

Kurtatsch, 10. Februar 2017

## Leitfaden zum Überspannungsschutz für LED-Leuchten – rev 1

Durch die Einführung der LED-Leuchten wurden erhebliche Verbesserungen gegenüber herkömmlichen Technologien erzielt: Eine große Energieeinsparung und eine verbesserte Präzision und Gleichmäßigkeit der Lichtverteilung, zum Vorteil des Betreibers und des Nutzers der Anlagen. Andererseits sind LED-Leuchten mit hoch entwickelten elektronischen Komponenten ausgestattet und reagieren deshalb im Vergleich zu herkömmlichen Technologien empfindlicher auf Überspannungen in den Geräten.

Bei ungeschützten Leuchten können Überspannungen das Betriebsgerät, den LED-Stromkreis und die LED selbst beschädigen und einen teilweisen oder vollständigen Ausfall der Leuchte zur Folge haben.

Überspannungen können nach den elektrischen Systemen in zwei Arten unterteilt werden:

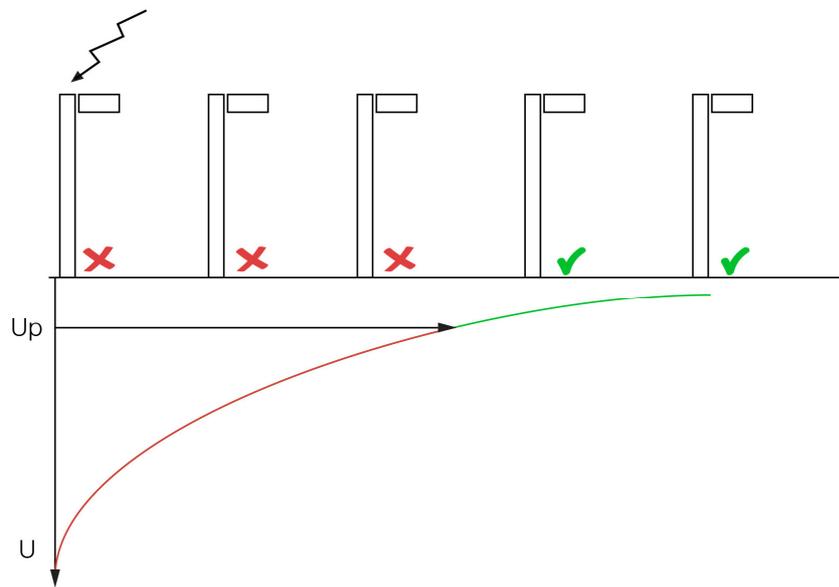
- Überspannungen im Common Mode. Es handelt sich um Überspannungen, die zwischen den aktiven Leitern und Erde auftreten.
- Überspannungen im Differential Mode. Es handelt sich um Überspannungen, die zwischen Phase und Neutralleiter auftreten.

Die Hauptursachen für Überspannungen sind:

- Direkte Blitzeinschläge durch Leitung: Der Blitz trifft die Stromleitungen und dringt über die aktiven Leiter in die Anlage und die Leuchte ein. An den an das Stromnetz angeschlossenen elektrischen und elektronischen Geräten entstehen erhebliche Schäden und es besteht eine hohe Brandgefahr.

H:\40\_Lichttechnik\Überspannungsschutz\GM-26-06-2018\EWO Leitfaden zum Überspannungsschutz für LED-Leuchten - rev1 - DEU.docx

- Indirekte Blitzeinschläge durch galvanische Kopplung: Der Blitz trifft geerdete Metallteile (Metallmasten, Antennen, Blitzableiter) und führt zu einem Spannungsanstieg am Erdleiter und zu Überspannungen im Common Mode. Nach dem hyperbolischen Gesetz nimmt die Amplitude der Überspannung ab, je weiter der Einschlagspunkt des Blitzes entfernt ist. Bis in 100 m Entfernung vom Einschlagsort können Schäden an elektrischen und elektronischen Geräten entstehen.



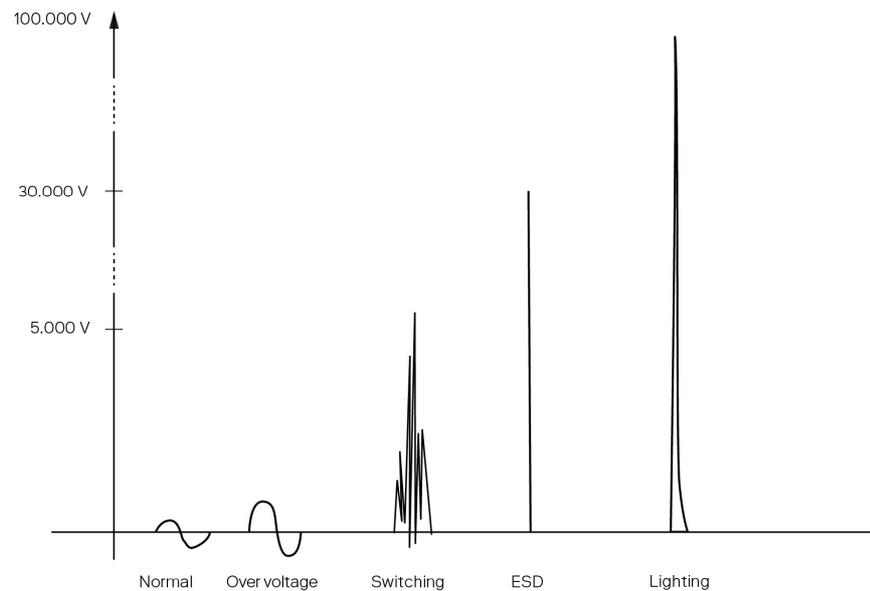
**Abb. 1. Entfernungsabhängiger Spannungsverlauf am Erdleiter bei indirektem Blitzeinschlag**

- Indirekte Blitzeinschläge durch induktive Kopplung. Veränderungen des elektromagnetischen Feldes durch atmosphärische Entladungen können in einem Umkreis von mehreren hundert Metern Überspannungen in Leitungen induzieren. Die dabei entstehenden Schäden sind weniger gravierend und betreffen hauptsächlich elektronische Geräte.
- Einschalten von Lasten im Netz durch Schaltvorgänge an Transformatoren, Elektromotoren oder Zündgeräten herkömmlicher Beleuchtungsanlagen. Es handelt sich um Überspannungen im Differential Mode. Im Vergleich zu Überspannungen durch atmosphärische Entladungen haben sie eine geringere Amplitude, aber sie treten sehr häufig auf und führen zu vorzeitigen Schäden an elektronischen Geräten.

- Überspannungen durch elektrostatische Aufladungen. Es handelt sich um Überspannungen, die zwischen den aktiven Leitern und den isolierten Gehäusen auftreten, welche sich durch die Wirkung des Windes bei trockener Luft elektrostatisch aufladen.

Richtangaben zur Amplitude je nach Art der Überspannung:

- Blitzeinschläge: 10÷100 kV.
- Überspannungen durch elektrostatische Entladungen: bis 30 kV.
- Überspannungen im Differential Mode durch Schaltvorgänge: 1÷5 kV.



**Abb. 2. Amplitude und typische Form der Überspannungen**

## **Merkmale des Basisschutzes von ewo-Leuchten**

Die Bezugsnorm EN 61547 fordert ein Prüfniveau von  $\pm 1$  kV im Differential Mode und von  $\pm 2$  kV im Common Mode. In vielen Fällen erweisen sich diese Prüfniveaus als unzureichend, um den Schutz der elektronischen Komponenten in LED-Außenleuchten zu gewährleisten.

Die Elektronik der ewo-Leuchten ist über das von der Norm geforderte Prüfniveau hinaus mit zusätzlichen Überspannungsschutzgeräten (SPD) ausgestattet, die eine höhere Überspannungsfestigkeit garantieren. Das bedeutet im Einzelnen:

- Leuchten der Schutzklasse I bieten:
  - Schutz gegen Überspannungen im Common Mode (aktive Leiter - Erde) und gegen elektrostatische Entladungen bis zu einem Prüfniveau von  $8 \text{ kV}^{*/**}$  (10 Impulse) und bei einigen Modellen bis zu  $10 \text{ kV}^{*/**}$  (1 Impuls).
  - Schutz gegen Überspannungen im Differential Mode (Phase - Neutral) durch VDR bis zu einem Prüfniveau von  $6 \text{ kV}^{*/**}$ .
- Leuchten der Schutzklasse II bieten:
  - Schutz gegen Überspannungen im Common Mode (aktive Leiter - Erde) und gegen elektrostatische Entladungen bis zu einem Prüfniveau von  $8 \text{ kV}^{*/**}$  (10 Impulse) und bei einigen Modellen bis zu  $10 \text{ kV}^{*/**}$  (1 Impuls). Der Common-Mode-Schutz wird durch Potentialausgleich ohne VDR oder ähnliches gemäß den Vorschriften der Norm EN 60598:2014 realisiert.
  - Schutz gegen Überspannungen im Differential Mode (Phase - Neutral) durch VDR bis zu einem Prüfniveau von  $6 \text{ kV}^{*/**}$ .

*\* Gemäß Norm IEC 6100-4-5 durchgeführte Prüfungen.*

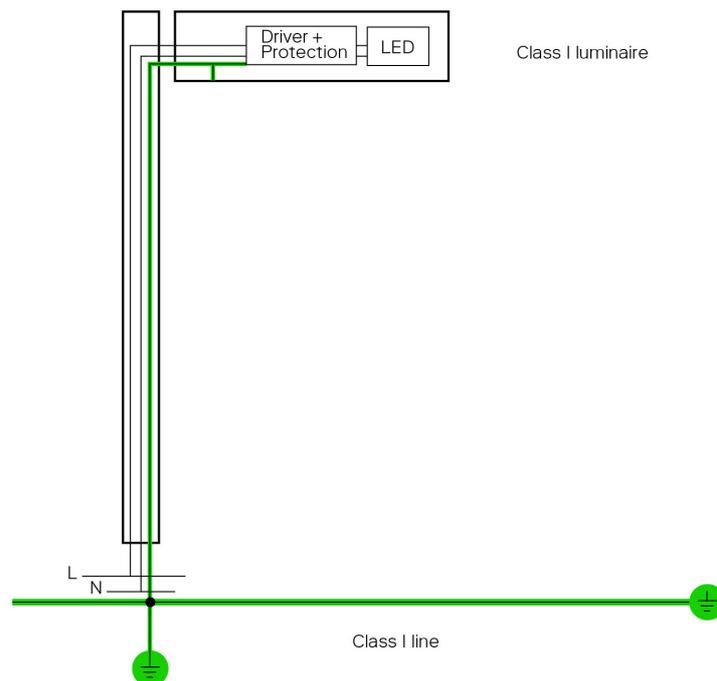
*\*\* Allgemeine Richtangaben. Die jeweiligen produktspezifischen Werte werden im entsprechenden Datenblatt oder im Angebot angegeben.*

## Schutz von Leuchten der Schutzklasse I

Um die korrekte Funktionsweise der Schutzgeräte zu gewährleisten, sollten ewo-Leuchten der Schutzklasse I in eine Anlage der Schutzklasse I eingebaut werden, die vorschriftsmäßig an eine Erdschutzleitung angeschlossen ist. Die so realisierte Anlage bietet:

- Schutz gegen Entladungen im Differential Mode durch im Treiber integrierten Varistor
- Schutz gegen Überspannungen im Common Mode, im Treiber integriert
- Schutz gegen elektrostatische Entladungen durch Potentialausgleich

Diese Anlage erlaubt es, einen Basisschutz gegen die häufigsten Störursachen zu erreichen. Die Konfiguration der Anlage entspricht der Darstellung in der nachstehenden Abbildung.



**Abb. 3. Basisschutz für Leuchten der Schutzklasse I, die in Anlagen der Schutzklasse I eingebaut werden \*\*\*\***

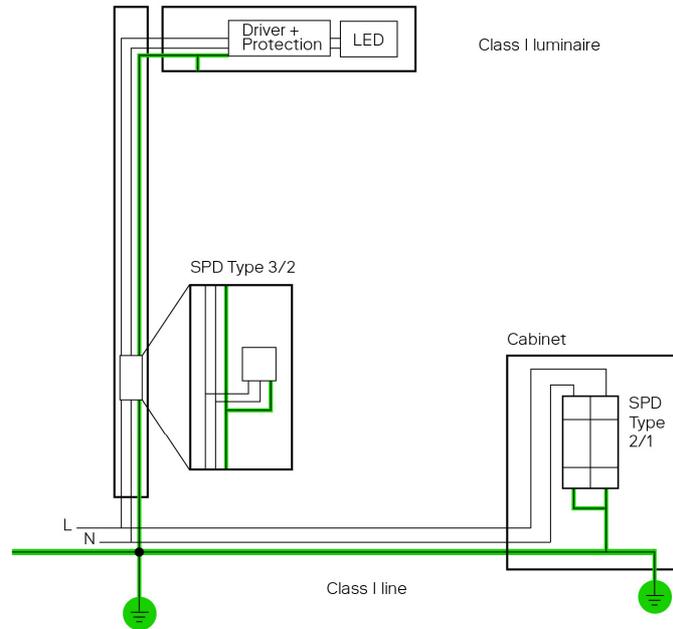
Bei indirekten Blitzeinschlägen kann die Überspannungsamplitude nahe am Einschlagsort gegebenenfalls das Prüfniveau überschreiten, für das die integrierten Schutzsysteme dimensioniert wurden. Je höher das Prüfniveau des Schutzsystems, desto geringer ist die Entfernung vom Einschlagsort des Blitzes, in der die Leuchte wirkungsvoll geschützt ist. Durch den Einbau zusätzlicher Schutzgeräte kann die jährliche Anzahl beschädigter Leuchten durch mögliche, zu Überspannungen führende Ereignisse statistisch reduziert werden.

Wenn der Planer es für angebracht hält, den Schutzgrad zu erhöhen, empfehlen sich folgende Maßnahmen:

- Einbau eines SPD Typ T3 / T2 \*\*\* mit Phasen-, Neutraleiter- und Erdungsanschlüssen an jedem Mastfuß zur Verbesserung des Common-Mode-Schutzes mit deutlicher Erhöhung des Ableitvermögens. Empfohlenes Prüfniveau: 10 kV-5 kA oder höher.
- Einbau eines SPD Typ T2 / T1 \*\*\* im Anschlusskasten zur Verbesserung des Schutzes gegen Ereignisse höherer Intensität.

\*\*\* Gemäß IEC 61643-11

In diesem Fall wird die Anlage wie in der nachstehenden Abbildung konfiguriert.



**Abb. 4. Verbesserter Schutz für Leuchten der Schutzklasse I, die in Anlagen der Schutzklasse I eingebaut werden \*\*\*\***

## **Schutz von Leuchten der Schutzklasse II**

In der Schutzklasse II ausgeführte und in vorschriftsmäßige Anlagen der Schutzklasse II eingebaute Leuchten verfügen über folgenden Basisschutz:

- Schutz gegen Entladungen im Differential Mode durch im Treiber integrierten Varistor
- Schutz gegen elektrostatische Entladungen durch Potentialausgleich (Stromkreise gemäß Norm mit Y1-Kondensatoren und Widerständen ausgeführt)

Zum Schutz vor Entladungen im Common Mode verbietet die geltende Norm aus Sicherheitsgründen den Einbau von aktiven Überspannungsschutzgeräten (Ableitern) zwischen aktiven Leitern und Erde in Anlagen der Schutzklasse II.

Das bedeutet, dass Leuchten der Schutzklasse II, die in Anlagen der Schutzklasse II eingebaut werden, nicht wirksam gegen Überspannungen im Common Mode (hauptsächlich Blitzeinschläge) geschützt werden können.

Um einen optimalen Schutz zu gewährleisten, rät ewo stark davon ab, in Schutzklasse II realisierte Anlagen zu verwenden.

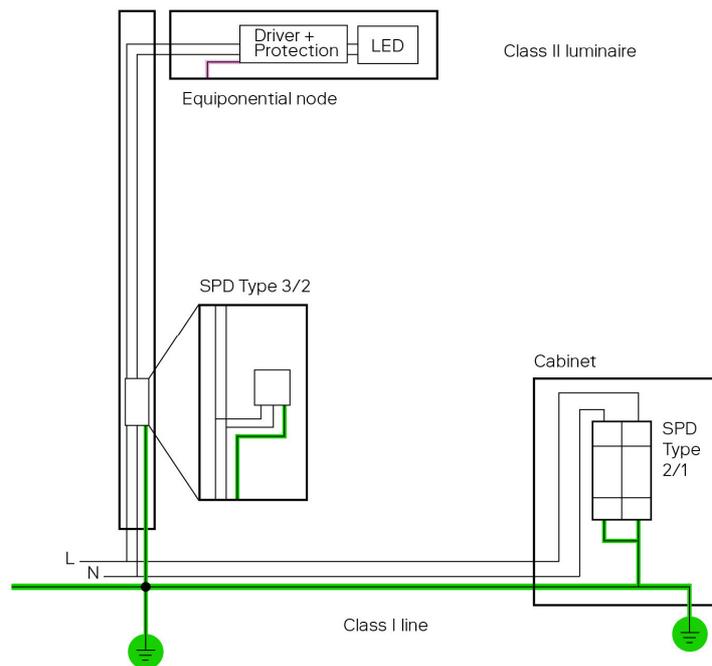
Der Schutz von Leuchten der Schutzklasse II kann verbessert werden, wenn sie in Anlagen der Schutzklasse I mit vorschriftsmäßiger Schutzerdung eingebaut werden.

In diesem Fall ist es möglich, den Leuchtenschutz durch folgende Maßnahmen zu erhöhen:

- Einbau eines SPD Typ T3 / T2 \*\*\* mit Phasen-, Neutralleiter- und Erdungsanschlüssen an jedem Mastfuß zur Verbesserung des Common-Mode-Schutzes mit deutlicher Erhöhung des Ableitvermögens. Empfohlenes Prüfniveau: 10 kV-5 kA oder höher.
- Einbau eines SPD Typ T2 / T1 \*\*\* im Anschlusskasten zur Verbesserung des Schutzes gegen Ereignisse höherer Intensität.

\*\*\* Gemäß IEC 61643-11

In diesem Fall wird die Anlage wie in der nachstehenden Abbildung konfiguriert.



**Abb. 5. Verbesserter Schutz für Leuchten der Schutzklasse II, die in Anlagen der Schutzklasse I eingebaut werden \*\*\*\***

Vorschriftsmäßig in Schutzklasse I realisierte Anlagen unterliegen gemäß D.P.R. Nr. 462 regelmäßigen Überprüfungen der Erdung.

Bei der Realisierung von Anlagen in Schutzklasse I empfiehlt ewo den Einbau von Leuchten der Schutzklasse I, soweit verfügbar.

\*\*\*\* ewo lehnt jegliche Haftung ab für die Ausführung von nicht den geltenden Vorschriften entsprechenden Anlagen

## **Schutz von in TN-C-Systeme eingebauten Leuchten (spezifische Märkte)**

In einigen spezifischen Märkten werden historisch bedingt bis heute Verteilungssysteme vom Typ TN-C verwendet. Bei diesen Systemen wird der Neutralleiter direkt mit Erde verbunden, so dass die Funktionen der beiden Leiter von einem einzigen Leiter, PEN genannt, übernommen werden. Nicht in allen Ländern wird das TN-C-System heute noch akzeptiert \*\*\*\*.

ewo-Leuchten, die in Anlagen mit TN-C-System eingebaut werden, bewahren folgenden Basisschutz:

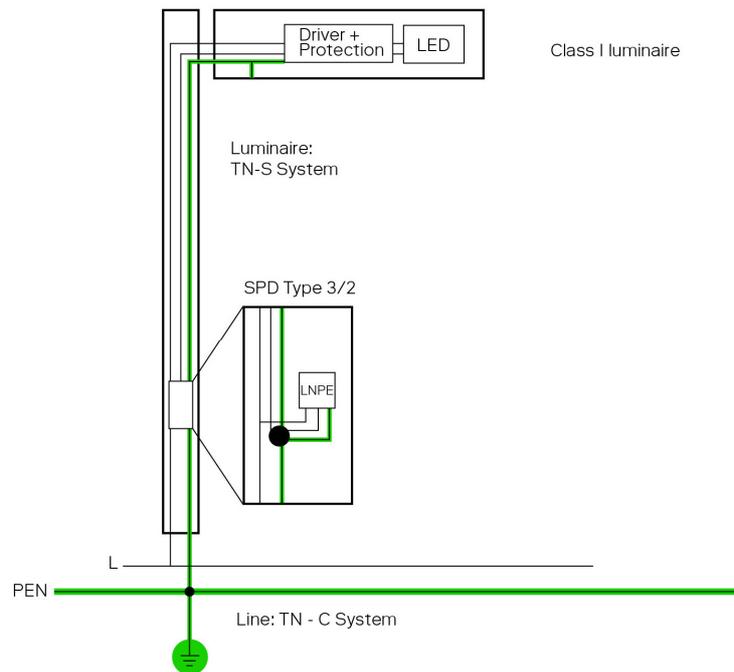
- Schutz gegen Überspannungen durch im Treiber integrierten Varistor
- Schutz gegen elektrostatische Entladungen durch Potentialausgleich

Wenn der Planer es für angebracht hält, den Schutzgrad zu erhöhen, empfehlen sich folgende Maßnahmen:

- Einbau eines SPD Typ T3 / T2 \*\*\* mit Phasen-, Neutralleiter- und Erdungsanschlüssen an jedem Mastfuß zur Verbesserung des Common-Mode-Schutzes mit deutlicher Erhöhung des Ableitvermögens. Empfohlenes Prüfniveau: 10 kV-5 kA oder höher.  
Die Erd- und Neutralleiter müssen in diesem Fall beide an den PEN-Leiter angeschlossen werden.
- Einbau eines SPD Typ T2 / T1 \*\*\* im Anschlusskasten zur Verbesserung des Schutzes gegen Ereignisse höherer Intensität.

ewo empfiehlt den Einbau von Leuchten der Schutzklasse I in Anlagen mit Verteilungssystemen vom Typ TN-C.

In diesem Fall wird die Anlage wie in der nachstehenden Abbildung konfiguriert.



**Abb. 6. Verbesserter Schutz für Leuchten, die in Anlagen mit TN-C-System eingebaut werden (Detailansicht Mast) \*\*\*\***

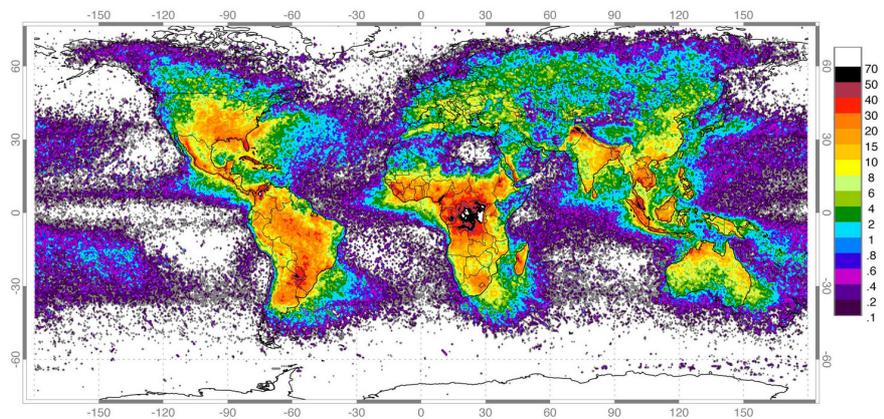
\*\*\* Gemäß IEC 61643-11

\*\*\*\* ewo lehnt jegliche Haftung ab für die Ausführung von nicht den geltenden Vorschriften entsprechenden Anlagen

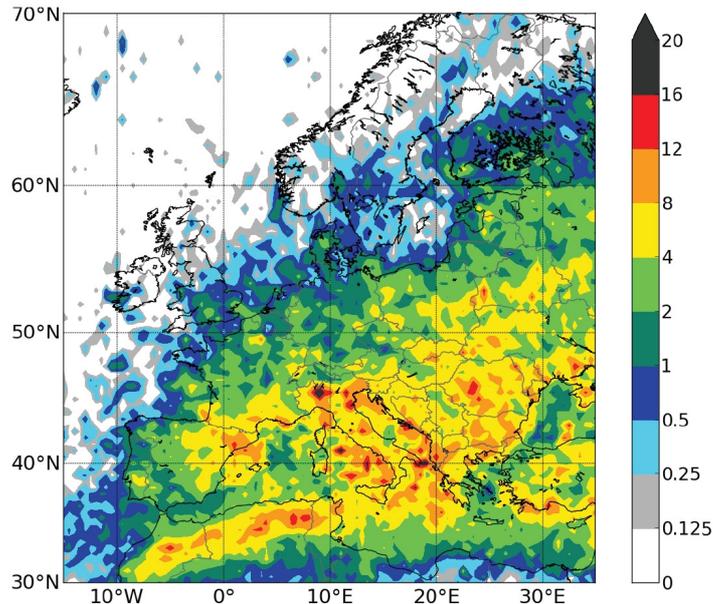
## Analyse des Schadensrisikos durch Überspannung

Um zu bestimmen, ob die integrierten Schutzsysteme für den wirksamen Schutz der Anlage ausreichend sind, muss eine Risikoanalyse durchgeführt werden. Dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Die Gefahr von Blitzeinschlägen in dem Gebiet, in dem die Anlage errichtet wird.



**Abb. 7. Karte der jährlichen weltweiten Blitzdichte [Anzahl Blitze pro km<sup>2</sup> und Jahr] im Zeitraum 1995 - 2013 (Quelle: www.nasa.gov)**



**Abb. 8. Karte der jährlichen Blitzdichte in Europa [Anzahl Blitze pro km<sup>2</sup> und Jahr] (Crown Copyright, Quelle: Met Office)**

- Unregelmäßigkeiten im Netz. In der Nähe der Anlage vorhandene hohe Lasten (Elektromotoren, große elektrische Anlagen, Lichtanlagen mit Hochspannungszündgeräten) oder bekannte Instabilitäten im Netz.
- Standort der Anlage. Anlagen im freien Gelände und in größerer Entfernung von Gebäuden sind stärker gefährdet als Anlagen in oder in unmittelbarer Nähe von Gebäuden.
- In der Nähe vorhandene Anlagen, an denen bereits Überspannungsschäden aufgetreten sind.
- Sicherheitsrelevante Auswirkungen durch das Abschalten der Anlage.
- Schutzklasse der Anlage.

Es ist Aufgabe des Anlagenplaners, aufgrund der Risikokalkulation zu bestimmen, ob zusätzliche Schutzgeräte in die Anlage einzubauen sind oder nicht.

Kein Schutzsystem ist in der Lage, einen absoluten Schutz gegen Schäden durch direkte und indirekte Blitzeinschläge zu garantieren, aber durch ein leistungsfähigeres Schutzsystem kann die Anzahl beschädigter Leuchten bei dem gleichen auslösenden Ereignis reduziert werden.