DGUV
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
Spitzenverband

5144

BGI/GUV-I 5144

Information

Gewitter auf dem Vorfeld von Verkehrsflughäfen

Gefährdungen und Schutzmaßnahmen

April 2011

Impressum

Herausgeber:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Mittelstraße 51
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Gemeinsame Arbeitsgruppe der Sachgebiete „Luftfahrt“ (FA Verkehr) und „Bodenbetriebsdienste auf Flughäfen“ (FG Verkehr) der DGUV.

Layout & Gestaltung:
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Medienproduktion

Fotos:
Fraport AG: Titelbild
BG Verkehr: Abb. 1, 2, 3, 4, 6, 7 und 8
Flughafen Stuttgart GmbH: Abb. 5 und 9

Ausgabe April 2011

BGI/GUV-I 5144 zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
oder unter www.dguv.de/publikationen

DGUV
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung
Spitzenverband

Gewitter auf dem Vorfeld von Verkehrsflughäfen

Gefährdungen und Schutzmaßnahmen

BGI/GUV-I 5144 April 2011

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorwort **5**

1 Gewitter **6**

2 Betroffene Arbeitsplätze **14**

3 Verfahren zur Erfassung der Auslösekriterien **17**

4 Festlegungen für eine betriebliche Gewitter- und Blitzwarnung auf dem Flughafen **20**

5 Warnung der betroffenen Unternehmen durch den Flughafen **21**

6 Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen **24**

7 Verantwortung für die Information aller Mitarbeiter **25**

8 Blitzschutzmaßnahmen auf Flughäfen **26**

9 Erste Hilfe **29**

10 Unterweisungen/Betriebsanweisungen **30**

Vorwort

© lcdwheatley/iStockphoto

Ein Gewitter ist eine mit luftelektrischen Entladungen (Blitz und Donner) verbundene komplexe meteorologische Erscheinung. In der Summe treten auf der Erde durchschnittlich 1600 Gewitter gleichzeitig auf.

In der Bundesrepublik Deutschland werden vorwiegend in den Sommermonaten Mai bis August die meisten Gewittertage gezählt. Ein hohes Gefährdungsrisiko besteht hierbei für Personen, deren Arbeitsplätze sich im Freien befinden. Insbesondere sind Beschäftigte auf dem Vorfeld eines Flughafens durch Gewitter gefährdet.

Nach dem Arbeitsschutzgesetz (ArbschG) ist jedes Unternehmen verpflichtet, für gefahrbringende Tätigkeiten eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. Hierbei hat der Arbeitgeber durch eine Beurteilung, die für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind (s. § 5 Abs. 1 ArbschG.).

Diese Informationsbroschüre zeigt Gefährdungen für Beschäftigte bei Gewitter auf und bietet eine Hilfestellung zur Planung und Durchführung von notwendigen Maßnahmen.

In dieser Broschüre finden Sie Hinweise und Tipps zur sicheren Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsabläufen auf dem Vorfeld.

Zudem stellt diese Broschüre einen Praxisleitfaden dar und richtet sich an Führungskräfte sowie an Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Betriebsärzte und Arbeitnehmervertreter. Unser Ziel ist es, diesen Personenkreisen Informationen zur Umsetzung von Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen zur Verfügung zu stellen.

1 Gewitter

1.1 Entstehung von Gewittern

Die Gewittertätigkeit ist von räumlichen, saisonalen und tageszeitlichen Faktoren abhängig. In Deutschland bilden der Voralpenraum und die topografischen Höhenzüge, wie z.B. Schwarzwald, Schwäbische Alb, Fränkische Alb, die Ballungsräume im Rhein-Main- und Ruhr-Gebiet sowie Großstädte durch die von ihnen verursachte Luftmassenhebung Schwerpunkte bei der Gewittertätigkeit.

In unseren Breiten werden speziell in den Sommermonaten Mai bis August regelmäßig eine Zahl von 20 Gewittertagen pro Monat überschritten. Die höchste Anzahl von Blitzentladungen tritt meist im Monat Juli auf, gefolgt von den Monaten Juni und August.

Im Tagesverlauf sind die wenigsten Gewitterereignisse in den Vormittagsstunden zu beobachten. Das Maximum der Gewittertätigkeit wird meist zwischen 15 und 17 Uhr erreicht.

Für die Entstehung von Gewittern sind drei Faktoren von entscheidender Bedeutung:

1. **Labile Schichtung der Atmosphäre**
2. **Hohe Luftfeuchtigkeit**
3. **Aufsteigende Luftströme (Hebung)**

Die von der erwärmten Erde aufsteigenden Luftströme wie auch die durch Gebiete unterschiedlichen Luftdrucks hervorgerufenen Strömungen erreichen hohe Geschwindigkeiten. Diese Mechanismen sind ursächlich für die Entstehung von Wärme- oder Frontgewittern. Die Luftströme enthalten Wasserdampf, der in größeren Höhen wegen der Temperaturabsenkung zu Wassertropfen kondensiert. Die frei werdende Kondensationswärme liefert die notwendige Energie, die die Strömung sehr große Höhen erreichen lässt. Die entstehenden Wassertropfen werden im Luftstrom mitgerissen. In Bereichen mit Lufttemperaturen von unter 0° unterkühlen und gefrieren die Wassertropfen schließlich. Dabei bildet sich zunächst eine Oberflächeneisschicht aus, während im Inneren noch flüssiges Wasser vorliegt. Es entsteht eine, durch den Temperaturgradienten hervorgerufene, Diffusion von positiven Ionen nach außen, während der innere Kern des Tropfens überwiegend negative Ladungen trägt. Durch gegenseitige Zusammenstöße der Wassertropfen und Eispar-

tikel untereinander, kann der Eisbelag in Form kleiner Partikel abgespalten werden. Diese positiv geladenen kleinen Eispartikel geringerer Masse werden durch die Luftströmungen in größere Höhen gebracht als die verbleibenden größeren negativ geladenen Wassertropfen.

Gewitterwolken haben unterschiedlich geladene Bereiche, wobei ausgedehnte negative Raumladungszonen meist in geringen Höhen bis etwa 6 km zu beobachten sind. Positive Raumladungszonen sind in Gewitterwolken meist in Höhen oberhalb von 8-10 km anzutreffen. Der schematische Aufbau einer Gewitterwolke ist in **Abbildung 1** dargestellt.

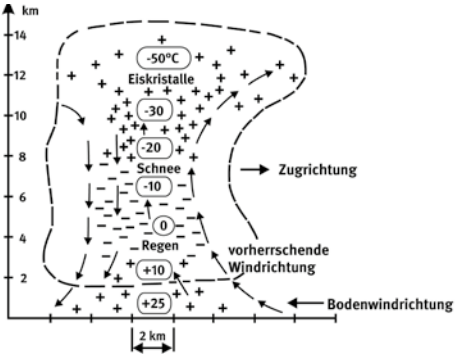


Abb. 1 Schematischer Aufbau einer Gewitterwolke

In Bodennähe entsteht durch negative Wolkenlage eine positive Raumladungszone, die bei Überschreitung einer kritischen Bodenfeldstärke durch Koronaeffekte rasch verstärkt wird. Diese Koronaeffekte treten dabei an allen „spitzen“ Objekten, d.h. Objekten mit kleinen Krümmungsradien, am Boden auf, wie z.B. Gräser, Büsche, Bäume, Gebäude, Maste. Hierdurch wird ein starker Anstieg von positiven Ladungsträgern in Bodennähe verursacht, der die Ausbildung von Fangentladungen und damit die Wahrscheinlichkeit von Blitzeinschlägen wesentlich erhöht. Gleichzeitig wird durch diesen Effekt der Anstieg der elektrischen Feldstärke in Bodennähe auf Werte von etwa 10-20 kV/m begrenzt.

Die elektrische Ladung einer Gewitterwolke beträgt im Mittel etwa 10-20 C (Coulomb: 1 C = 1 A • 1 s), wobei in Einzelfällen auch Ladungen von bis zu 300 C gemessen werden konnten.

Die in der Gewitterwolke enthaltenen Ladungen sind an Wassertropfen, Eiskristalle oder Staubteilchen gebunden. Sie sind durch Luftzwischenräume voneinander iso-

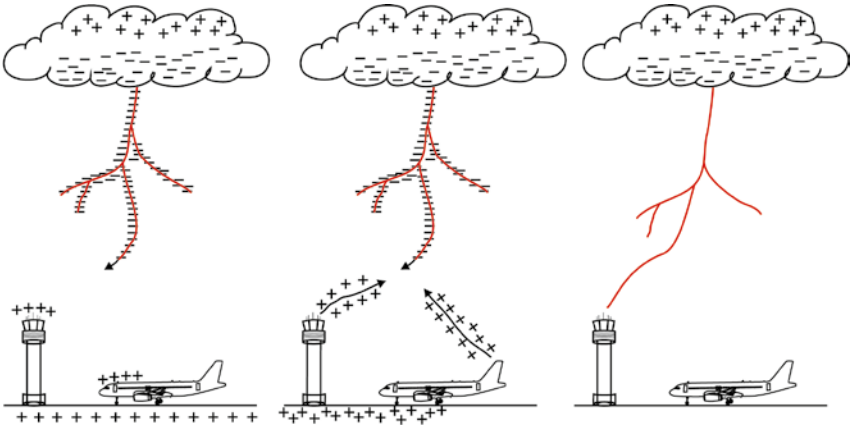
liert und bilden in ihrer Gesamtheit ein elektrisches Feld zur Erde, einer benachbarten Wolke oder einem Wolkenteil mit entgegengesetzter Polarität aus. An den Rändern der Wolke und in unmittelbarer Umgebung der Ladungsträger treten stark inhomogene elektrische Felder auf, deren Feldstärke mit 20-25 kV/cm die Entladungseinsetzspannung der Luft überschreitet, wodurch eine Blitzentladung eingeleitet wird.

1.2 Eigenschaften von Blitzentladungen

Statistische Untersuchungen belegen, dass etwa 70 % aller Blitzentladungen innerhalb der Wolken stattfinden und nur etwa 30 % Erdberührung haben.

- Wolke-Wolke-Blitze – Sie werden oft nicht wahrgenommen, sie können jedoch auch über große Entfernungen zu Gefährdungen führen.
- negativer Wolke-Erde-Blitz – Die meisten Blitze zwischen Wolke und Erde verlaufen abwärts und haben eine negative Polarität.
- positiver Wolke-Erde-Blitz – Nur etwa 5-20 % aller Wolke-Erde-Blitze besitzen eine positive Polarität. Sie sind meist energiereicher als negative Wolke-Erde-Blitze.
- Der Einschlagort eines Wolke-Erde-Blitzes wird durch eine vom Erdboden der Wolke entgegenwachsende Fangentladung festgelegt. Objekte am Boden mit Kanten und Spitzen, d.h. hohen Feldverzerrungsfaktoren, und guter Leitfähigkeit (Metalle) begünstigen die Ausbildung von Fangentladungen (**Abbildung 2** zeigt den zeitlichen Verlauf eines Blitzereignisses).
- Blitzereignisse entstehen im Durchschnitt aus 3 Entladungen in den gleichen Einschlagpunkt. Nur etwa 5 % aller Blitzereignisse haben mehr als 10 Entladungszyklen.
- Die mittlere Zeitdauer einer Blitzentladung liegt bei etwa 200 ms.
- Der Mittelwert des Entladungsstroms für negative Wolke-Erde-Blitze liegt bei 34 kA. Der Entladungsstrom kann in seltenen Fällen 500 kA überschreiten.
- Die Stromanstiegsgeschwindigkeit in der ersten Hauptentladung liegt bei 10-80 kA/µs. Dieser steile Stromanstieg kann zu erheblichen Gefährdungen durch Induktionswirkungen in leitfähigen Schleifen führen.

- Der Hauptentladungskanal erreicht Längen von mehr als 10-15 km und Durchmesser von 10-20 cm.
- Im Hauptentladungskanal entstehen Temperaturen von 10 000-30 000 °C verbunden mit der Emission von blendend weißem Licht.
- Mit der Aufheizung des Entladungskanals sind Dichteänderungen der umgebenden Luft verbunden, wobei Druckwellen („Donner“) mit extrem hohen Schalldrücken entstehen.



2a) **Vorwachsen einer Entladung aus der Wolke**

2b) Ausbildung von Fangentladungen am Boden

2c) Vereinigung der Entladungen

Abb. 2: Zeitlicher Ablauf eines Blitzereignisses

1.3 Gefährdungen durch Blitzereignisse

Bei möglichen Gefährdungen durch Gewitter und Blitzereignisse wird überwiegend nur an die Verletzung oder Tötung von Personen durch direkten Blitzeinschlag gedacht. Leider ist diese Denkweise auch bei vielen Gefährdungsbeurteilungen anzutreffen, woraus sich gravierende und sicherheitsrelevante Versäumnisse ergeben können.

Gefährdungen durch Gewitter und Blitzereignisse werden verursacht durch elektrische und nicht-elektrische sowie direkte und indirekte Wirkungen auf den Menschen.

1.3.1 Elektrische Gefährdungen

Elektrische Gefährdungen bei Gewittern und Blitzereignissen beruhen im Wesentlichen auf Durchströmungen des menschlichen Körpers mit elektrischem Strom. Daher sind Erkenntnisse von Elektrounfällen auf direkte und indirekte Blitzunfälle weitgehend übertragbar.

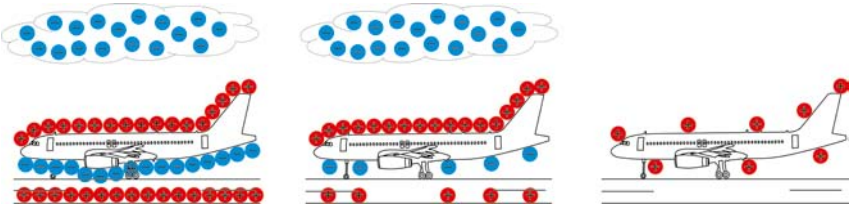
Direkte Wirkungen:
Wesentlicher Unterschied zum normalen Wechselstromunfall ist der schnelle zeitliche Ablauf eines Blitzereignisses, wobei der Scheitelwert des Blitzstroms bereits nach circa 10 µs erreicht wird.

Der größte Teil des Blitzstroms dringt daher nicht in den menschlichen Körper ein sondern fließt über dessen Oberfläche ab (Skineffekt). Nur ein geringer Teil führt zur eigentlichen Körperdurchströmung die zur Reizung von Nerven-, Muskel- und Sinneszellen sowie zur Beeinflussung der Herzaktion führen kann.
Je nach Höhe des Körperstroms können sich reversible oder irreversible biologische Wirkungen ergeben.

Reversible Gesundheitsschädigungen sind z.B. Taubheitsgefühl und Lähmungserscheinungen in den betroffenen Körperteilen, Störungen des Gleichgewichtssinns und vorübergehende Bewusstseinsstörungen.

Bei höheren Stromstärken, die an den Ein- und Austrittstellen am Körper so genannte „Strommarken“ hinterlassen können, kann es zu Herzkammerflimmern, bis hin zu dauerhaften Schäden des zentralen Nervensystems und des Herzens kommen. Möglich ist auch ein akuter Atem- und Herzstillstand oder der Tod des Betroffenen.

Indirekte Wirkungen:
Indirekte Gefährdungen bei Gewittern können aufgrund von Influenz- und Induktionswirkungen durch die bei Blitzereignissen auftretenden raschen Veränderungen in den elektrischen und magnetischen Feldern – auch über große Distanzen – hervorgerufen werden.



3a) 3b) 3c)

Abb. 3 Indirekte Gefährdungen an leitfähigen Objekten in Bodennähe aufgrund von Influenz

Influenzwirkungen
Durch die elektrische Ladung der Gewitterwolke werden am Boden und auf allen in Bodennähe befindlichen Objekten Ladungen influenziert.

Die negative Wolkenladung ruft an der Oberseite des Flugzeugs eine positive Influenzladung hervor – siehe **Abbildung 3a**) – die an der Unterseite des Flugzeugs durch eine gleich große negative Spiegelladung kompensiert wird. Das Flugzeug ist trotz dieser erzwungenen Ladungstrennung weiterhin potentialfrei. Die am Erdboden auftretende positive Influenzladung wiederum kompensiert die an der Flugzeugunterseite vorhandene negative Ladung.

Über vorhandene Leckwiderstände, wie z.B. Fahrwerk und angeschlossene Versorgungsleitungen, können sich die bodennahen Ladungen ganz oder teilweise aufheben – siehe **Abbildung 3b**).

Die an der Oberseite des Flugzeugs vorhandene positive Ladung wird jedoch weiterhin durch die entsprechende Ladung der Gewitterwolke fixiert. Wird jedoch durch eine – auch weit entfernte – Blitzentladung die Ladung der Gewitterwolke verringert oder entfernt, so bleibt ein geladenes Flugzeug zurück, an dem gefährliche Berührungsspannungen und -ströme auftreten – siehe **Abbildung 3c**). Diese können ähnliche Gefährdungen wie ein direkter Blitzschlag für Personen in unmittelbarer Nähe des Luftfahrzeugs oder die mit ihm in Kontakt stehen, zur Folge haben.

Induktionswirkungen
Gemäß dem Induktionsgesetz rufen zeitlich veränderliche Magnetfelder in leitfähigen Gebilden Spannungen hervor, die umso höher sind je schneller die zeitliche

Änderung erfolgt und je höher das Magnetfeld ist. Da die Stromstärke dem auftretenden Magnetfeld proportional ist und Blitzereignisse gleichzeitig mit hohen Stromänderungsgeschwindigkeiten und damit schnellen zeitlichen Änderungen des Magnetfelds einhergehen, können an allen leitfähigen Gebilden gefährliche Berührungsspannungen und -ströme auftreten. Auch hier ergeben sich ähnliche Gefährdungen wie beim direkten Blitzeinschlag für alle Personen die mit diesen Gebilden in Kontakt stehen oder sich in deren unmittelbaren Umgebung befinden.

Spannungstrichter

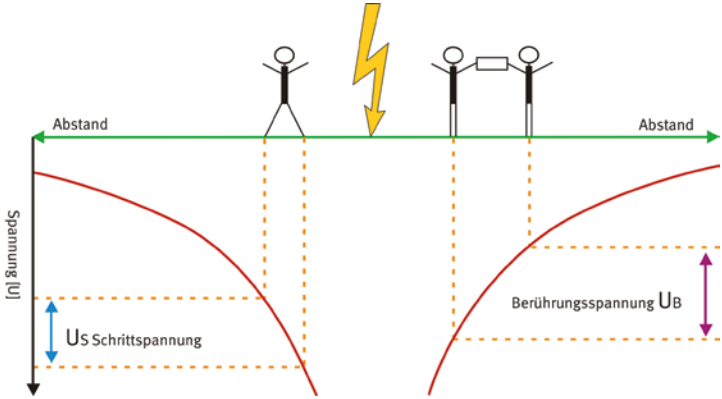


Abb. 4 Spannungstrichter nach Blitzentladung

Schlägt der Blitz in den Erdboden ein oder wird über Objekte oder Blitzableiter in den Boden abgeleitet, so bildet sich aufgrund der begrenzten Leitfähigkeit des Erdreichs und der hohen Blitzströme ein so genannter *„Spannungstrichter“* im Erdboden aus – siehe **Abbildung 4**. Dabei können auch zwischen zwei unmittelbar benachbarten Punkten gefährliche Spannungsdifferenzen auftreten.

Befindet sich eine Person in der Nähe eines solchen Einschlagspunktes, so können sich bereits durch den Abstand der Füße, die so genannte „Schrittspannung U_S“, lebensgefährliche Körperspannungen und -ströme ergeben. Gleiches gilt für die beim Berühren von Objekten oder anderen Personen auftretende Berührungsspannung U_B siehe **Abbildung 4**.

1.3.2 Nicht-elektrische Gefährdungen

Gewitter und Blitzentladungen sind auch mit erheblichen nicht-elektrischen Gefährdungen verbunden.

Aufgrund der **extremen Temperaturen** im Blitzentladungskanal können bei einem direkten Blitzeinschlag in eine Person zum Teil erhebliche Verbrennungen an der Körperoberfläche auftreten.

Zu den indirekten Wirkungen dieser hohen Temperaturen gehören die Entzündung von brennbaren Stoffen sowie **die Blendwirkung** durch die Abstrahlung eines blendend weißen Lichtes.

Abb. 5 Betonschaden durch Blitzentladung

Explosionsartig verdampfendes Wasser aufgrund von Blitzeinschlägen in Bäumen oder Gebäuden aus z.B. Beton, Mauerwerk oder Holz kann zur Zersplitterung dieser Stoffe und einer daraus resultierenden Personengefährdung führen, siehe **Abbildung 5**.

Gleichzeitig werden durch die schnelle und starke Aufheizung des Blitzentladungskanals **starke Druckwellen** („Donner“) in der umgebenden Luft mit **extrem hohen Schalldrücken** ausgelöst, die zu Knalltraumata und Schreckreaktionen führen können.

2 Betroffene Arbeitsplätze

Auf Flughäfen sind insbesondere auf dem Vorfeld viele Arbeitsplätze dadurch gekennzeichnet, dass Personen sich auf freien Flächen aufhalten. Für diese Personen besteht eine erhöhte Gefahr, von einem Blitz getroffen zu werden.
Weitere Ursachen für gefährliche elektrische Spannungen werden jedoch oft verkannt. Starke Potentialunterschiede entstehen

- im Gewitterfeld zwischen metallischen Arbeitsmitteln, Einrichtungen und dem Boden,
- außerdem durch Influenz und Induktion in ausgedehnten Metallkörpern und längeren Kabelstrecken.

Dadurch kann es schon bei der Annäherung an ein Flugzeug zu einem unerwarteten Spannungsüberschlag vom Flugzeugrumpf auf Personen kommen.

Besondere Gefährdungen bestehen bei Tätigkeiten

- im Freien,
- mit Kontakt zur Flugzeugaußenhaut,
- auf hochgelegenen oder ungeschützten Bedienständen,
- in der Nähe von Bodengeräten, Fahrzeugen, Flugzeugen oder Masten.

Abb. 6 Arbeiten mit Kontakt zum Luftfahrzeug bzw. in der Nähe von Bodengeräten

Nachfolgend werden beispielhafte Arbeitsverfahren genannt, die in ein Schutzkonzept einzubeziehen sind.

Bodenverkehrsdienst

- Be- und Entladen,
- Umgang mit Sondergeräten,
- Transport,
- Ver- und Entsorgung (Wasser, Fäkalien, Strom, Klima),
- Catern,
- Walk-Out,
- Verfahren von Fluggastbrücken,
- Positionieren von Fluggast- und Servicetreppen,
- Beförderung von Personen,
- Schleppen von Luftfahrzeugen.

Ramp-Agent

- Einweisung und Überwachung der Abfertigung,
- Koordination,

Vorfeldaufsicht

- Einweisung und Überwachung des Vorfeldverkehrs.

Tankdienst

- Betankung.

Reinigung

- Innenreinigung der Flugzeuge,
- Außenreinigung der Flugzeuge auf Parkpositionen.

Abb. 7 Flugzeugbetankung

Flugzeugbewachung/-kontrollen

- Bewachung und Zugangskontrolle,
- Kontrolleinsätze durch Bundespolizei und Zoll.

Flugzeugwartung

- Technische Kontroll- und Instandsetzungsarbeiten.

Crew

- Betreten und Verlassen des Flugzeugs,
- Outside-Check.

Enteisung

- Enteisen von Luftfahrzeugen.

Wartung und Instandsetzung von stationären Einrichtungen

- Instandhaltung von Beleuchtungsanlagen,
- Instandhaltung von Versorgungsleitungen.

Auch auf dem Vorfeld tätige Fremdfirmen müssen in das betriebliche Blitzschutzkonzept eingebunden werden. Dieses ist bei der Einweisung der Firmen zu berücksichtigen.

© sjlocke/iStockphoto

3 Verfahren zur Erfassung der Auslösekriterien

3.1 Allgemeines

Die Auswahl eines geeigneten Verfahrens zur Erstellung von Gewitter-Warnungen und entsprechenden Entwarnungen muss sich am Stand der Technik und den betrieblichen Erfordernissen des Flughafens orientieren.

Einfache Verfahren, die sich z.B. an aktuellen Wetter- und Wolkenbeobachtungen orientieren, können durch zusätzliche Zeit- und Abstandpuffer ähnliche Sicherheiten gewährleisten wie komplexere Verfahren, die ihre Daten vom Radarverbund oder Blitzdetektionssystemen beziehen.

Hochgenaue Detektionsverfahren, die direkt die elektrische Feldstärke am Boden messen, können nur dann effizient eingesetzt werden, wenn eine schnelle Übermittlung der Warnungen und Entwarnungen an alle Beteiligten durch eine geeignete Infrastruktur vorhanden ist – siehe **Abschnitt 5**.

3.2 Gewitter und Blitzdetektion mit Abstands- und Zeitkriterien

Verfahren zur Gewitter- und Blitzdetektion verwenden in der Regel folgende Datenquellen, die von Wetterdiensten, z.T. mit Hilfe von automatisierten Systemen in entsprechende Gewitter-Warnungen umgesetzt werden:

- Wetter- und Wolkenbeobachtungen,
- Satellitendaten,
- Daten des Radarverbundes,
- Daten eines Blitzortungssystems.

Abb. 8 Informationsquellen sind z.B. eigene Wetter- und Wolkenbeobachtung oder Wetterdienste

Dabei kommen überwiegend **Abstands- und Zeitkriterien** zum Einsatz. So wird beispielsweise eine Gewittervorwarnung ausgegeben, wenn ein Blitzereignis in einem Umkreis von 25 km um einen Flughafen detektiert wird. Die Gewitterwarnung erfolgt dann, sobald ein Blitzereignis in einem Radius von 5 km um den Flughafen auftritt. Eine Aufhebung der Warnung erfolgt beispielsweise, wenn für 30 Minuten kein Blitz ereignis innerhalb der Vorwarnzone von 25 km mehr detektiert werden kann.

Der Hauptnachteil dieser Verfahren besteht darin, dass prinzipbedingt für Blitzereignisse ohne Vorgeschichte, so genannte „Out-of-the-Blue“-Ereignisse, wie sie bei Luftmassengewittern häufig vorkommen, keine Sicherheit gewährleistet werden.

Außerdem können Gefährdungen durch Influenzeffekte bei ungünstigen Umgebungsbedingungen bereits von einer 10 km entfernten (Wolke-Wolke-) Blitzentladung verursacht werden. Hier bietet das Abstandskriterium keine ausreichende Sicherheit.

Das Ende der Gewittertätigkeit kann mit dem Abstands- und Zeitkriterium ebenfalls nur ungenau festgestellt werden.

Besonders für hoch frequentierte Verkehrsflughäfen kann die Gewitter- und Blitzdetektion mit Abstands- und Zeitkriterien zur Gefährdung von Personen und zu vermeidbaren Ausfallzeiten im Abfertigungsbetrieb führen.

3.3 Gewitter und Blitzdetektion durch Feldstärkemessung am Boden

Eine technische Alternative zu den Verfahren der Gewitter- und Blitzdetektion mit Abstands- und Zeitkriterien stellt die **Messung der elektrischen Feldstärke am Boden dar**, die ein direktes Abbild der blitzverursachenden Wolkenladung sowohl hinsichtlich ihrer Stärke als auch ihrer Polarität darstellt.

Als Messgeräte eignen sich Rotationsvoltmeter, die häufig auch als „Feldmühlen“ bezeichnet werden.

Neben den absoluten Feldstärkewerten spielen auch die Polarität und die zeitliche Änderung der elektrischen Bodenfeldstärke für die Beurteilung der Gefährdung eine entscheidende Rolle.

Diese Messdaten stehen unabhängig von beobachtbaren Blitzereignissen ständig zur Verfügung und liefern zuverlässige Kriterien für die Auslösung und Aufhebung einer Gewitter- oder Blitzwarnung, da der zeitliche Anfang und das Ende eines Gewitters sicher erkannt werden können. Auch gefährliche Influenzeffekte werden durch diese Kriterien verlässlich erfasst.

4 Festlegungen für eine betriebliche Gewitter- und Blitzwarnung auf dem Flughafen

In einer Gefährdungsbeurteilung ist festzulegen, unter welchen Umständen eine Warnung oder Entwarnung durch den Flughafenbetreiber ausgegeben wird.

Die konkreten Auslösekriterien für eine Gewitter- oder Blitzwarnung müssen in Abhängigkeit vom eingesetzten Detektionsverfahren und unter Beteiligung aller betroffenen Unternehmen festgelegt werden. Dabei sind die Gefährdungssituation bei den jeweiligen Tätigkeiten aber z.B. auch die vorgesehenen Informationswege innerhalb der angeschlossenen Unternehmen zu berücksichtigen. Beispielsweise muss die Betankung von Flugzeugen früher eingestellt werden als beispielsweise die Innenreinigung. Ebenso kann an Positionen in der Nähe von Terminals meist noch gearbeitet werden, während auf ungeschützten Außenpositionen die Tätigkeiten bereits eingestellt werden müssen.

Generell ist jedoch zu berücksichtigen, dass jedes Unternehmen für die Anweisung der eigenen Mitarbeiter zur Einstellung oder Wiederaufnahme der Tätigkeiten selbst verantwortlich ist.

5 Warnung der betroffenen Unternehmen durch den Flughafen

5.1 Allgemeines

Der Flughafenbetreiber stellt die notwendige Infrastruktur zur Verfügung, damit alle Abläufe rund um die Abfertigung des Flugzeugs und weitere Arbeiten auf dem Vorfeld durchgeführt werden können. Dazu gehört auch die erforderliche Struktur, um den jeweiligen Unternehmen kurzfristig mit benötigten Informationen über relevante äußere Einflüsse oder akute Notfallsituationen zu versorgen.

5.2 Ablaufschema zur Gewitterwarnung

Der Flughafenbetreiber stellt den betroffenen Unternehmen die erforderlichen Informationen bezüglich einer Gewitterwarnung in Form eines festgelegten Warnkonzeptes mit gegebenenfalls abgestuften Meldungen zur Warnung und Entwarnung zur Verfügung.

Für den Flughafenbetreiber besteht grundsätzlich keine Verpflichtung, einzelne Mitarbeiter der dort tätigen Unternehmen zu informieren oder direkten Einfluss auf deren Arbeitsverfahren zu nehmen, da dies im Verantwortungsbereich der einzelnen Unternehmen liegt. Für die eigenen Arbeitnehmer nimmt der Flughafen jedoch die volle Verantwortung des Arbeitgebers wahr, die in den folgenden Abschnitten dieser Broschüre beschrieben wird.

Ablaufschema zur Gewitterwarnung

Detektion erfüllt Auslösekriterien; z.B.:
- Vorwarnung
- Warnung
- Entwarnung

▶

Flughafenbetreiber stellt Informationen zur Verfügung; z.B.:
- Vorwarnung
- Warnung
- Entwarnung

▼

betroffene Unternehmen und operative Abteilungen des Flughafens informieren ihre Mitarbeiter

▼

Mitarbeiter handeln nach Anweisungen entsprechend dem betrieblichen Handlungskonzept

5.2 Warnmeldung an die betroffenen Unternehmen

Die Warnmeldung muss unverzüglich jedem Unternehmen gesichert zur Verfügung stehen. Dabei sollten die üblichen Grundsätze der Alarmierung und Warnung in Notfall- oder Krisensituationen eingehalten werden, wie sie aus der internen Organisation von Notdiensten, Feuerwehren oder Krankenhäusern bekannt sind. Die konkrete Gestaltung dieser Anforderung kann zwischen jedem Unternehmen und dem Flughafen vereinbart werden. Typische Informationswege sind z.B.

- Pager, oder vergleichbare Systeme, die auch zur Disposition von Bodendiensten eingesetzt werden,
- Funkruf bzw. Sammel-Funkruf über Betriebsfunk,
- Telefonanruf oder automatische Notrufsysteme an den diensthabenden Vorgesetzten,
- permanent kontrolliertes Telefax, Mailserver oder gleichwertiges Informationssystem einer besetzten Leitstelle.

Jedes Unternehmen hat dafür Sorge zu tragen, dass die entsprechende Schnittstelle vorhanden und funktionsfähig ist – z.B. durch Ausrüstung des entscheidungsbefugten Vorgesetzten mit Pager, Funkgerät oder Telefon und durch Erteilung von verbindlichen Anweisungen zum Umgang mit diesen Geräten.

Falls kleinere Unternehmen oder Subunternehmen die erforderliche Schnittstelle nicht schaffen können, sind die betroffenen Mitarbeiter in das Handlungskonzept eines anderen Unternehmens einzubinden. Dieses kann zum Beispiel eintreten wenn kein Vorgesetzter mit Entscheidungsbefugnis vor Ort ist oder nur kurzzeitige Arbeiten auf dem Flughafen durchgeführt werden.

Abb. 9 Pager

5.3 Ergänzende Maßnahmen

Ergänzende Maßnahmen sind in Absprache zwischen dem Flughafenbetreiber und den jeweiligen Unternehmen festzulegen. Diese können z.B. optische oder akustische Signale sein.

5.4 Betriebliches Konzept zur Erreichbarkeit aller Betroffenen

Die gesicherte und unverzügliche Information aller Betroffenen liegt in der Verantwortung der jeweiligen Unternehmen in ihrer Funktion als Arbeitgeber. Diese haben durch ein Maßnahmen- und Informationskonzept organisatorisch sicherzustellen, dass zur Vermeidung von Gefährdungen bei Gewitter angemessene Schritte eingeleitet werden.

6 Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen

Werden Beschäftigte mehrerer Unternehmer an einem Arbeitsplatz wie z.B. auf dem Flughafenvorfeld tätig, sind die Unternehmer verpflichtet, bei der Durchführung der Sicherheits- und Gesundheitsschutzbestimmungen zusammenzuarbeiten. Sie haben sich gegenseitig und ihre Beschäftigten über die mit den Arbeiten verbundenen Gefahren für Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten zu unterrichten und zur Verhütung dieser Gefahren geeignete Maßnahmen abzustimmen. Siehe auch § 6 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV/GUV-V A1).

Für den Austausch von sachlichen und verfahrensspezifischen Informationen hat sich ein regelmäßiges Treffen aller Beteiligten bewährt. Dies kann beispielsweise in einem „Round-Table“ oder „Airport-Safety-Committee“ (ASC) organisiert werden. So ist der Austausch wichtiger Informationen und abgestimmter Vorgehensweisen bei allen Beteiligten gewährleistet.

Insbesondere haben die Unternehmen, so weit es zur Vermeidung einer möglichen gegenseitigen Gefährdung erforderlich ist, einen Koordinator zu bestimmen, der die Arbeiten aufeinander abstimmt; zur Abwehr besonderer Gefahren ist er mit entsprechender Weisungsbefugnis auszustatten.

Für den Bereich der Flugzeugabfertigung setzen die Luftfahrtgesellschaften - in Ihrer Funktion als Auftraggeber - einen Koordinator mit entsprechender Weisungsbefugnis ein. Diese Funktion wird in der Regel einem Rampagenten übertragen, der die Festlegungen zur Zusammenarbeit kennt und deren Einhaltung umsetzt. Seine Einbindung bietet sich auch bei der Abstimmung von Maßnahmen zum Schutz vor Blitz und Gewitter an.

7 Verantwortung für die Information aller Mitarbeiter

Jedes Unternehmen hat zum Schutz seiner Beschäftigten ein Informations- und Handlungskonzept für den Fall einer Gewitterwarnung zu erstellen. D.h. im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist festzulegen und zu dokumentieren:

- wie die zuverlässige und unverzügliche Information aller Beschäftigten gewährleistet wird,
- welche Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten getroffen werden,
- unter welchen Voraussetzungen die Arbeiten einzustellen sind,
- welche Verhaltenregeln die Beschäftigten zu Ihrem eigenen Schutz einzuhalten haben,
- welche Unterweisungsinhalte sich aus diesen Festlegungen ergeben.

Die betrieblichen Vorgesetzten müssen sich im Rahmen Ihrer Fürsorgepflicht regelmäßig davon überzeugen, ob das Informations- und Handlungskonzept allen Beschäftigten ausreichend bekannt ist und im betrieblichen Alltag umgesetzt wird.

© typo-graphics/iStockphoto

8 Blitzschutzmaßnahmen auf Flughäfen

Im Rahmen der Gefährdungsermittlung nach Arbeitsschutzgesetz ist zu überprüfen, ob alle Gebäude und Aufenthaltsbereiche einen ausreichenden Blitzschutz bieten. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass Blitzschutzsysteme auf einen statistischen Mittelwert der Einwirkungen ausgerichtet sind. Daher sind auch zusätzliche Sicherungsmaßnahmen für den Aufenthalt in geschlossenen Gebäuden aufgeführt.
Den sichersten Schutz vor Blitzen bieten Gebäude mit einem umfassenden Blitzschutzsystem. Zu einem Blitzschutzsystem gehören immer mindestens ein äußerer Blitzschutz und ein innerer Blitzschutz.

Zum äußeren Blitzschutz gehören Fangeinrichtung, Ableitungen und Erdungsanlagen. Diese sorgen dafür, dass im Falle eines Einschlages der Blitzstrom vom Einschlagpunkt gefahrlos zur Erde abgeleitet wird.

Als inneren Blitzschutz bei einem Gebäude bezeichnet man den Potenzialausgleich für alle elektrischen Leitungen sowie Metall-Leitungen der Energie- oder Wasserversorgung durch Blitzstromableiter und Überspannungsableiter, die bei Einschlag in das Gebäude oder in dessen Nähe die entstehende Überspannung auf ungefährliche Werte herabsetzen und damit elektronische Geräte und Anlagen schützen.

Ebenfalls Schutz bietet der Flugzeuginnenraum sowie Fahrzeuge und Bodengeräte mit Ganzmetallkarosserie und geschlossener Kabine. Die Kabine wirkt dabei wie ein so genannter „Faradayscher Käfig“. In diesen Faraday-Käfig kann kein elektrisches Feld eindringen, da er leitend ist und die Ladung daher nach außen abwehrt. Auch sehr hohe Energiemengen werden auf diese Weise abgehalten. Während die Person innerhalb des Raums unversehrt bleibt, kann dabei aber das Auto oder das Metall des Faradayschen Käfigs stark beschädigt werden.

Daher gilt bei Gewitter auf dem Flughafen grundsätzlich immer:

- rechtzeitig geschützte Bereiche wie Gebäude oder ein Fahrzeug aufsuchen und Aufenthalt im Freien vermeiden,
- Kontakt zu metallischen Außenflächen, z.B. von Flugzeugen, Fahrzeugen oder Containern vermeiden, auf keinen Fall unter Tragflächen Deckung suchen,
- beim Walk-Out oder Schleppen von Flugzeugen auf Kabelverbindungen zum Flugzeug verzichten.

Bei Aufenthalt in festen Gebäuden ist zusätzlich zu beachten:

- Kontakt mit metallischen Leitungen (Gas-, Wasser-, Heizung-, Telefon-, Fernwärme-, ...) Antennen, Geländern vermeiden,
- keine Elektrogeräte benutzen,
- nicht (kabelgebunden) telefonieren,
- Abstand zu Wänden halten.

Bei Aufenthalt in Unterständen ist zusätzlich zu beachten:

- Ohne Zusatzmaßnahmen (z.B. metallische Ableitungen) kein ausreichender Blitzschutz,
- metallische Ableitungen müssen ausreichend stromtragfähig sein,
- in der Mitte aufhalten und Hockstellung einnehmen,
- Vorsicht bei offenen oder nicht metallischen Unterständen,
- Gefahr durch Schrittspannungen,
- Zusätzliche Gefahr durch Splitterwirkung.

Bei Aufenthalt in Fahrzeugen ist zu beachten:

- Möglichst frühzeitig einen gesicherten Bereich anfahren, zum Beispiel Gebäude oder Hallen.
- Wenn das Erreichen eines gesicherten Bereichs nicht möglich ist, muss das Fahrzeug angehalten werden, da durch direkte oder indirekte Gefährdungen (Blendwirkung von Blitzen, Erschrecken) zusätzliche Gefahren bestehen.
- Im Fahrzeug die Arme am Körper lassen und nichts anfassen, um keine Induktionsschleife zu bilden.
- Fahrzeug mit Kabine nicht verlassen, wenn keine geschützten Bereiche zur Verfügung stehen.
- Bei Antennen und Kabeldurchführungen Abstand halten.
- Fahrzeuge ohne Kabine (High-Loader, Fluggastbrücken) müssen abgestellt und verlassen werden. Es ist ein Sicherheitsabstand von mindestens 3 m einzuhalten.
- Kunststoffkarosserien bieten in der Regel keinen ausreichenden Schutz, daher muss ein geschützter Bereich aufgesucht werden.

Bei Aufenthalt in Flugzeugen ist zu beachten

- Kabinen oder Lagerräume nicht verlassen,
- Im Laderaum mittig aufhalten,
- Kontakt zu Kabeln und Leitungen vermeiden.

Bei Aufenthalt im Freien ist zu beachten

- **Nie selbst der höchste Punkt sein,**
- Aufenthalt in der Nähe von Masten, Türmen, Antennen oder in der Nähe von Außenwänden vermeiden,
- nicht an Wände anlehnen,
- zu Metallzäunen, Gittern und anderen Metallkonstruktionen Abstand halten,
- möglichst nicht in geschlossenen Gruppen aufhalten,
- mindestens 0,5 m Abstand zu anderen Personen halten,
- mit geschlossenen Füßen hinhocken und Knie mit beiden Armen umfassen (Hinkauern),
- auf keinen Fall gestreckt hinlegen.

9 Erste Hilfe

Nach einem Blitzeinschlag ist unter Beachtung des Selbstschutzes so schnell wie möglich Erste Hilfe zu leisten.

In jedem Fall ist nach einem Blitzunfall wie auch nach jedem anderen Unfall mit elektrischem Strom umgehend ein Arzt aufzusuchen.

© IOlivier DIRSON / Fotolia

10 Unterweisungen/Betriebsanweisungen

10.1 Allgemeines

Der Unternehmer hat die Beschäftigten über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit, insbesondere über die mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen und die Maßnahmen zu ihrer Verhütung zu unterweisen.

Siehe § 4 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV/GUV-V A1)

Im Zusammenhang mit der Gefährdung bei Gewitter müssen alle Verantwortlichen der auf dem Vorfeld tätigen Unternehmen sicherstellen, dass ihre Mitarbeiter unterwiesen sind. Dies ist insbesondere auch bei Fremdfirmen und bei Arbeitnehmerüberlassung zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass alle Beschäftigten darüber informiert sein müssen, wie sie sich bei einer Gewitterwarnung zu verhalten haben. Hiervon haben sich Auftraggeber und Flughafenbetreiber zu vergewissern.

Siehe § 6 Abs. 2 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV/GUV-V A1).

10.2 Unterweisungsinhalte

Die Mitarbeiter müssen im Rahmen von Unterweisungen informiert werden, durch welche Maßnahmen sie eine Gewitterwarnung auf dem Vorfeld erkennen können. Es muss bekannt sein, welche Melde-/Informationswege existieren und eingehalten werden müssen. Jeder Beschäftigte muss wissen, wie er sich dann in dieser Gefahrensituation zu verhalten hat (z.B. Benachrichtigung weiterer Personen). Darüber hinaus müssen die Beschäftigten die gesicherten Bereiche kennen und wissen, wie sie in diese Bereiche gelangen können. Zuletzt müssen die Beschäftigten darüber informiert sein, durch welche Indikatoren die Aufhebung der Gewitterwarnung erkennbar ist.

Unabhängig davon müssen die Beschäftigten auch über die Schutz- und Notfallmaßnahmen im Unternehmen unterwiesen sein, damit sie bei einem Unfall möglichst schnell Erste Hilfe leisten bzw. veranlassen können.

10.3 Fristen und Anlässe

Damit die Beschäftigten sich bei einer Gewitterwarnung richtig verhalten können, müssen sie regelmäßig, mindestens jährlich unterwiesen werden. Hierfür geeignete Anlässe und Zeitpunkte sind z.B.:

- bei Einstellung oder Versetzung vor Aufnahme der Tätigkeit,
- bei Veränderungen im Aufgabenbereich,
- bei Veränderungen in den Arbeitsabläufen,
- bei Einführung neuer Warnsysteme,
- bei Unfällen, Beinaheunfällen und sonstige Schadensereignissen,
- zu Beginn des Sommers als Jahreszeit mit erhöhter Gewitterhäufigkeit.

10.4 Dokumentation

Die durchgeführte Unterweisung muss dokumentiert werden. Folgende Punkte sollten festgehalten werden:

- Wer hat unterwiesen?
- Welche Inhalte wurden vermittelt?
- Wer hat teilgenommen?

10.5 Betriebsanweisung

Betriebsanweisungen unterstützen Unternehmer und Vorgesetzte bei der Unterweisung der Mitarbeiter hinsichtlich des richtigen Verhaltens bei Gewitter. Sie helfen allen Beschäftigten, sich nachhaltig mit den betrieblichen Regelungen vertraut zu machen und sich somit bei ihren Tätigkeiten stets sicher verhalten zu können.

Diese Anweisungen sollen auch Angaben über die Rettungskette (z.B. Alarmplan) enthalten.

Das Muster einer Betriebsanweisung finden Sie auf der nächsten Seite.

Nr.:

Muster-Betriebsanweisung

Gebäude:
Betrieb:
freigegeben (Unterschrift):

Arbeitsplatz:
Tätigkeit:
Erfassungsdatum:

ANWENDUNGSBEREICH

Verhalten bei Gewitter auf dem Flughafenvorfeld

Diese Betriebsanweisung gilt für den Schutz vor Unfall- und Gesundheitsgefahren durch Gewitter bei Tätigkeiten auf dem Flughafenvorfeld.

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

- schwere Gesundheitsschäden bis hin zum Tod durch
  - direkte Körperdurchströmungen,
  - Berührung oder Aufenthalt in der Nähe von aufgeladenen Teilen (z.B. Flugzeugrumpf)
  - Aufenthalt in der Nähe von Blitzeinschlägen oder Blitzeinleitungen in den Boden
- Verbrennungen der Haut durch hohe Temperaturen
- Blendwirkung durch Abstrahlung sehr hellen Lichts
- Getroffen werden von umherfliegenden Teilen (Mauerwerk, Holzsplitter,...) nach Blitzeinschlägen
- Knalltrauma und Schreckreaktionen durch Donner
- Brandgefahr durch mögliche Entzündung brennbarer Stoffe

SCHUTZMAßNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

- **festgelegte Informations- und Meldewege zur Warnung und Entwarnung beachten**
- ggf. weitere Unternehmen bzw. Personen informieren
- Aufenthalt im Freien vermeiden
- geschützte Bereiche, wie z.B. Gebäude oder Fahrzeuge, aufsuchen
- Kontakt zu metallischen Außenflächen vermeiden und auf keinen Fall unter Tragflächen Deckung suchen
- Beim Walk-Out oder Schleppen auf Kabelverbindungen zum Flugzeug verzichten
- Aufenthalt in festen Gebäuden: den Kontakt mit metallischen Leitungen, Antennen und Geländern vermeiden; keine Elektrogeräte benutzen; nicht (kabelgebunden) telefonieren und Abstände zu Wänden halten
- Aufenthalt in Unterständen: in der Mitte aufhalten und Hockstellung einnehmen, da u.U. kein ausreichender Blitzschutz gegeben ist
- Aufenthalt in Fahrzeugen mit geschlossener Kabine: möglichst frühzeitig einen gesicherten Bereich anfahren (Gebäude, Hallen,..); wenn dies nicht mehr möglich ist:
  - Fahrzeug anhalten,
  - Arme am Körper lassen und nichts anfassen
  - von Antennen und Kabeldurchführungen Abstand halten
- Fahrzeuge ohne geschlossene Kabine (High-Loader, Fluggastbrücken,...) müssen abgestellt und verlassen werden. Es ist ein Sicherheitsabstand von 3m einzuhalten.
- Aufenthalt in Flugzeugen:
  - Kabinen und Laderäume nicht verlassen
  - Im Laderaum mittig aufhalten
  - Kontakt zu Kabeln und Leitungen vermeiden
- Aufenthalt im Freien:
  - Nie selbst der höchste Punkt sein !
  - Aufenthalt in der Nähe von Masten, Türmen, Antennen und Wänden vermeiden
  - Zu Metallzäunen, Gittern und anderen Metallkonstruktionen Abstand halten
  - mind. 0,5m Abstand zu anderen Personen halten
  - mit geschlossenen Füßen hinhocken und Knie mit beiden Armen umfassen (Hinkauern)

VERHALTEN BEI UNFÄLLEN – ERSTE HILFE

Notruf

- Nach einem Blitzunfall ist unter Beachtung des Selbstschutzes so schnell wie möglich Erste Hilfe zu leisten. Der Verletzte muss umgehend einen Arzt aufsuchen.
- Ersthelfer:
- Arzt:
- Betriebsleitung informieren.
- Verbandskasten:
- Rettungsleitstelle:

Durch die oben geleistete Unterschrift wird die Anpassung der BA auf die arbeitsplatzspezifischen Bedingungen und ortsbefindlichen Bedienungsanleitungen bestätigt!

Notizen

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Mittelstraße 51
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de