weiters sollen notwendige Interpretationen einzelner Normenpunkte selbstständig – im Sinne der Schutzzieleerfüllung – vorgenommen werden können.

1.3 Gefährdung durch Blitzschlag

Jährlich werden tausende von Personen weltweit von Blitzen getroffen, verletzt oder getötet. Wie aus den Medien bekannt, sind die meisten Unfälle durch Blitzschlag bei Aktivitäten im Freien zu beklagen. Wanderer, Bergsteiger, Badende, Fußball- und Golfspieler, Landarbeiter, Rad- und Motorradpiloten und Teilnehmer an Veranstaltungen sind dadurch gefährdet, dass sie zu spät die Gefahr eines herannahenden Gewitters erkennen, Verhaltensregeln nicht einhalten bzw. keine geeignete geschützte Stelle (Haus, Auto) unverzüglich aufsuchen können.

Personen sind durch direkte und indirekte Blitzeinwirkungen gefährdet wie Stromfluss über den Menschen, Schritt- und Berührungsspannung, Blendung durch den grelleuchtenden Blitz, Schall (Donner)- und Druckwelle, Ausfall elektromedizinischer Geräte und Panikgefahr.

Die physiologische Wirkung von Wechselströmen im technischen Frequenzbereich von 15 bis 100 Hz ist umfassend untersucht und dokumentiert (z.B. Prof. Ing. Dr. Gottfried Biegelmeier, IEC-Report 60479 – 1 bis 3: Wirkung des Stromes auf Menschen und Nutztiere). Im Gegensatz dazu existiert wenig Material über die Wirkungen von hochfrequenten Strömen wie sie in Blitzen vorkommen.



Untersuchungen an Unfallopfern zeigen thermische Effekte (Verbrennungen an Stromeintritts- und Stromaustrittsstellen) durch die im Körper umgesetzte Energie des Blitzstromes, Wirkungen an Muskeln, die zu Lähmungen (Atemstillstand, Herzstillstand, Herzkammerflimmern) führen, Knochen- und Schädelverletzungen durch Sturz oder Kollisionen und Schockzustände sowie Schreckreaktionen, deren Auswirkungen bis zum Tod führen können.

Eine oftmals gestellte Frage: „Warum kann eine Person, die einen direkten Blitzschlag erleidet, überleben?“ Der Blitzstrom von einigen zehntausend Ampere fließt bis auf einige wenige Ampere nicht durch den menschlichen Körper sondern als Gleitlichtbogen an der Körperoberfläche zur Erde. Mitentscheidend für das Überleben ist auch wo der Blitzeinschlag – Kopf, Rumpf, Hand oder Fuß – stattfindet.

Überleben die Betroffenen, so leiden manche noch Jahre danach an neurologischen Ausfallerscheinungen.

Jedes Blitzopfer ist nach der Erstversorgung unverzüglich einer ärztlichen Versorgung zuzuführen.

