

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | <b>DIN EN IEC 62793<br/>(VDE 0185-236)</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>DIN</b> |
|  | Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden. | <b>VDE</b> |

ICS 91.120.40

Einsprüche bis 2020-09-03

**Entwurf**Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN IEC 62793  
(VDE 0185-236):2019-02

**Blitzschutz –  
Gewitterwarnsysteme  
(IEC 81/632/CDV:2019);  
Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 62793:2019**

Protection against lightning –  
Thunderstorm warning systems  
(IEC 81/632/CDV:2019);  
German and English version prEN IEC 62793:2019

Protection contre la foudre –  
Systèmes d'alerte aux orages  
(IEC 81/632/CDV:2019);  
Version allemande et anglaise prEN IEC 62793:2019

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-07-03 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [dke@vde.com](mailto:dke@vde.com) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 87 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

## Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 62793:2019 "Blitzschutz – Gewitterwarnsysteme" (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 81/632/CDV:2019 "Protection against lightning – Thunderstorm warning systems" unverändert in den Entwurf prEN IEC 62793:2019 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/TC 81 "Lightning protection" der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur "JA/NEIN"-Entscheidungen möglich, wobei "NEIN"-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 251 "Blitzschutzsysteme und Blitzschutzbauteile" der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder und Tabellen in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

## Änderungen

Gegenüber **DIN EN IEC 62793 (VDE 0185-236):2019-02** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Tragbare Geräte werden in der vorliegenden Norm nicht mehr behandelt.
- b) In **Abschnitt 5** wurden die TWS-Klassen gelöscht.
- c) In **Abschnitt 6** wurden Bilder aktualisiert und ausführlichere Beschreibungen eingefügt, um den zeitlichen Ablauf eines Alarms klarer darzustellen.
- d) In **Abschnitt 9** wurde der Text zusammengefasst und verweist nun auf den Anwendungsleitfaden in **Anhang F**.
- e) Die Anhänge wurden umorganisiert.
- f) **Anhang E** ist nun normativ.

## Blitzschutz – Gewitterwarnsysteme

### Inhalt

### Seite

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Einleitung .....                                                                     | 6  |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                            | 7  |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                       | 7  |
| 3 Begriffe und Abkürzungen .....                                                     | 7  |
| 3.1 Begriffe .....                                                                   | 7  |
| 3.2 Abkürzungen .....                                                                | 11 |
| 4 Gewitterstadien und erfassbare Ereignisse für die Alarmierung .....                | 12 |
| 5 Beschreibung von Gewitterortungsgeräten und ihren Eigenschaften .....              | 13 |
| 6 Alarmierungsverfahren .....                                                        | 13 |
| 6.1 Allgemeines .....                                                                | 13 |
| 6.2 Gebiete .....                                                                    | 14 |
| 6.2.1 Ziel (TA) .....                                                                | 14 |
| 6.2.2 Zielumgebung (SA) .....                                                        | 14 |
| 6.2.3 Überwachungsgebiet (MA) .....                                                  | 15 |
| 6.2.4 Erfassungsgebiet (CA) .....                                                    | 15 |
| 6.3 Auslösung und Zurücksetzung von Alarmen .....                                    | 15 |
| 6.4 Übertragung der Alarminformationen .....                                         | 17 |
| 7 Installation .....                                                                 | 17 |
| 8 Wartung .....                                                                      | 18 |
| 9 Beurteilung der Leistung .....                                                     | 18 |
| 9.1 Allgemeines .....                                                                | 18 |
| 9.2 Bewertung von TWS durch den Abgleich mit anderen Informationsquellen .....       | 19 |
| 10 TWS-Anwendung .....                                                               | 19 |
| Anhang A (informativ) Überblick über die Blitzereignisse .....                       | 21 |
| A.1 Ursprung von Gewitterwolken und deren elektrischer Aufladung .....               | 21 |
| A.2 Blitzereignisse .....                                                            | 21 |
| A.3 Elektrische Gewitter- und Blitzkennwerte, die zur Vorbeugung nützlich sind ..... | 23 |
| A.3.1 Elektrostatisches Feld .....                                                   | 23 |
| A.3.2 Elektromagnetische Felder .....                                                | 23 |
| A.3.3 Weitere nützliche Parameter für die Blitzortung .....                          | 23 |
| Anhang B (informativ) Gewitterüberwachungsverfahren .....                            | 25 |
| B.1 Einleitung .....                                                                 | 25 |
| B.2 Ortungsverfahren mit einem einzelnen Messempfänger .....                         | 25 |
| B.2.1 Allgemeines .....                                                              | 25 |
| B.2.2 Ortungsgerät auf Grundlage des elektrostatischen Feldes .....                  | 25 |
| B.2.3 Ortungsgerät auf Grundlage des elektromagnetischen Feldes .....                | 25 |
| B.3 Messnetzverfahren .....                                                          | 25 |
| B.3.1 Magnetische Richtungspeilung (MDF): .....                                      | 26 |
| B.3.2 Zeit des Eintreffens (TOA): .....                                              | 26 |
| B.3.3 Interferometrie: .....                                                         | 26 |
| Anhang C (informativ) Empfohlene vorbeugende Maßnahmen .....                         | 27 |
| Anhang D (informativ) Beispiel für eine TWS-Bewertung .....                          | 28 |
| D.1 Beispiel für eine TWS-Bewertung an einer Windenergieanlage .....                 | 28 |
| D.2 Bewertung des Wirkungsgrades des TWS unter Verwendung eines LLS .....            | 30 |

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anhang E (normativ) Prüfen von Gewitterortungsgeräten .....                                                                                                                                          | 32 |
| E.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                                | 32 |
| E.2 Laborprüfungen .....                                                                                                                                                                             | 32 |
| E.2.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                              | 32 |
| E.2.2 Prüfungen der Festigkeit gegenüber UV-Strahlung (für nichtmetallische Gehäuse von<br>Messempfängern) .....                                                                                     | 32 |
| E.2.3 Widerstand gegenüber Korrosion (für metallische Teile des Messempfängers) .....                                                                                                                | 33 |
| E.2.4 Mechanische Prüfungen .....                                                                                                                                                                    | 33 |
| E.2.5 Bestätigung des Schutzgrades (IP-Code) .....                                                                                                                                                   | 33 |
| E.2.6 Elektrische Prüfungen .....                                                                                                                                                                    | 33 |
| E.2.7 Kennzeichnungsprüfung .....                                                                                                                                                                    | 34 |
| E.2.8 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....                                                                                                                                                 | 34 |
| E.3 Freigestellte Prüfungen auf einer Freiluftplattform unter natürlichen Blitzbedingungen .....                                                                                                     | 35 |
| Anhang F (informativ) Anwendungsleitfaden .....                                                                                                                                                      | 38 |
| F.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                                | 38 |
| F.2 Beispiele für die Anwendung von TWS .....                                                                                                                                                        | 39 |
| F.2.1 Golfplatz .....                                                                                                                                                                                | 39 |
| F.2.2 Öllagerstätten .....                                                                                                                                                                           | 39 |
| F.2.3 Kran .....                                                                                                                                                                                     | 39 |
| F.3 Auswahl der TWS-Parameter .....                                                                                                                                                                  | 40 |
| Literaturhinweise .....                                                                                                                                                                              | 43 |
| <b>Bilder</b>                                                                                                                                                                                        |    |
| Bild 1 – Beispiele für verschiedene Ziele und Zielumgebungen .....                                                                                                                                   | 14 |
| Bild 2 — Konzepte Erfassungsgebiet (CA), Überwachungsgebiet (MA), Zielumgebung (SA) und<br>Ziel (TA) .....                                                                                           | 15 |
| Bild 3 — Beispiel für einen Alarm .....                                                                                                                                                              | 16 |
| Bild A.1 — Normblitzklassen .....                                                                                                                                                                    | 22 |
| Bild D.1 — Blitzaktivität am Ziel (TA) in rot und in der Zielumgebung (SA) in orange über eine<br>Zeitspanne von 15 Jahren (2000–2014) .....                                                         | 28 |
| Bild E.1 — Unterschiede bei der Messung eines elektrischen Feldes während eines<br>Gewitterereignisses .....                                                                                         | 36 |
| Bild F.1 — Für einen Kran mit einem LPS mit dem Pegel I berechnetes Risiko für Menschen .....                                                                                                        | 40 |
| Bild F.2 — Beispiel für die von einem TWS auf Grundlage eines EFS ausgegebenen Alarme bei<br>drei verschiedenen Feld-Schwellenwerten .....                                                           | 41 |
| Bild F.3 — Beispiel für die von einem TWS auf Grundlage eines LLS ausgegebenen Alarme bei drei<br>verschiedenen Radien des Überwachungsgebiets .....                                                 | 42 |
| <b>Tabellen</b>                                                                                                                                                                                      |    |
| Tabelle 1 — Parameter von Messempfängertechnologien .....                                                                                                                                            | 12 |
| Tabelle 2 — Eigenschaften lokaler Messempfänger .....                                                                                                                                                | 13 |
| Tabelle 3 — Alarme im Zusammenhang mit LRE .....                                                                                                                                                     | 17 |
| Tabelle D.1 — Ergebnisse einer TWS-Leistungsbeurteilung, basierend auf archivierten Blitzdaten<br>aus einer Zeitspanne von 15 Jahren (2000–2014), die zu einigen der Hauptparameter<br>gehören ..... | 29 |
| Tabelle D.2 — Beispiel für die Auswertung ausgegebener Alarme .....                                                                                                                                  | 30 |
| Hauptergebnisse: .....                                                                                                                                                                               | 31 |
| Tabelle F.1 — Beschreibung typischer gefährlicher Situationen, in denen ein TWS die Sicherheit<br>verbessert .....                                                                                   | 38 |
| Tabelle F.2 — Beispiel für die Auswirkungen der Einstellungen auf das Alarmverhalten .....                                                                                                           | 41 |

## Einleitung

Natürliche atmosphärische elektrische Aktivitäten und im Besonderen Erdblitze stellen eine ernst zu nehmende Gefahr für Lebewesen und Güter dar. Jedes Jahr gibt es schwere Verletzungen und Todesfälle, die durch direkte oder indirekte Blitzeinwirkungen verursacht werden.

### Blitze

- können Auswirkungen auf im Freien stattfindende sportliche, kulturelle und politische Veranstaltungen haben, die große Menschenmengen anziehen; Veranstaltungen müssen bei Gewittergefahr unter Umständen abgebrochen und Personen evakuiert werden;
- können durch die Verursachung von Stromausfällen und ungeplanten Unterbrechungen von Produktionsprozessen Auswirkungen auf industrielle Aktivitäten haben;
- können alle Arten von Verkehr unterbrechen (Personen, Energie, Informationen usw.);
- haben aufgrund der vermehrten Nutzung elektronischer Bauteile, die empfindlich auf die Auswirkungen von Blitzen reagieren (in der Industrie, im Transport- und im Kommunikationsbereich), zu einer stetig steigenden Anzahl von Unfällen und Schadensfällen je Jahr geführt;
- können eine Gefährdung für Aktivitäten mit Umweltrisiken darstellen, z. B. bei der Handhabung empfindlicher, brennbarer, explosiver oder chemischer Produkte;
- können eine Brandursache sein.

Während der letzten Jahrzehnte haben technische Systeme, einschließlich Systemen zur Echtzeitüberwachung natürlicher atmosphärischer elektrischer Aktivität und Blitzen, eine außerordentliche Entwicklung erfahren. Diese Systeme können qualitativ hochwertige und wertvolle Informationen zu Gewittervorkommnissen in Echtzeit liefern und ermöglichen es dadurch, Informationen zu erhalten, die bei Abstimmung mit einem detaillierten Maßnahmenplan höchst wertvoll sein können.

Obwohl diese Informationen es dem Anwender erlauben, erwartete vorübergehende vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen, sollte beachtet werden, dass alle auf Beobachtungsinformationen basierenden Maßnahmen entsprechend den einschlägigen Vorschriften in der Verantwortung des Systemanwenders liegen. Die Wirksamkeit hängt in hohem Maße vom jeweiligen Risiko und den geplanten zu treffenden Entscheidungen ab. Diese Internationale Norm enthält eine informative Liste möglicher Maßnahmen (siehe [Anhang C](#)).

Blitze und Gewitter unterliegen, wie viele Naturereignisse, statistischen Unsicherheiten. Es ist daher nicht möglich, genaue Informationen darüber zu erhalten, wann und wo es zu konkreten Blitzeinschlägen kommen wird, in dieser Norm werden jedoch statistische Parameter definiert, die den Anwender bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen unterstützen.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt die Merkmale von Gewitterwarnsystemen (TWS) für die Implementierung vorbeugender Maßnahmen gegen Blitzgefährdung.

Als TWS können einzelne Messempfänger und/oder ein Netzwerk aus Messempfängern (z. B. ein Blitzortungssystem) verwendet werden.

Diese Norm stellt Anforderungen an Messempfänger und Netzwerke bereit, die genaue Daten zu den relevanten Parametern sammeln und Echtzeitinformationen zu Blitzen und atmosphärischen elektrischen Aktivitäten liefern. Sie beschreibt die Anwendung der von diesen Messempfängern und Netzwerken gesammelten Daten in Form von Warnmeldungen und historischen Daten.

Diese Norm enthält

- eine allgemeine Beschreibung der verfügbaren Techniken für TWS;
- Leitlinien für Alarmierungsverfahren;
- informative Beispiele für mögliche vorbeugende Maßnahmen.

Die folgenden Aspekte liegen außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm:

- a) Blitzschutzsysteme: diese werden von der Reihe IEC 62305 abgedeckt;
- b) andere mit Gewittern zusammenhängende Erscheinungen wie Regen, Hagel und Wind;
- c) satelliten- und radargestützte Gewitterortungsverfahren;
- d) tragbare Geräte (ein Gerät, bei dem der Messempfänger nicht ortsfest ist).

**ANMERKUNG** Die Kalibrierungen und Prüfungen für tragbare Geräte reichen möglicherweise nicht aus, um eine wirksame Warnung sicherzustellen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

**IEC 62561-4:2017**, *Lightning protection system components (LPSC) – Part 4: Requirements for conductor fasteners*

**IEC 62561-1:2017**, *Lightning protection system components (LPSC) – Part 1: Requirements for connection components*

**IEC 60068-2-75:2014**, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eh: Hammer tests*

**IEC 60529:2001**, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

**IEC 61180-1:2016**, *High-voltage test techniques for low voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements*

**IEC 61000-6-4:2018**, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 4: Emission standard for industrial environments*

**IEC 62858:2015**, *Lightning density based on lightning location systems: General principles*

**IEC 62305-2:2010**, *Protection against lightning - Part 2: Risk management*

## 3 Begriffe und Abkürzungen

### 3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

#### 3.1.1

##### **Alarm (en: alarm)**

Information, die angibt, dass ein definiertes Gebiet wahrscheinlich von Gewittern und den begleitenden blitzbezogenen Ereignissen (LRE) betroffen sein kann

### 3.1.2

#### **Erdblitz**

CG-Blitz (en: cloud-to-ground-lightning)

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

### 3.1.3

#### **Erfassungsgebiet**

CA (en: coverage area)

Gebiet, in dem ein eingesetztes Warnsystem einen ausreichenden Wirkungsgrad der Ortung (DE) und/oder eine ausreichende Genauigkeit besitzt, um eine Warnung auszulösen

### 3.1.4

#### **Wirkungsgrad der Ortung**

DE (en: detection efficiency)

Prozentsatz der Blitzentladungen, die von einem Messempfänger oder einem Netzwerk erfasst werden

### 3.1.5

#### **effektiver Alarm**

EA (en: effective alarm)

Alarm, bei dem ein blitzbezogenes Ereignis (LRE) in der Zielumgebung (SA) während der Gesamtalarmdauer (TAD) auftritt

### 3.1.6

#### **Verhältnis effektiver Alarmer**

EAR (en: effective alarm ratio)

Verhältnis von effektiven Alarmen (EA) zur Gesamtanzahl der Alarmer (TNA)

### 3.1.7

#### **Zeit zum Zurücksetzen des Alarms**

TTC (en: time to clear)

Zeit zwischen dem Auftreten des letzten blitzbezogenen Ereignisses (LRE) im Überwachungsgebiet (MA) und dem Rücksetzzeitpunkt des Alarms

### 3.1.8

#### **Alarmausfall**

FTW (en: failure to warn)

Auftreten eines blitzbezogenen Ereignisses (LRE) in der Zielumgebung (SA), für die kein Alarm auftrat

### 3.1.9

#### **Alarmausfallrate**

FTWR (en: failure to warn ratio)

Verhältnis der Alarmausfälle zur Gesamtanzahl von Situationen mit blitzbezogenen Ereignissen (LRE) in der Zielumgebung (SA)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die FTWR wird in IEC 62305-2 als  $P_{TWS}$  bezeichnet.

### 3.1.10

#### **Falschalarm**

FA (en: false alarm)

Alarm ohne Gewitteraktivität im Überwachungsgebiet (MA)

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel für einen Falschalarm ist ein Alarm aufgrund einer Fehlfunktion der TWS-Einrichtung oder ein Alarm, der von einem Signal ausgelöst wird, das nicht mit einem Gewitter zusammenhängt (Schnee, Sand, elektromagnetische Störungen usw.).

### 3.1.11

#### **Falschalarmverhältnis**

FAR (en: false alarm ratio)

Verhältnis von Falschalarmen zur Gesamtanzahl der Alarmer (TNA)

### 3.1.12

#### **Messempfänger für elektrostatische Felder**

EFS (en: electrostatic field sensor)

Gerät zur kontinuierlichen Messung des im Zusammenhang mit Gewittern stehenden atmosphärischen elektrostatischen Feldes, in dem sich der Messempfänger befindet

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel für einen Messempfänger für elektrostatische Felder ist eine elektrische Feldmühle.

### 3.1.13

#### **Wolkeblitz**

IC (en: intra-cloud lightning)

elektrische Entladung atmosphärischen Ursprungs, die innerhalb oder zwischen Gewitterwolken oder zwischen Gewitterwolken und der Luft auftritt und keinen Erdkontakt hat

### 3.1.14

#### **Vorwarnzeit**

LT (en: lead time)

Zeit zwischen Beginn des Alarms und dem wirklichen Eintreten des ersten blitzbezogenen Ereignisses (LRE) in der Zielumgebung (SA)

Anmerkung 1 zum Begriff: Alle wirksamen vorbeugenden Maßnahmen sollten vor Ablauf der Vorwarnzeit umgesetzt worden sein.

### 3.1.15

#### **blitzbezogenes Ereignis**

LRE (en: lightning related event)

einer oder mehrere Erdblitze (CG), die innerhalb der Zielumgebung (SA) auftreten

### 3.1.16

#### **blitzbezogene Bedingungen**

LRC (en: lightning related conditions)

statisches elektrisches Feld, das eine so große Stärke erreicht hat, dass jeden Moment mit dem Auftreten eines Blitzes in der Zielumgebung (SA) zu rechnen ist

### 3.1.17

#### **mediane Ortungsgenauigkeit**

LA (median location accuracy)

Medianwert der Entfernung zwischen den wirklichen Orten der Teilblitze und dem Ort des Teilblitzes, der von einem Blitzortungssystem angegeben wird

### 3.1.18

#### **Überwachungsgebiet**

MA (en: monitoring area)

geografisches Gebiet, in dem die Blitzaktivität oder bevorstehende Blitzaktivität (Auftreten eines Blitzes jeden Moment zu erwarten) überwacht wird, um eine gültige Warnung für die Zielumgebung (SA) zu generieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Überwachungsgebiet ist kleiner oder gleich dem Erfassungsgebiet.

### 3.1.19

#### **vorbeugende Maßnahmen (en: preventive actions)**

Maßnahmen vorübergehender Art, die vor Ablauf der Vorwarnzeit (LT) umgesetzt worden sein sollten und die auf der Grundlage vorbeugender Informationen ergriffen und in Notfallpläne aufgenommen werden

### 3.1.20

#### **Zielumgebung**

SA (en: surrounding area)

geografisches Gebiet, in dem ein blitzbezogenes Ereignis (LRE) eine potenzielle Gefahr verursacht und das das zu schützende Ziel (TA) beinhaltet

Anmerkung 1 zum Begriff: Jedes blitzbezogene Ereignis (LRE), das in der Zielumgebung (SA) auftritt, ist potenziell gefährlich. Dieses Gebiet wird bei der Bewertung von Gewitterwarnsystemen (TWS) zur Bestimmung der Leistungsparameter wie der Alarmausfallrate (FTWR) herangezogen.

### 3.1.21

#### Ziel

TA (en: target)

Objekt oder Gebiet, für das eine Gewitterwarnung benötigt wird

### 3.1.22

#### Gewitterortungsgerät (en: thunderstorm detector)

Gerät, das in der Lage ist, einen oder mehrere Parameter, die im Zusammenhang mit elektrischen Mechanismen der Gewitter stehen, auszuwerten

Anmerkung 1 zum Begriff: Gewitterortungsgeräte können aus einem einzelnen Ortungsgerät oder aus mehreren zu einem Netzwerk verbundenen Ortungsgeräten bestehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Definitionsgemäß wird erst dann von einem Gewitter gesprochen, wenn der erste Blitzschlag auftritt.

### 3.1.23

#### Gewitterwarnsystem

TWS (en: thunderstorm warning system)

System, das aus einem oder mehreren Gewitterortungsgerät(en) besteht, das/die in der Lage ist/sind, die Blitzaktivität oder bevorstehende Blitzaktivität im Überwachungsgebiet (MA) zu beobachten, sowie aus Werkzeugen, die die gesammelten Daten verarbeiten, um für eine definierte Zielumgebung (SA) einen gültigen Alarm (Warnung) zu den blitzbezogenen Ereignissen (LRE) oder den blitzbezogenen Bedingungen (LRC) auszugeben

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen Ländern werden TWS als „Blitzwarnsysteme“ bezeichnet.

### 3.1.24

#### Gesamtalarmdauer

TAD (en: total alarm duration)

Zeit zwischen Beginn und Ende des Alarms

### 3.1.25

#### Wahrscheinlichkeit der Erkennung

POD (en: probability of detection)

Verhältnis von effektiven Alarmen (EA) zur Gesamtanzahl von Situationen mit blitzbezogenen Ereignissen (LRE), die die Zielumgebung (SA) betreffen

Anmerkung 1 zum Begriff:  $POD = 1 - FTWR$

### 3.1.26

#### Wahrscheinlichkeit der Erkennung mit einer Vorwarnzeit von x Minuten

$POD_x$  (en: probability of detection with a lead time of x minutes)

Verhältnis von effektiven Alarmen (EA), die mit einer Vorwarnzeit (LT) größer gleich x Minuten ausgegeben werden, zur Gesamtanzahl von Situationen mit blitzbezogenen Ereignissen (LRE), die die Zielumgebung (SA) betreffen

Anmerkung 1 zum Begriff:  $POD_{10}$  ist der Prozentsatz der Alarme, die mit einer Vorwarnzeit (LT) von mindestens 10 min ausgegeben werden.

### 3.1.27

#### nicht effektiver Alarm

NEA (en: non-effective alarm)

Alarm, der ausgegeben wurde, obwohl in der Zielumgebung (SA) während der Gesamtalarmdauer (TAD) kein blitzbezogenes Ereignis (LRE) eingetreten ist

### 3.1.28

#### Gesamtanzahl der Alarme

TNA (en: total number of alarms)

Gesamtanzahl der Alarme einschließlich Falschalarmen, effektiver Alarme und nicht effektiver Alarme

Anmerkung 1 zum Begriff:  $TNA = EA + FA + NEA$

### 3.2 Abkürzungen

|                  |                                                                                                                                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CA               | Erfassungsgebiet (en: coverage area)                                                                                              |
| CG               | Erdblight (en: cloud-to-ground lightning)                                                                                         |
| DC               | Gleichstrom                                                                                                                       |
| DE               | Wirkungsgrad der Ortung (en: detection efficiency)                                                                                |
| EA               | effektiver Alarm (en: effective alarm)                                                                                            |
| EAR              | Verhältnis effektiver Alarme (en: effective alarm ratio)                                                                          |
| EFS              | Messempfänger für elektrostatische Felder (en: electrostatic field sensor)                                                        |
| EMV              | elektromagnetische Verträglichkeit                                                                                                |
| FA               | Falschalarm (en: false alarm)                                                                                                     |
| FAR              | Falschalarmverhältnis (en: false alarm ratio)                                                                                     |
| FTW              | Alarmausfall (en: failure to warn)                                                                                                |
| FTWR             | Alarmausfallrate (en: failure to warn ratio)                                                                                      |
| HV               | Hochspannung (en: high voltage)                                                                                                   |
| IC               | Wolkeblitz (en: intra-cloud lightning)                                                                                            |
| IP               | Schutzart (en: index of protection)                                                                                               |
| LA               | Ortungsgenauigkeit (en: location accuracy)                                                                                        |
| LF               | Niederfrequenz (en: low frequency)                                                                                                |
| LLS              | Blitzortungssystem (en: lightning location system)                                                                                |
| LPS              | Blitzschutzsystem (en: lightning protection system)                                                                               |
| LT               | Vorwarnzeit (en: lead time)                                                                                                       |
| LRC              | blitzbezogene Bedingungen (en: lightning related conditions)                                                                      |
| LRE              | blitzbezogenes Ereignis (en: lightning related event)                                                                             |
| MA               | Überwachungsgebiet (en: monitoring area)                                                                                          |
| MDF              | magnetische Richtungspeilung (en: magnetic direction finder)                                                                      |
| NEA              | nicht effektiver Alarm (en: non-effective alarm)                                                                                  |
| POD              | Wahrscheinlichkeit der Erkennung (en: probability of detection)                                                                   |
| POD <sub>x</sub> | Wahrscheinlichkeit der Erkennung mit einer Vorwarnzeit von x Minuten (en: probability of detection with a lead time of x minutes) |
| SA               | Zielumgebung (en: surrounding area)                                                                                               |
| TA               | Ziel (en: target)                                                                                                                 |
| TAD              | Gesamtalarmdauer (en: total alarm duration)                                                                                       |
| TNA              | Gesamtanzahl der Alarme (en: total number of alarms)                                                                              |
| TOA              | Zeit des Eintreffens (en: time of arrival)                                                                                        |
| TTC              | Zeit zum Zurücksetzen des Alarms (en: time to clear)                                                                              |
| TWS              | Gewitterwarnsystem (en: thunderstorm warning system)                                                                              |
| UV               | Ultraviolett                                                                                                                      |
| VHF              | sehr hohe Frequenz (en: very high frequency)                                                                                      |
| VLf              | sehr niedrige Frequenz (en: very low frequency)                                                                                   |

**Tabelle 1 — Parameter von Messempfängertechnologien**

| Parameter        | Messempfänger für<br>elektrostatische Felder (lokales<br>Ortungsgerät oder Netz) | Messempfänger für<br>elektromagnetische Felder<br>(lokales Ortungsgerät) | Blitzortungssystem |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| CG               |                                                                                  | X*                                                                       | X                  |
| EA               | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| NEA              | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| EAR              | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| FTW              | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| FTWR             | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| IC               |                                                                                  | X*                                                                       | X                  |
| LA               |                                                                                  |                                                                          | X                  |
| LT               | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| LRC              | X                                                                                |                                                                          |                    |
| LRE              | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| POD              | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| POD <sub>x</sub> | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| TAD              | X                                                                                | X                                                                        | X                  |
| TTC              | X                                                                                | X                                                                        | X                  |

\* Unterscheidet möglicherweise nicht zwischen Erdblitz (CG) und Wolkeblitzen (IC).

#### 4 Gewitterstadien und erfassbare Ereignisse für die Alarmierung

Vor und während des Lebenszyklus eines Gewitters können vier verschiedene Stadien im Hinblick auf erfassbare Erscheinungen identifiziert werden (siehe [Anhang A](#)):

- Stadium 1 oder Anfangsstadium

Dies ist das Stadium der Wolkenladung durch die Trennung elektrischer Ladungen innerhalb der Wolke. Die Ladungen werden innerhalb der Wolke in Regionen verteilt und erzeugen ein am Boden messbares elektrostatisches Feld. Dieses wird als erste erfassbare Erscheinung vor einem Gewitter angesehen.

ANMERKUNG 1 Elektrostatische Felder können auch ohne Blitzaktivität zu potenziellen Gefahren führen, z. B. zu elektrostatischen Entladungen.

- Stadium 2 oder Wachstumsstadium

Dieses Stadium, das manchmal auch Entwicklungsstadium genannt wird, ist durch das Auftreten der ersten Blitzentladung (IC- oder CG-Blitze) gekennzeichnet. Der erste Wolkeblitz (IC-Blitz) erscheint nach einer teilweisen Entwicklung der Ladungsregionen in der Wolke. Allerdings gibt es in einigen Situationen keine eindeutige Verzögerungszeit zwischen dem ersten Wolkeblitz (IC-Blitze) und dem ersten Erdblitz (CG-Blitze).

ANMERKUNG 2 IC-Blitze stellen in der Regel die Mehrheit der gesamten Blitzaktivität dar, die in einem Gewitter erzeugt wird. Bei einzelnen Gewittern schwankt das IC/CG-Verhältnis erheblich.

- Stadium 3 oder Reifestadium

Dieses Stadium ist durch das Auftreten von sowohl CG-Blitzen als auch IC-Blitzen gekennzeichnet.

- Stadium 4 oder Zerfallsstadium

Dieses Stadium ist durch die Abnahme der IC- und CG-Blitzrate und die Verringerung des elektrostatischen Felds auf Schönwetterwerte gekennzeichnet.

## 5 Beschreibung von Gewitterortungsgeräten und ihren Eigenschaften

Gewitter können auf verschiedene Arten und Weisen geortet werden. Dazu können die folgenden Mittel eingesetzt werden:

- a) ein lokales Ortungsgerät (zum Beispiel eine Feldmühle oder ein Messempfänger für elektrostatische Felder);
- b) ein Netz aus Ortungsgeräten (zum Beispiel miteinander verbundene Feldmühlen oder Messempfänger für elektrostatische Felder);
- c) ein Blitzortungssystem (siehe IEC 62858).

Ein lokales Ortungsgerät erfasst ein Gewitter in der Nähe des Messempfängers. Durch die Erfassung des elektrostatischen Feldes kann ein lokales Ortungsgerät eine Warnung ausgeben, bevor der erste IC/CG-Blitz in der Zielumgebung auftritt. Ein Netz aus lokalen Ortungsgeräten liefert die gleichen Informationen, jedoch für ein größeres Gebiet, so dass die FTWR gesenkt werden kann. Ein LLS liefert lokale Warnungen auf Grundlage einer globalen Betrachtung eines großen Gebiets (einheitliche Leistung) mit Blitzortungsfähigkeiten und der Nachverfolgung von Gewittern, so dass eine längere LT möglich ist, wenn sich Gewitter dem Ziel nähern.

Lokale Messempfänger können lokale Bedingungen (elektromagnetische oder elektrostatische Felder) messen. Ihre Eigenschaften sind in Tabelle 2 beschrieben.

Ein Netz aus Messempfängern kann je nach seiner Leistung Auskunft über die Entfernung und die Richtung des Gewitters sowie über die Position einzelner Blitze geben (siehe IEC 62858).

**Tabelle 2 — Eigenschaften lokaler Messempfänger**

| Technologie                                                           | Wichtigster erfasster Parameter | Gewitterstadium nach Abschnitt 4 | Reichweite (in km) | Vorteile                                                                | Nachteile                                                                                                          | Wartung                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lokales Ortungsgerät (auf Grundlage eines elektromagnetischen Feldes) | Elektromagnetisches Feld        | 2, 3, 4                          | Dutzende km        | Große Reichweite                                                        | Geringe/r Wirkungsgrad und Genauigkeit der Ortung<br><br>Keine frühzeitige Ortung, wenn der erste CG die SA trifft | Keine besondere Wartung erforderlich, Herstelleranweisungen beachten                                                                                                                                                                                    |
| Lokales Ortungsgerät (auf Grundlage eines elektrostatischen Feldes)   | Elektrostatisches Feld          | 1, 2, 3, 4                       | Etwa 20 km         | Ortung von Gewittern, die sich der SA nähern oder sich in dieser bilden | Geringe Reichweite<br><br>Keine Informationen über die Position von Blitzen                                        | Keine besondere Wartung erforderlich (wenn es keine beweglichen Teile gibt), Herstelleranweisungen beachten<br><br>Bewegliche Teile, sofern vorhanden, müssen ggf. aufgrund von Verschleiß und Zusetzung ersetzt werden, Herstelleranweisungen beachten |

## 6 Alarmierungsverfahren

### 6.1 Allgemeines

Um dem Anwender die Möglichkeit zu geben, alle möglichen vorbeugenden Maßnahmen zu ergreifen, müssen Gewitterwarnsysteme (TWS) einen Alarm für ein Ziel generieren, für das ein blitzbezogenes Ereignis (LRE) eine Bedrohung darstellt. Alarme werden auf der Grundlage der Überwachung der Blitzaktivität, entweder CG- oder IG-Blitze, oder des elektrostatischen Feldes im Überwachungsgebiet (MA)

generiert. Es können auch Kombinationen mit zusätzlichen meteorologischen Beobachtungen zur Anwendung kommen (z. B. Wetterradar).

Die Einrichtung von Alarmen beinhaltet drei Schritte:

- Definition der Gebiete;
- Kriterien für die Alarmauslösung und -einstellung;
- Übertragung der Alarminformationen.

Alle drei Schritte sollten dokumentiert werden. Nachfolgend sind Leitlinien für die Einrichtung eines Alarms aufgeführt.

## 6.2 Gebiete

### 6.2.1 Ziel (TA)

Eine genaue Beschreibung des Ziels sollte die räumliche Ausdehnung enthalten, in der eine Warnmeldung notwendig ist. Das Ziel kann

- auf einen einzelnen Punkt beschränkt sein (Bild 1a), z. B. auf einen Turm, auf dem Arbeiter arbeiten, oder eine kleine Fabrik.
- ausgedehnt sein (z. B. große Gebäude, Windparks oder Golfplätze: Bild 1b).
- auch die Versorgungsleitungen berücksichtigen, die daran angeschlossen sind, d. h. beispielsweise Stromversorgungsleitungen, Telekommunikationsleitungen oder Metallrohre (Bild 1c).

**ANMERKUNG** Bei einem System, das empfindlich gegenüber Überspannungen ist und in einem mit einer Stromversorgungsleitung verbundenen Bauwerk angeordnet ist, beschränkt sich die Betrachtung der Leitung entsprechend IEC 62305-2 üblicherweise auf 1 km dieser Leitung vom Bauwerk aus.

### 6.2.2 Zielumgebung (SA)

Die Zielumgebung definiert ein Gebiet in der nahen Umgebung des Ziels (siehe Bild 1), in dem das Auftreten eines LRE oder einer LRC ein hohes Risiko anzeigt.

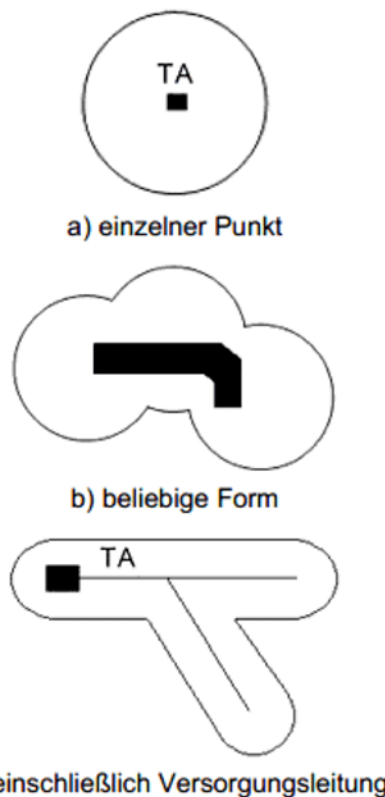


**Bild 1 – Beispiele für verschiedene Ziele und Zielumgebungen**

### 6.2.3 Überwachungsgebiet (MA)

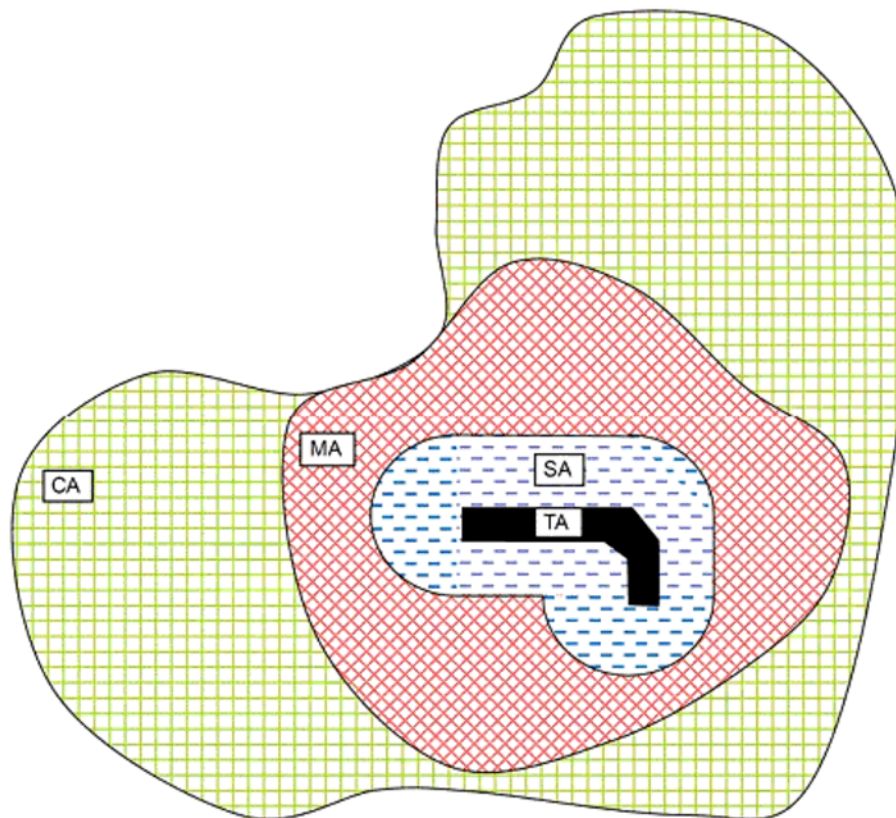
Das Überwachungsgebiet ist das Gebiet, in dem der Alarm ausgelöst wird, wenn Blitze auftreten oder sich Blitzbedingungen entstehen. Die Größe und Form des Überwachungsgebiets sollte an die Bedürfnisse des Anwenders (LT, EAR usw.) angepasst werden. Wenn lokale Ortungsgeräte verwendet werden, ist eine Anpassung des MA ggf. nicht möglich.

### 6.2.4 Erfassungsgebiet (CA)

Wenn das Überwachungsgebiet (MA) festgelegt ist, sollte das Erfassungsgebiet (CA) des Ortungssystems das Überwachungsgebiet (MA) einschließen. Für lokale Ortungsgeräte gilt im Allgemeinen  $CA = MA$ .

Wenn das CA deutlich größer ist als das MA, liefern die Echtzeitdaten möglicherweise zusätzliche Informationen (z. B. Nachverfolgung der Gewitterzelle).

In Bild 2 sind die Konzepte Erfassungsgebiet (CA), Überwachungsgebiet (MA), Zielumgebung (SA) und Ziel (TA) dargestellt.



#### Legende

|    |                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| CA |  |
| MA |  |
| SA |  |
| TA |  |

**Bild 2 — Konzepte Erfassungsgebiet (CA), Überwachungsgebiet (MA), Zielumgebung (SA) und Ziel (TA)**

### 6.3 Auslösung und Zurücksetzung von Alarmen

Im Allgemeinen wird ein Alarm ausgelöst, wenn im Überwachungsgebiet (MA) Blitze oder Blitzbedingungen erfasst werden.

Die Auslöskriterien sollten definiert werden. Sie hängen von den Merkmalen des TWS und seiner Leistung im Überwachungsgebiet (MA) ab (z. B. Auftreten von einem oder mehreren CG-Blitzen oder einem

oder mehreren IC-Blitzen, einer bestimmten elektrostatischen Feldstärke, der Polarität des elektrostatischen Feldes oder Kombinationen mehrerer Kriterien).

Ein Beispiel für den zeitlichen Ablauf eines Alarms ist in Bild 3 dargestellt.

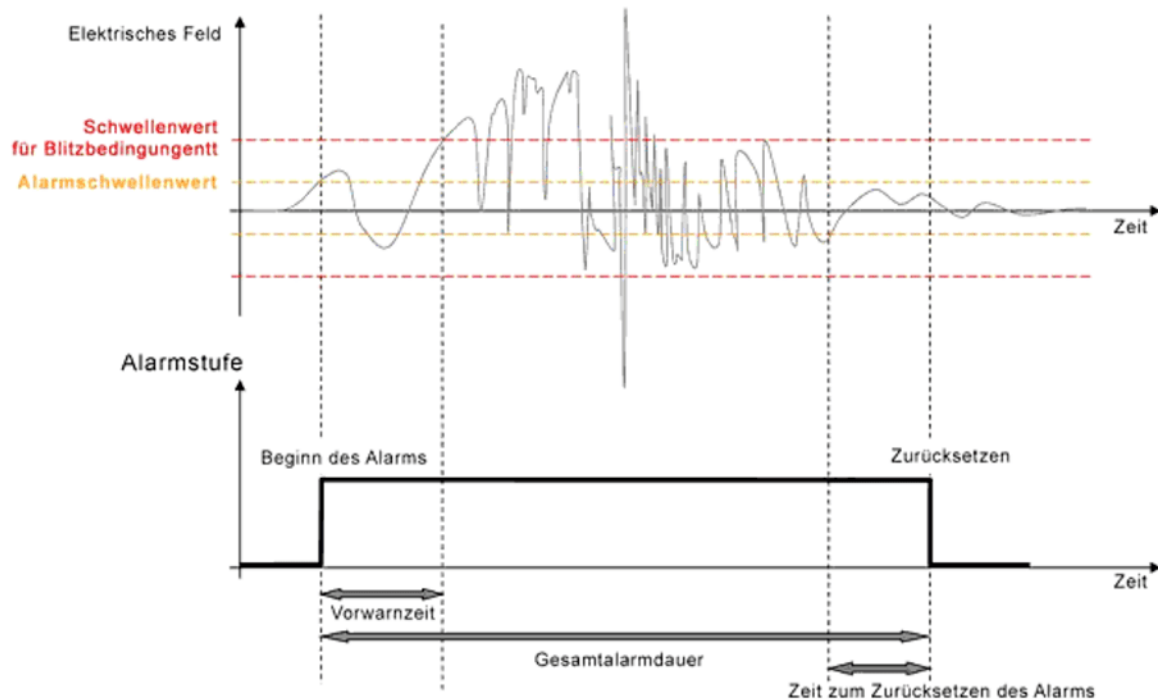


**Bild 3a – Beispiel für einen Alarm auf Grundlage der Messung des elektrischen Feldes**

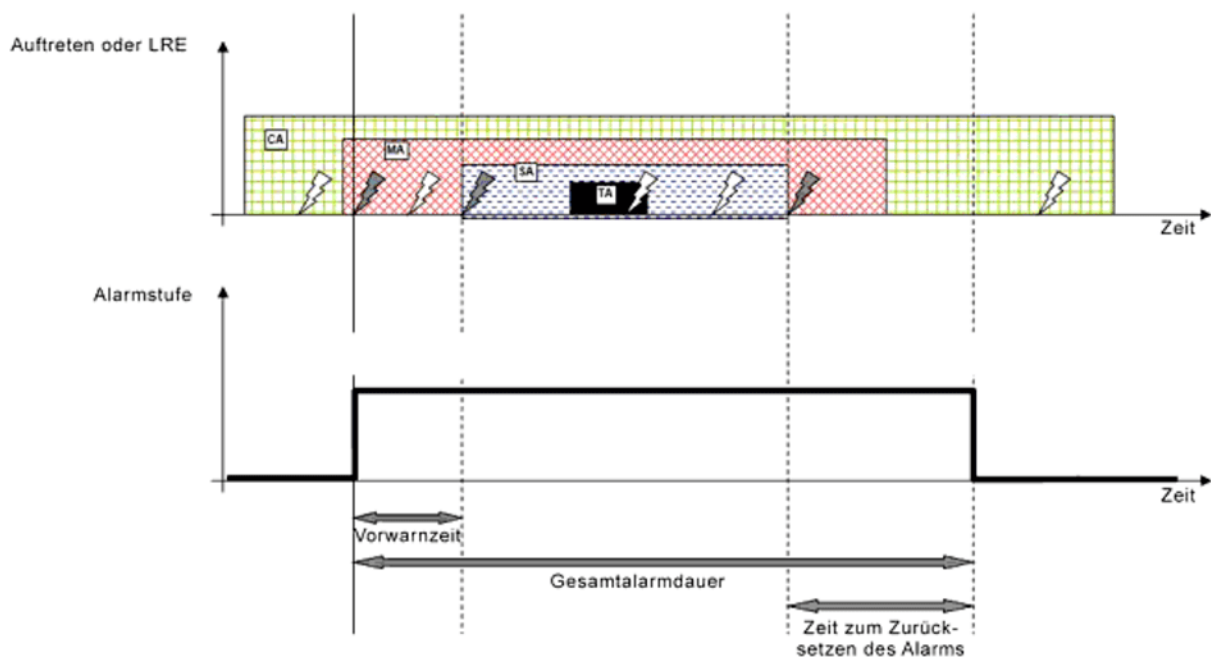


**Bild 3b – Alarm auf Grundlage der Blitzortung**

**Bild 3 — Beispiel für einen Alarm (1 von 2)**

## Legende



**ANMERKUNG** Bei der Vorwarnzeit in Bild 3a handelt es sich um eine geschätzte Vorwarnzeit, die lediglich dem Vergleich mit Bild 3b dient. Definitionsgemäß kann die Vorwarnzeit nur berechnet werden, wenn ein LRE eintritt und von dem TWS überwacht wird.

**Bild 3** (2 von 2)

Die Vorwarnzeit (LT) ist die für die Durchführung der vorbeugenden Maßnahmen verfügbare Zeit, bevor das erste blitzbezogene Ereignis (LRE) in der Zielumgebung eintritt.

Um ein zu häufiges Umschalten des Warnzustands zu vermeiden, darf das TWS eine Zeit zum Zurücksetzen des Alarms (TTC) verwenden, um den Alarm über eine bestimmte Mindestdauer aufrechtzuerhalten. Systeme, bei denen der Alarm in Abhängigkeit von der Stärke des elektrostatischen Feldes ausgelöst wird, dürfen den Alarm auch auf Grundlage dieses elektrostatischen Feldes zurücksetzen.

Die Gesamtalarmdauer entspricht dem Zeitintervall zwischen der Alarmauslösung und dem Zurücksetzen des Alarms.

In Tabelle 4<sup>N1</sup> ist zusammengefasst, wie effektive Alarmer (EA), nicht effektive Alarmer (NEA), Falschalarmer (FA) und Alarmausfälle (FTW) gezählt werden.

**Tabelle 3 — Alarmer im Zusammenhang mit LRE**

| Ereignis                       | LRE trat in SA ein | LRE trat nicht in SA ein |
|--------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Alarm wurde übertragen         | EA                 | NEA oder FA              |
| Es wurde kein Alarm übertragen | FTW                | —                        |

## 6.4 Übertragung der Alarminformationen

Es sollte ein eindeutiges Alarmübertragungsverfahren und -protokoll festgelegt werden, um sicherzustellen, dass die Alarminformationen vom Endanwender ordnungsgemäß empfangen werden. Dies sollte zumindest zu Beginn des Alarms und, sofern gefordert, am Ende des Alarms erfolgen.

Es wird empfohlen, verschiedene Kommunikationsverfahren für die Übertragung der Alarmer zu vergleichen, um die Zuverlässigkeit zu erhöhen. In jedem Falle wird die Einrichtung eines Back-up-Verfahrens empfohlen.

Das TWS und die Kommunikationsverbindungen müssen auf Fehler überwacht und die Endanwender über alle möglichen erkannten Fehler unterrichtet werden, die die Verfügbarkeit und Qualität des Alarms beeinflussen können.

## 7 Installation

Bei LLS und bei Netzen aus Ortungsgeräten ist der Netzbetreiber für die Installation zuständig.

**ANMERKUNG** Bei LLS und bei Netzen aus Ortungsgeräten ist es nicht erforderlich, dass innerhalb des oder nahe am Ziel ein Ortungsgerät installiert wird.

Bei einem einzelnen Gewitterortungsgerät muss das TWS entsprechend den Herstelleranweisungen und unter bestmöglichen Bedingungen installiert werden, um sicherzustellen, dass durch seine Umgebung möglichst wenige Störungen verursacht werden. Zu diesem Zweck wird dringend empfohlen, den vorgesehenen Standort vorher zu besichtigen, um die Systemsonden an die besonderen Bedingungen des Standorts anzupassen. Da die Leistung von Gewitterortungsgeräten durch mehrere Faktoren beeinträchtigt werden kann, können Neuinstallationen zunächst eine gewisse Anpassungszeit erfordern, bevor ihre

<sup>N1</sup> Der Verweis auf Tabelle 4 ist an dieser Stelle falsch. Die Zusammenfassung, wie effektive Alarmer (EA), nicht effektive Alarmer (NEA), Falschalarmer (FA) und Alarmausfälle gezählt werden, befindet sich in Tabelle 3.

Funktion als optimal betrachtet werden kann. Diese Anpassung muss vom TWS-Hersteller oder von einem vom Hersteller speziell dafür geschulten Techniker durchgeführt werden.

Es sollte eine Untersuchung des Blitz- und Spannungsstoßschutzes durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass direkte Blitzeinschläge und verursachte Spannungsstöße das TWS nicht beeinträchtigen; dies gilt insbesondere dann, wenn ein einzelnes Gewitterortungsgerät verwendet wird.

Eine Installation entsprechend den Anweisungen sowie Vorabuntersuchungen sind grundlegende Voraussetzungen für ein erfolgreiches Gewitterwarnsystem.

## 8 Wartung

Bei LLS und Netzen aus Ortungsgeräten auf der Grundlage einzelner Ortungsgeräte ist der Netzbetreiber für die Wartung zuständig.

Bei einem einzelnen Gewitterortungsgerät sollte die Wartungsperiode des TWS in den Herstelleranweisungen angegeben werden; sie darf von dem Ort und der Umgebung abhängen. Die Prüfungen in [Anhang E](#) geben Aufschluss darüber, wie widerstandsfähig der Messempfänger gegenüber den Umweltbedingungen sein wird (UV, Salzwasser und industrielle Verschmutzung, Staub usw.). Die Wartung der im TWS integrierten Systeme einschließlich der Alarmübertragung ist unbedingt erforderlich. Die Genauigkeit der vom TWS gelieferten Informationen wird direkt durch den technischen Zustand seiner Messempfänger, ihrer Umgebung (d. h. nachwachsende Vegetation, Gebäude, Türme usw.), der Kommunikationsverbindungen zwischen den Messempfängern und dem Steuergerät sowie zwischen dem TWS und den Endanwendern bestimmt.

**ANMERKUNG** Zu den Wartungsaufgaben können z. B. Reinigung, Neueinstellung von Parametern, regelmäßige Kalibrierung, Nachweis der ordnungsgemäßen Funktion, Kommunikationsfähigkeit usw. gehören.

Es sollten Verfahren für Echtzeit-Selbsttests vorgesehen werden, um sicherzustellen, dass das TWS nach wie vor ordnungsgemäß arbeitet. Der Anbieter des TWS muss sicherstellen, dass die gesamte Kette von der Erhebung der Blitzdaten bis hin zur Übermittlung eines Alarms an den Anwender ordnungsgemäß funktioniert.

Die Befolgung der Wartungsanweisungen ist ein wichtiger Faktor für das Langzeitverhalten eines Gewitterwarnsystems.

## 9 Beurteilung der Leistung

### 9.1 Allgemeines

Bei LLS und bei Netzen aus Ortungsgeräten auf der Grundlage einzelner Ortungsgeräte ist der Netzbetreiber für die Beurteilung der Leistung zuständig.

Durch die Bewertung der Funktion des TWS ist es möglich, seine Parameter zu optimieren und dadurch die Qualität und Zuverlässigkeit zu verbessern. Der Alarm kann so besser an die Anwendungen der Endanwender angepasst werden.

Die Leistungsbeurteilung liefert wertvolle Informationen für zukünftige Alarmeinstellungen, Verbesserungen von vorbeugenden Maßnahmen und zusätzliche Erkenntnisse hinsichtlich der Blitzumgebung am Ziel. Es wird empfohlen, diese Leistungsbeurteilung auf ein vom Hersteller des TWS entwickeltes Verfahren aufzubauen. In diesem Verfahren sollte der Anwender Informationen zu gegebenenfalls vorhandenen bisherigen Erfahrungen im Zusammenhang mit einer konkreten Alarmeinrichtung liefern (z. B. Anzahl der Alarmer, mögliche Alarmausfälle, effektive Alarmer, Falschalarmer, Schäden).

Die Bewertung kann in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Validierungsinformationen auf verschiedene Weise durchgeführt werden, z. B.:

- Abgleich mit anderen Informationsquellen: Daten von anderen TWS, meteorologischer Radar oder Satellit usw.;
- Verarbeitung archivierter Daten zur Überprüfung und Anpassung der Einstellung der Alarmparameter.

Die wichtigsten Leistungskennwerte spezifischer TWS sind:

- die Alarmausfallrate (FTWR), die aus dem Verhältnis der Anzahl der Alarmausfälle (FTW) zu der erwarteten Gesamtzahl der Alarmer (FTW + EA) bestimmt wird;

$$FTWR = FTW / (FTW + EA) \quad (1)$$

- die Wahrscheinlichkeit der Erkennung mit einer Vorwarnzeit von  $x$  Minuten,  $POD_x$ , bei der eine Zeit von mindestens  $x$  Minuten zur Verfügung steht, die für die Umsetzung vorbeugender Maßnahmen ausreicht;
- die Verteilung von  $POD_x$  als Funktion von  $x$ ;
- das Falschalarmverhältnis (FAR), das aus dem Verhältnis der Falschalarme (FA) zu der Gesamtanzahl der Alarme (TNA) bestimmt wird;

$$FAR = FA/TNA \quad (2)$$

- das Verhältnis effektiver Alarme (EAR), das aus dem Verhältnis der effektiven Alarme (EA) zu der Gesamtanzahl der Alarme bestimmt wird.

$$EAR = EA/TNA \quad (3)$$

Folgende Hauptparameter können zur Verbesserung der TWS-Leistung angepasst werden:

- die Alarmauslösekriterien im Überwachungsgebiet (MA);
- die Größe und Form des Überwachungsgebiets (MA);
- die Zeit zum Zurücksetzen des Alarms (TTC).

Parameteränderungen führen immer zu Kompromissen, z. B.:

- Bei einer Vergrößerung des Überwachungsgebiets (MA) erhöhen sich die Anzahl der Alarme, die Vorwarnzeit (LT) und die Gesamtalarmdauer (TAD), während das Verhältnis effektiver Alarme (EAR) sinkt.
- Bei einer Verkleinerung des Überwachungsgebiets (MA) steigen wahrscheinlich die Alarmausfallrate (FTWR) und das Verhältnis effektiver Alarme (EAR), während die Vorwarnzeit (LT) kürzer wird.
- Bei einer Erhöhung der Empfindlichkeit der Auslösekriterien sinkt die Alarmausfallrate (FTWR) und die Vorwarnzeit (LT) wird länger, das Verhältnis effektiver Alarme (EAR) könnte jedoch sinken.
- Bei einer Verkürzung der Zeit zum Zurücksetzen des Alarms (TTC) steigt tendenziell die Gesamtanzahl der Alarme (TNA).

Nähere Informationen finden Sie im [Anhang F](#).

## 9.2 Bewertung von TWS durch den Abgleich mit anderen Informationsquellen

Eines der konsistentesten Verfahren zur Beurteilung des Wirkungsgrades eines TWS ist der Abgleich der TWS-Logdatei der Alarmstatus mit den Feldvergleichsdaten für eine Zeitspanne, die eine repräsentative Anzahl von Alarmen abdeckt (empfohlen werden mindestens 30 EA).

Feldvergleichsdaten können von verschiedenen Quellen stammen, wie beispielsweise LLS, Videoüberwachungseinrichtungen usw.

In [Anhang D](#) ist ein Beispiel für eine solche Beurteilung des Wirkungsgrads beschrieben, das auf Daten von einem unabhängigen LLS beruht. Wenn ein LLS für die Beurteilung verwendet wird, sollten der Wirkungsgrad der Ortung und die Ortungsgenauigkeit mindestens die in [IEC 62858](#) angegebenen Werte (Wirkungsgrad der Blitzortung von 80 % und mediane Ortungsgenauigkeit von 500 m) aufweisen.

Es empfiehlt sich, die Statusdaten der vom TWS ausgegebenen Alarme zu archivieren, um den Wirkungsgrad des TWS zu überprüfen, insbesondere für den Fall einer Fehlfunktion oder bei Zweifeln an der Leistung des TWS.

Im Falle eines EFS-basierten TWS könnte die Optimierung beispielsweise im Anpassen der Schwellenwerte bestehen. Im Falle eines LLS-basierten TWS können die Abmessungen und die Form des Überwachungsgebiets sowie die Alarmauslösekriterien angepasst werden.

## 10 TWS-Anwendung

Grundsätzlich sind TWS nützlich für die Kontrolle, Vermeidung und Verringerung von Verlusten von Menschenleben, von Schäden an Gütern/Diensten oder Eigentum (mit den damit verbundenen wirtschaftlichen Verlusten) und von Umweltgefahren. Bei der Anwendung eines TWS muss eine Vielzahl von Situationen berücksichtigt werden. Allgemein soll ein TWS durch den Einsatz vorübergehender vorbeugender

Maßnahmen, die während des Andauerns des blitzbedingten Risikos aufrechterhalten werden sollten, Folgen von gefährlichen Ereignissen (LRE) verringern.

Ein TWS stellt Echtzeitdaten über atmosphärische elektrische Aktivitäten zur Verfügung, es ist also gegebenenfalls sinnvoll, auch in Gebieten mit geringer Gewitteraktivität vorbeugende Maßnahmen vorzusehen. Wie sinnvoll das Vorsehen solcher Maßnahmen ist, hängt von der Art der ausgeübten Tätigkeiten, den öffentlichen Bereichen, die Gewittern ausgesetzt sind, der Anwesenheit von Menschen und der Möglichkeit, anhand der von dem TWS gelieferten Informationen wirksame vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen, ab.

Nachfolgend sind typische vorbeugende Maßnahmen aufgeführt:

- Evakuierung (die Menschen werden an einen sicheren Ort gebracht) oder Maßnahmen, die dazu dienen, dass die Menschen an einem sicheren Ort bleiben;
- Trennen der Stromversorgungsleitung (unter Voraussetzung einer ausreichenden Isolierung);
- Unterbrechen oder Verschieben gefährlicher Tätigkeiten;
- Warnen von Notfallteams (z. B. Feuerwehr, diensthabendes Rettungsteam usw.);
- spezielle vorübergehende Maßnahmen (Anhalten kritischer Prozesse, Back-up-Sicherung von Systemen, Anschluss an andere Netze oder eine unterbrechungsfreie Stromversorgung usw.).

Es ist wichtig, jede der Maßnahmen im Hinblick auf die möglichen Verluste genau abzuwägen. Um wirksam zu sein, müssen diese vorbeugenden Maßnahmen mithilfe angepasster Sicherheitsverfahren umgesetzt werden.

Wenn das Risiko einer Gefährdung von Personen besteht, ist besondere Vorsicht geboten – ein Personenschaden ist zwar möglicherweise nicht der wahrscheinlichste Schadensfall, er zieht jedoch gravierende Konsequenzen nach sich. Wenn also vorübergehende Maßnahmen ergriffen werden können, die das Risiko der Verletzung von Personen wirksam senken, so wird die Verwendung eines TWS empfohlen.

[Anhang F](#) enthält Beispiele für die Anwendung eines TWS und [Anhang C](#) enthält eine Liste mit empfohlenen vorbeugenden Maßnahmen.

## Anhang A (informativ)

### Überblick über die Blitzereignisse

#### A.1 Ursprung von Gewitterwolken und deren elektrischer Aufladung

Blitze entstehen durch elektrisch geladene Wolken (siehe [1], [2]), doch nicht alle Wolken sind elektrisch geladen. Gewitterwolken erzeugen Blitze und sind normalerweise gekennzeichnet durch ihre beträchtliche senkrechte Entwicklung und das gleichzeitige Vorhandensein von unterkühlten Wassertropfen, Eiskristallen, und Graupel. Gewitterwolken können auch starke Winde und Unwetter am Boden (Hagel, Tornados) verursachen.

Gewitter entstehen durch Auftriebskräfte, die durch die Erhitzung der Erdoberfläche und der erdnahen Luftschichten durch die Sonneneinstrahlung entstehen. Die thermodynamische Ursache für die Bildung konvektiver Wolken ist eine herrschende Temperaturinstabilität und ein Erstauslöser, der den Prozess startet. Der Auslöser kann durch unterschiedliche Mechanismen erzeugt werden: thermische Grenzschichten, atmosphärische frontale Oberflächen (gegenseitige Beeinflussung von Warm- und Kaltfronten), böige Wetterfronten, orografische/s Anheben (typisch in den Bergen) und frontale Oberflächen. Wenn feuchtigkeitsaufnahme-fähige Luftmassen in die Höhe steigen und in eine andere Luftdruckregion eindringen, dehnt sich die Luftmasse aus und kühlt ab, bis der Taupunkt erreicht ist. Danach entsteht durch die Kondensation des Wasserdampfs eine Wolke und die durch die Kondensation freigegebene Wärme erhöht den Luftmassenauftrieb. Wenn die Luftmasse Frosttemperaturen erreicht, dann sind die Bedingungen für die Entstehung von Eiskristallen und Graupel gegeben, die grundlegend sind, um die elektrische Ladung in der Wolke zu erzeugen.

Typischerweise haben Gewitterzellen in Cumulonimbuswolken einen Durchmesser von 10 km, eine Wolkenhöhe von 12 km und eine Lebensdauer von weniger als 30 min. Andere Gewitterarten wie zum Beispiel Mehrzellenlinien, Cluster, Superzellen und großräumige konvektive Systeme (MCS) haben jedoch größere Abmessungen und eine längere Lebensdauer, die einige Stunden betragen kann. Die unterschiedlichen Typen von Gewitterzellen treten tendenziell in unterschiedlichen Regionen auf.

Ein Modell für die Ladungsverteilung in einer einfachen Cumulonimbus-Gewitterwolke basiert auf drei Ladungsregionen: ein konzentriertes negatives Ladungsgebiet in der Mitte der Wolke mit einem verstreuten positiven Ladungsgebiet darüber und einer kleinen positiven Ladungstasche unter dem negativen Gebiet. Blitze beginnen zumeist an oder in der Nähe des Endes der negativen Ladungsregion; wenn der Blitz am oberen Ende beginnt, entwickelt er sich in der Regel zu einem Wolke-Wolke-Blitz, der sich zwischen den Hauptladungsregionen abspielt. Wenn die Entladung am oder in der Nähe des unteren Endes der negativen Region beginnt, entwickelt sich häufig ein negativer Leitblitz (en: leader), der nach unten fortschreiten kann und zu einem Erdblitz (CG-Blitz) führt.

#### A.2 Blitzereignisse

Obwohl Erdblitz (CG-Blitz) die gefährlichsten Blitze für Menschen sind, erreichen die meisten durch Gewitter erzeugten Blitze nie den Erdboden. Diese Blitze werden allgemein als „Wolkeblitze“ (IC-Blitze) bezeichnet.

Blitze entstehen, wenn die Gewitterwolke eine bestimmte Menge an Ladungsträgern angesammelt hat. Wolkeblitze entstehen üblicherweise wenige Minuten, bevor der erste Erdblitz auftritt, dies ist jedoch nicht immer der Fall. Die Polarität des Blitzes wird durch die Polarität der transportierten elektrischen Ladung von der Wolke zur Erde definiert. Blitze lassen sich zudem auch durch die Ausbreitungsrichtung des Leitblitzes charakterisieren: abwärts im Falle eines Wolke-Erde-Blitzes, aufwärts im Falle eines Erde-Wolke-Blitzes. Bild A.1 zeigt die Normblitzklassen. Abwärtsblitze sind die am häufigsten auftretenden Blitze und Aufwärtsblitze entstehen üblicherweise an hohen Bauten (d. h. Bauwerke höher als 100 m oder kleinere Bauwerke im Gebirge).

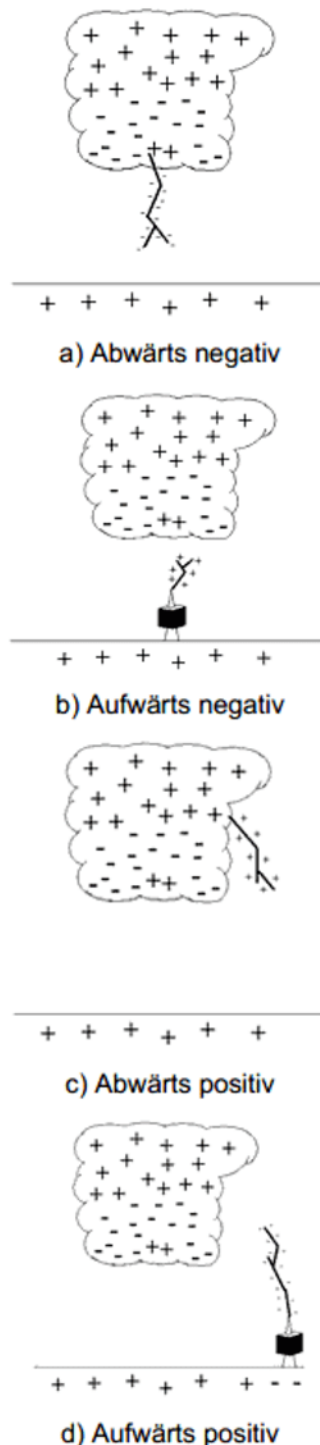


**Bild A.1 — Normblitzklassen**

Der am häufigsten vorkommende Blitz ist der negative Abwärtsblitz (typischerweise etwa 90 %), aber in speziellen Wetterlagen, wie zum Beispiel Winterstürmen, schweren Gewittern oder im Stratusbereich von großräumigen konvektiven Systemen (MCS), kann die Anzahl der positiven Erdblitzes überwiegen. Üblicherweise beginnt ein negativer Abwärtsblitz mit einem vorausgehenden Durchschlag innerhalb der Wolke, der wiederum einen abwärtsgerichteten Leitblitz erzeugt, der stufenweise und stark verzweigt gegen den Erdboden fortschreitet. Dieser Prozess wird „Stepped Leader“ genannt. Wenn der negative Stepped Leader eine gewisse Erdnähe erreicht hat, erzeugt das unter dem Leader vorhandene elektrische Feld eine oder mehrere vom Boden ausgehende Entladungen, die meist an den Spitzen oder Kanten des nächstgelegenen geerdeten Leiters entstehen. Wenn sich die beiden Leader verbinden, entsteht der Hauptblitz (im Folgenden „Blitz“). Der Blitz ist ein starker Stromstoß, der die Ladung zur Erde transportiert, wobei sich die Blitzfront mit einer Geschwindigkeit von etwa einem Drittel der Lichtgeschwindigkeit in dem

vorionisierten Leader-Kanal nach oben bewegt. Die Spitzentemperatur im Blitz beträgt etwa 30 000 K und stellt das hellste Ereignis im Blitz dar. Die Dauer des Blitzes beträgt einige hundert Mikrosekunden bis zu einigen zehn Millisekunden, je nach Dauer des Gleichstroms. Ein weiterer Blitz entsteht oft innerhalb weniger zehn Millisekunden nach dem ersten Blitz, in einem typischen Blitz gibt es drei bis vier Leitblitz/Hauptblitz-Abfolgen.

Für weitere Einzelheiten zu den Blitzparametern siehe [3].

### **A.3 Elektrische Gewitter- und Blitzkennwerte, die zur Vorbeugung nützlich sind**

#### **A.3.1 Elektrostatistisches Feld**

Die elektrische Ladung innerhalb einer Gewitterwolke erzeugt ein breites elektrostatisches Feld am Boden, das meist wesentlich stärker ist, als das unter Schönwetterbedingungen existierende elektrische Feld. Deshalb kann das Messen des elektrostatischen Feldes eines entstehenden oder sich nähernden Gewitters unter Umständen für die Alarmierung herangezogen werden, es gelten jedoch einige Einschränkungen. Eine der Einschränkungen ist, dass das elektrostatische Feld am Boden nicht das tatsächliche elektrostatische Feld ist, das durch die Wolke produziert wurde, weil es zwischen der Wolke und der Erde andere signifikante Raumladungsschichten gibt. Deshalb ist es nicht möglich, einen genauen Schwellenwert eines Feldes für das unmittelbare Bevorstehen eines Blitzes festzulegen. Die zweite Einschränkung ist, dass das elektrostatische Feld eines Gewitters nur in wenigen Kilometern Entfernung gemessen werden kann.

CG- und IC-Blitze erzeugen plötzliche Wechsel im elektrostatischen Feld, die zur Erfassung von Blitzen genutzt werden können. Werden die Änderungen des Feldes an verschiedenen Orten gleichzeitig gemessen, dann kann das Zentrum des vom Blitz verursachten Feldwechsels der Wolke lokalisiert werden. Die Blitzortung auf Basis der Veränderung des elektrostatischen Feldes ist jedoch kein übliches Verfahren.

#### **A.3.2 Elektromagnetische Felder**

##### **A.3.2.1 Allgemeines**

Eine Blitzentladung erzeugt elektromagnetische Energie aufgrund des hohen und schnell wechselnden Stroms im Blitzkanal. Diese Abstrahlung wird üblicherweise benutzt, um Gewitterblitze zu orten, wobei unterschiedliche Technologien individuell oder gemeinsam genutzt werden. [Anhang B](#) beschreibt einige dieser Technologien, die heutzutage benutzt werden.

Durch die Ortung von CG- oder IC-Blitzen oder beider Blitztypen kann ein Gewitter verfolgt werden, um vor Gewittern zu warnen und um vorbeugende Maßnahmen einzuleiten.

##### **A.3.2.2 Ortung von IC-Blitzen**

Bei einem Gewitter entstehen in der Regel IC-Blitze zeitlich vor der ersten CG-Entladung, deshalb werden Wolken-Entladungen häufig für Warnzwecke genutzt.

Im Durchschnitt produziert eine Gewitterwolke zwei- bis dreimal so viele IC-Blitze wie CG-Blitze, was wiederum mehr Quellen elektromagnetischer Signale erzeugt, so dass sich mehr Möglichkeiten ergeben, die elektrische Aktivität in der Wolke zu überwachen und zu verfolgen.

Die höhere IC-Aktivität im Vergleich zu der CG-Aktivität erfordert auch eine größere Datenverarbeitungskapazität. Da im VHF-Band Signale von zehntausenden elektromagnetischen Quellen empfangen werden können, kann die Ortung gegebenenfalls auf wenige hundert Kilometer beschränkt werden.

##### **A.3.2.3 Ortung von CG-Blitzen**

Die Ortung von CG-Blitzen wird allgemein im Lang- oder Längstwellen-Bereich (LF/VLF) ausgeführt, was eine Ortung in einem Bereich von einigen hundert Kilometern ermöglicht.

#### **A.3.3 Weitere nützliche Parameter für die Blitzortung**

##### **A.3.3.1 Zeitlicher Abstand zwischen Blitzen und Blitzrate**

Zeiten und Entfernungen zwischen den Blitzen liefern Informationen über die Gewitteraktivität. Die Blitzrate ist die Anzahl der Blitze je Zeiteinheit, sie stellt ein allgemein genutztes Maß für die Beschreibung der Blitzaktivität in einem Gewitter dar.

#### **A.3.3.2 Verhältnis von IC- zu CG-Blitzen**

Das Verhältnis der Anzahl von IC-Entladungen zu Erdblitzten gibt Aufschluss über die Blitzaktivität und über die Art eines Gewitters.

#### **A.3.3.3 CG-Polaritäten**

Positive Blitze treten üblicherweise in Wintergewittern und in den Stratusregionen von großräumigen konvektiven Systemen (MCS) auf. Darüber hinaus kann ein hoher Prozentsatz an positiven CG-Blitzen im Vergleich zu negativen CG-Blitzen ein Indikator für ein schweres Unwetter sein.

All diese Kennwerte hängen stark von der Leistung der verwendeten Blitzortungssysteme ab [4].

## Anhang B (informativ)

### Gewitterüberwachungsverfahren

#### B.1 Einleitung

Ein Gewitter kann von einem TWS aus einem einzelnen Messempfänger geortet werden. Um festzustellen, wo die einzelnen Blitzeinschläge erfolgen werden, ist ein Blitzortungssystem (LLS) aus mehreren Messempfängern erforderlich.

#### B.2 Ortungsverfahren mit einem einzelnen Messempfänger

##### B.2.1 Allgemeines

Gewitterortungsgeräte sind an die verschiedenen Gewitterstadien mit ihren jeweils erfassbaren physikalischen Ereignissen gebunden. Dennoch können Gewitterortungsgeräte ein oder mehrere Ereignisse erfassen. Die folgenden Unterabschnitte enthalten eine Beschreibung und kurze Erläuterung.

##### B.2.2 Ortungsgerät auf Grundlage des elektrostatischen Feldes

Diese Art von Ortungsgeräten kann eine Veränderung des elektrostatischen Feldes in der Umgebung des Messempfängers erkennen. Ein elektrostatisches Feld kann von den ersten elektrischen Effekten in einem Gewitter erzeugt werden. Da der elektrostatische Effekt einer der ersten elektrischen Effekte ist, können lokale Gewitter anhand der Veränderung des elektrischen Feldes bereits frühzeitig geortet werden.

Das atmosphärische elektrostatische Feld hat am Boden unter Schönwetterbedingungen einen positiven Wert von etwa 100 V/m bis 150 V/m (atmosphärische Elektrizitäts-Vorzeichen-Regelung) in der Ebene, da die Atmosphäre über der Erde positiv vorgeladen ist. Am Boden unter einer elektrisch geladenen Gewitterwolke kann das elektrostatische Feld Werte von einigen kV/m erreichen. Üblicherweise ist das elektrostatische Feld am Boden durch weitere Schichten zwischen Wolke und Erde vom Feld in der Wolke abgeschirmt, so bleibt der Wert des elektrostatischen Feldes in der Regel unter 10 kV/m.

Ein Messempfänger für elektrische Felder, der für die Erfassung verwendet wird, sollte mindestens eine Auflösung von 200 V/m haben und elektrische Felder bis mindestens  $\pm 20$  kV/m messen können. Veränderungen des elektrostatischen Feldes sind im Anfangsstadium eines Gewitters relativ langsam, und eine Messung alle paar Sekunden ist ausreichend. Wenn für die Anwendung des Messempfängers die Veränderung des Feldes maßgeblich ist, werden Messintervalle von höchstens 1 s empfohlen.

Das Ortungsgerät sollte Informationen zur Größe des elektrischen Feldes zur Verfügung stellen. Einige Systeme können auch Informationen über die zeitliche Entwicklung des Feldes liefern.

Diese Ortungsgeräte können das Vorhandensein ebenso wie das Nichtvorhandensein einer elektrisch geladenen Wolke erkennen. Trotzdem gibt es keinen eindeutigen Schwellenwert, den die Feldstärke annimmt, wenn die ersten Blitzenladungen eingeleitet werden. Das elektrostatische Feld hängt von der Topologie der Umgebung ab und nahe gelegene Blitze verursachen schnelle Veränderungen im elektrostatischen Feld.

##### B.2.3 Ortungsgerät auf Grundlage des elektromagnetischen Feldes

Diese Art von Ortungsgeräten kann die von Blitzen verursachten elektromagnetischen Felder erfassen, so dass die Entfernung des Gewitters geschätzt und vor dessen Heraufziehen gewarnt werden kann. Die Reichweite der Erkennung hängt von der Frequenzbandbreite des Messempfängers ab.

Wenn das elektrische und das magnetische Feld gemessen werden, kann der Messempfänger gegebenenfalls Informationen über die Richtung liefern, aus der sich das Gewitter nähert. Die Entfernung kann anhand der Signalstärke des elektromagnetischen Feldes gemessen werden.

#### B.3 Messnetzverfahren

Es gibt verschiedene Arten von Blitzortungsverfahren mit mehreren Messempfängern. Die häufigsten sind nachfolgend angegeben.

### **B.3.1 Magnetische Richtungspeilung (MDF):**

Das Prinzip der magnetischen Richtungspeilung basiert auf der Verwendung zweier orthogonal angeordneter magnetischer Antennen, die die Felder messen, um den Einfallswinkel des vom Blitz abgestrahlten magnetischen Feldes zu bestimmen. Mit zwei oder mehreren magnetischen Richtungspeilern können die Orte der Blitzeinschläge durch die Berechnung des Schnittpunktes der vom Messempfänger übermittelten Richtungen bestimmt werden.

### **B.3.2 Zeit des Eintreffens (TOA):**

Das Prinzip der TOA-Messung basiert auf der Nutzung der Verzögerungszeit, die ein Messsignal von der Strahlungsquelle bis zu den Messempfängern braucht: Bei den näher gelegenen Messempfängern trifft das Signal früher ein als bei den weiter entfernten Empfängern.

### **B.3.3 Interferometrie:**

Bei der Interferometrie wird der Einfallswinkel bestimmt, indem die Phasendifferenz zwischen nahe beieinanderliegenden Antennen gemessen wird.

ANMERKUNG Bei einigen Systemen werden MDF, TOA und/oder Interferometrie kombiniert, um bessere Leistungen zu erzielen.

## Anhang C (informativ)

### Empfohlene vorbeugende Maßnahmen

Vorbeugende Maßnahmen, die sich aus einer genaueren Kenntnis der Gefährdung durch Blitze und/oder Gewitteraufladungen ableiten lassen, hängen stark von der jeweiligen Risikosituation ab. Diese vorbeugenden Maßnahmen sollten deshalb bewertet und in einen ausführlichen Maßnahmenplan eingebracht werden.

Es gibt viele unterschiedliche Situationen und Einrichtungen, für die der Einsatz eines TWS notwendig sein kann. Deshalb sollten die Maßnahmen, die sich aus der Analyse der Voraussagen eines solchen Systems ergeben, durch den Endanwender oder durch einen Planer mit spezieller Ausrichtung auf diese Ausführung ausdrücklich festgelegt werden. Zu diesem Zweck sollten entweder die Sicherheits- und Notfallpläne oder die möglichen technischen Anpassungen in Abläufen und Systemen berücksichtigt werden.

Es sollte daran gedacht werden, dass Entscheidungen zu vorbeugenden Maßnahmen, (automatische, manuelle, akustische usw.) Aktionen zur Folge haben können, die in eigenen systembedingten Abläufen festgelegt sind.

Um Leitfäden für mögliche vorbeugende Maßnahmen bereitzustellen, werden einige Beispielanweisungen aufgeführt, die aus den Voraussagen des TWS abgeleitet werden könnten. Die Anzahl der Alarmstufen wird vom Anwender definiert (in dem Beispiel unten gibt es zwei Stufen). Diese Maßnahmen haben eine auf der Schwere des Gewitters beruhende logische Abstufung, welche die vom System erreichte Aktivierungsstufe bestimmt.

#### Kein Alarm:

- Normalbetrieb am Ziel

#### Auslösung/Zurücksetzung von Alarmen:

##### Alarmstufe 1:

- Erste vorbeugende Maßnahmen, bestehend aus informativen Mitteilungen wie z. B. ferngesteuerten, visuellen oder akustischen Meldungen usw.
- Notstromversorgung kann eingeschaltet werden.
- Keine Aktivitäten in den exponierten Bereichen planen oder beginnen

##### Alarmstufe 2 (Notfall)

- Weiterführende vorbeugende Maßnahmen
- Notstromversorgung kann eingeschaltet werden.
- Kritische und empfindliche Systeme können abgeschaltet werden.
- Mögliche Evakuierung exponierter Bereiche in sichere Gebiete, die durch ein LPS geschützt sind
- Überprüfung, dass vorherige Aktionen bereits wirksam umgesetzt wurden
- Nachverfolgung der Entwicklung der Blitzaktivität
- Keine zusätzliche Aktion, wenn die vorherigen Aktionen bereits umgesetzt werden

#### Zurücksetzung des Alarms

- Zurück zum Normalbetrieb am Ziel
- Bei Auftreten eines LRE oder einer LRC den Zustand des LPS entsprechend den jeweils geltenden Vorschriften kontrollieren

Bei Bedarf kann das TWS einen Alarm ausgeben, um den Anwender zu warnen, dass eine Störung des TWS vorliegt.