

Integration von Blitzdaten aus Blitzortung.org zur Darstellung in OSM

Viviane Wolff

Zusammenfassung

Die in den letzten Jahren häufiger vorkommenden oder wahrgenommenen Starkwetterphänomene (Sturm, Orkan, Blitz, Hagel) sind für Landwirtschaft, Versicherungen, Rettungsdienste, Kommunen und Infrastrukturunternehmen wie Bahn- oder Stromunternehmen bedeutsam, da sie zu Ernteausfällen, hohen Versicherungsschäden, Verzögerungen im Bahnverkehr, abgerissenen Stromkabeln etc. führen und auch Kommunen und ihre Rettungs- oder Aufbaumaßnahmen sowohl finanziell, personell und durch ihre Logistik und Koordinierungsaufgaben stark fordern. Um Häufigkeiten und die regionale Verteilung von Blitzen zu erfassen und damit eine Historie bereitzustellen, die wissenschaftlich ausgewertet werden kann, beteiligt sich die Hochschule Fulda am Aufbau des Blitzmesssystems *Blitzortung.org*. Dieser Beitrag zeigt neben der Funktionsweise einer Blitzortung auf Basis der Peilungsmethode TOA (Time Of Arrival) die Integration der Daten aus *Blitzortung.org* im regionalen Umfeld der Hochschule in eine *OpenStreetMap* (OSM)-Darstellung.

1 Motivation

Es gibt private (z. B. *Blitzortung.org*, WWLLN¹) und kommerzielle (z. B.² ALDIS, BLIDS, LINET) Blitzmessnetzwerke, die sich mit der Erfassung, der Auswertung und der Weitergabe von Blitzdaten beschäftigen. Die *Blitzortung.org* ist ein privates Blitzmessnetzwerk zur Ortung elektromagnetischer Signalquellen in der Atmosphäre im VLF³-Bereich. Aktuell (April 2012) sind knapp 400 Stationen innerhalb dieses Blitzmessnetzwerks europaweit aktiv. Für die Blitzmessnetzwerk-Mitglieder existiert eine kostenlose Software, die die regionalen Blitzeinschläge auf Basis einer Google-Karte visualisiert. Um eine größere Unabhängigkeit vom Kartenmaterial und eine individuellere Gestaltung der Karten zu erreichen, entstand der Wunsch, das Datenmaterial des an der Hochschule Fulda stationierten Blitzdetektors (MÖLLER & SPIEGEL 2010) für *Blitzortung.org* in eine OSM-Umgebung zu integrieren. Um ein besseres Verständnis von Blitzmesssystemen zu erhalten, beginnt dieser Beitrag mit der allgemeinen Entstehung, Messung und Ortung von Blitzen, um anschließend die Verbindung von *Blitzortung.org* zum OSM-Server vorzustellen.

¹ WWLLN: World Wide Lightning Location Network, weltweites Blitzmessnetzwerk

² ALDIS: Austrian Lightning Detection System, österreichisches Blitzmessnetzwerk, BLIDS: Blitz InformationsDienst von Siemens, europäisches Blitzmessnetzwerk, LINET: Lightning Location Network von nowcast GmbH, europäisches Blitzmessnetzwerk

³ VLF: Very Low Frequency (3-30 kHz)

2 Entstehung und Messung von Blitzen

2.1 Entstehung von Blitzen

Blitze sind elektrische Entladungen, die sich durch Ladungsverschiebungen innerhalb einer Gewitterwolke auslösen. Gewitter entstehen durch den gezwungenen Aufstieg von warmen und feuchten Luftmassen in die Atmosphäre. Man kennt drei Arten von Gewittern: Wärme-, Front- und orographische Gewitter. Wärmegewitter basieren auf der Erwärmung bodennaher Luftmassen durch intensive Sonneneinstrahlung, worauf eine Verdichtung folgt und die Luftmassen zum Aufsteigen gezwungen werden. Schiebt sich eine Kaltfront unter wärmere Luftschichten und drückt sie nach oben, handelt es sich um ein Frontgewitter. Orographische Gewitter zeichnen sich aus durch das Heben der Luft durch ansteigendes Gelände. Die den Wolken zugeführte Energie kann durch mechanische Arbeit (vertikale und horizontale Winde), Ausströmen der kondensierten Materie (Regen, Hagel oder Eiskristalle) oder elektrische Entladungen (Blitze) innerhalb, unter und über den Wolken wieder abgegeben werden. Man unterscheidet zwischen den beiden Blitztypen Wolke-Boden- (Erdblitze) und Wolke-Wolke-Blitzen (Wolkenblitze) (SCHMIDT 2007). Blitzzortung.org unterscheidet nicht zwischen den Blitztypen.

2.2 Messung von Blitzen

Um den Ort des Blitzereinschlags zu berechnen, benötigt man Messpunkte der elektrischen Entladungen aus verschiedenen Stellen. Für die Messung der elektrischen Entladungen

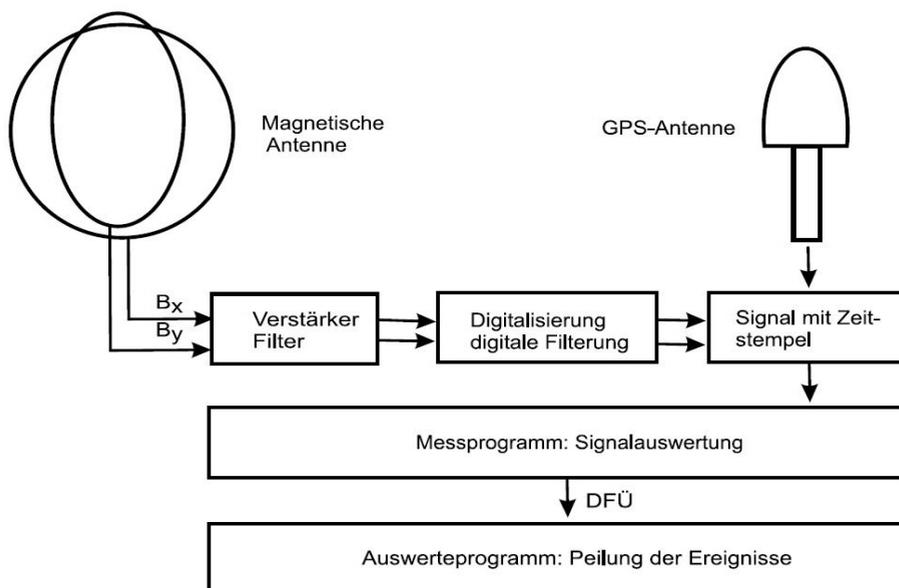


Abb. 1: Messaufbau Blitzdetektion (Quelle: SCHMIDT 2007)

(Blitze) gibt es drei Verfahren: direkte Strommessung (direkter Blitzeinschlag), Messung des elektromagnetischen Felds (VHF/UHF bzw. VLF/LF-Bereich)⁴ oder die Beobachtung im Bereich des sichtbaren Lichts (Fotografisch).

In diesem Projekt ist die Grundlage für die spätere Blitzortung die Messung des elektromagnetischen Felds im VLF-Bereich. Man nutzt den Effekt aus, dass Blitzentladungen zu einem natürlichen Sendesignal im VLF-Bereich führen, der für elektromagnetische Wellen im Bereich zwischen 3 und 30 kHz steht. Als Bodenwelle – im Gegensatz zur Raumwelle – breitet sich dieses Signal mit einer geringen Amplitudendämpfung aus; von der Ionosphäre reflektiert führt es zu einer großen Reichweite. Das Erfassen dieses Signals erfolgt durch zwei Magnetfeldantennen, die die magnetischen Komponenten der elektromagnetischen Welle B_x ⁵ und B_y ⁶ messen. Nach der Erfassung der magnetischen Komponenten wird das Signal analog verstärkt, gefiltert, später digitalisiert und ggfls. nochmals digital gefiltert (siehe Abb. 1). Von der GPS-Antenne erhält das Signal einen Zeitstempel. Zu berücksichtigen sind neben dem Zeitstempel der (berechnete) Einfallswinkel ($\tan \alpha = B_x / B_y$) der eingetroffenen Welle und die Amplitude des gemessenen Signals. Nach einer Signalauswertung an der Station sendet sie die Messdaten an den zentralen Server, der das Auswerteprogramm der Blitzortung vornimmt.

3 Blitzortung

Zur Blitzortung existieren die drei am häufigsten verwendeten Verfahren: Peilung mittels Ankunftszeiten *TOA* (Time Of Arrival), die Winkelpeilung (*MDF* Magnetic Direction Finding) und die Interferometrie (SCHMIDT 2007).

In diesem Projekt wird zur Bestimmung des Quellortes eines Blitzes das TOA-Verfahren eingesetzt. Die Konzentration auf dieses Verfahren ist begründet in der Zusammenarbeit der Hochschule mit dem Blitzmessnetzwerk Blitzortung.org (WANKE 2011). Die Mitarbeit in einem großen Netzwerk hat neben finanziellen Aspekten den Vorteil (für Hard- und Softwarekomponenten), dass sich die Qualität der Blitzortung durch die größere Nutzerzahl erhöht. Allgemein gilt es bei Ortungsverfahren, über physikalische Messgrößen Objektpositionen zu bestimmen. Die TOA-Methode basiert auf der Berechnung von hyperbolischen Kurven (TOST 2009). Zur Bestimmung des Quellorts messen die Blitzdetektoren die magnetischen Komponenten B_x und B_y der elektromagnetischen Welle an verschiedenen Orten und protokollieren deren Ankunftszeit (Zeitstempel durch einen GPS-Empfänger). Ausgehend von einer Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Welle mit Lichtgeschwindigkeit von ca. 300.000 km/s bzw. 300 m/μs löst die TOA-Methode die Gleichung Geschwindigkeit v mal Zeit t_d gleich Entfernung d : $v * t_d = d$, wobei die Zeit t_d die Differenz von Ankunftszeit bei der Station t_i und der Ursprungszeit t ist: $t_d = t_i - t$. Die hyperbolische Kurve leitet sich ab aus der Differenz von zwei Zeitstempeln für dieselbe elektromagnetische Welle empfangen von zwei verschiedenen Stationen und deren Position. Zur Blitzortung benötigt man mindestens drei Stationen, aus deren Berechnungen zwei Hyper-

⁴ LF: Low Frequency (30-300 kHz), VHF: Very High Frequency (30-300 Mhz), UHF: Ultra High Frequency (0,3-30 GHz)

⁵ B_x : Magnetische Flussdichte in x-Richtung

⁶ B_y : Magnetische Flussdichte in y-Richtung

beln resultieren und der Schnittpunkt der Hyperbeln den Blitzschlag repräsentiert (siehe Abb. 2).

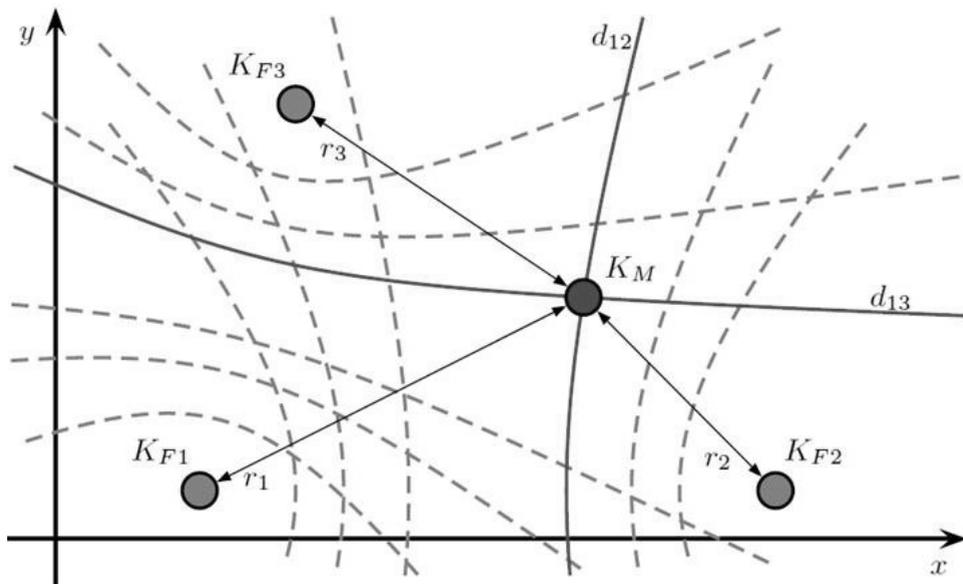


Abb. 2: Ortungs-Verfahren am Beispiel mit drei Stationen (Quelle: TOST 2009)

Die Genauigkeit der Blitzortung von Blitzortung.org ist 450 m im Idealfall bei der Berechnung mit den Daten von mindestens 6 Stationen pro Blitz (WANKE & HOGENSCHURZ 2012).

4 Blitzdarstellung in OSM

Gegenwärtig arbeitet Blitzortung.org mit Kartenmaterial von TerraMetrics über Google-Map. Um die Unabhängigkeit insbesondere für spätere hochschulinterne Projekte zu gewährleisten, wurde ein eigener OSM-Server (RAMM & TOPF 2010) mit dem Kartenmaterial von Hessen aufgebaut (BOLLGEN & LIEBIG 2011).

Um Blitzorte auf einer OSM-Karte zu kennzeichnen, richtet man auf dem OSM-Server einen OSM-Layer zur Darstellung der Blitzorte ein. Die Abb. 3 zeigt die Architektur und den Datenfluss innerhalb des Blitzortungssystems. Zunächst senden die Stationen die gemessenen potenziellen Blitzdaten an den Blitzmesssystem-Server, der anschließend mittels des TOA-Verfahrens die realen Blitzorte berechnet. Auf diese Blitzorte können die Stationen zugreifen, um sie für eine weitere Verarbeitung zu verwenden. Die Station Fulda konvertiert in regelmäßigen Zeitabständen die empfangenen Blitzdaten vom Blitzmesssystem-Server in das OSM-Layer-Format für die Blitzorte. Über den OSM-Server folgt die Darstellung der Karte zusammen mit dem OSM-Blitz-Layer.

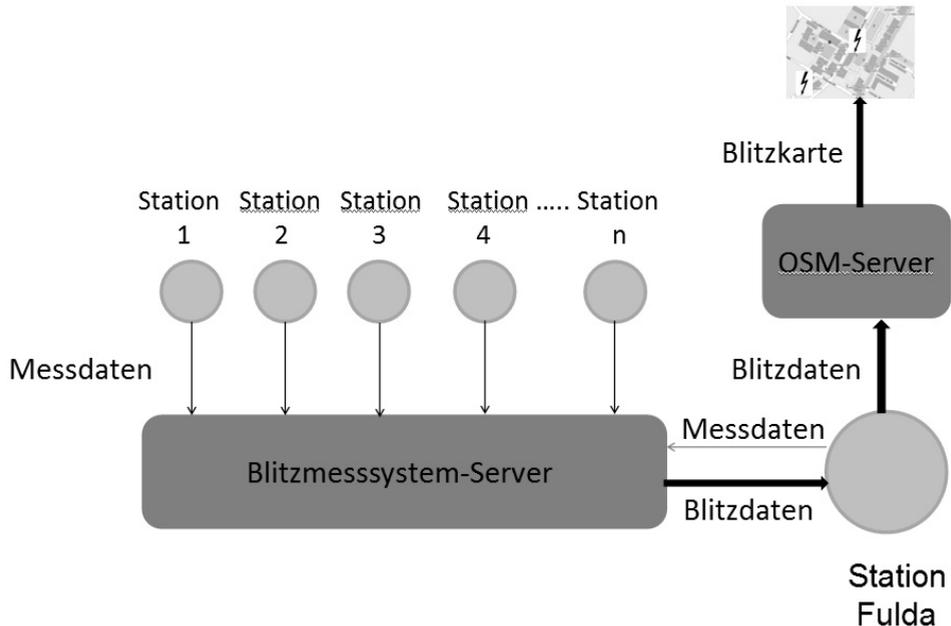


Abb. 3: Architektur des Blitzmessnetzwerks mit OSM-Anbindung

5 Fazit und Ausblick

Dieses Projekt hat gezeigt, dass eine Integration der Blitzdaten in einen OSM-Server möglich ist. Die Anbindung des Blitzmesssystems funktioniert momentan manuell. Die nächsten Schritte sind eine automatische Bereitstellung der Blitzdaten für den OSM-Server und die Integration einer Panoramakamera für die Aufnahme der gemessenen Blitze. Mit diesen kommenden Schritten ist eine Basis geschaffen, um künftig inhaltlich/physikalische Untersuchungen im Rahmen von Forschungsprojekten und in die Lehre am Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik einzubinden.

Literatur

- BOLLGEN, C & LIEBIG, L. (2011), Erstellung eines OSM Servers für Blitzortungssystem. Fallstudie. Hochschule Fulda.
- MÖLLER, K. & SPIEGEL, J. (2010), Blitzortung. Fallstudie. Hochschule Fulda.
- RAMM, F. & TOPF, J. (2010), OpenStreetMap. Die freie Weltkarte nutzen und gestalten. 3. Aufl. Berlin: Lehmanns Media.
- SCHMIDT, K. (2007), Ortung und Analyse von Blitzentladungen mittels Registrierung von VLF-Atmospherics innerhalb eines Messnetzes. Dissertation, Ludwig Maximilians Universität München. Online verfügbar unter http://edoc.ub.uni-muenchen.de/6925/1/schmidt_kersten.pdf, zuletzt geprüft am 16.04.2012.

- TOST, F. (2009), Signalstärkebasierte Ortung – Ein Beitrag zur probabilistischen, symbolischen, zellgenauen Ortung mobiler Netzwerkknoten innerhalb von Gebäuden. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität Cottbus. Online verfügbar unter <http://opus.kobv.de/btu/volltexte/2009/1242/pdf/Dissertation.pdf>, zuletzt geprüft am 16.04.2012.
- WANKE, E. (2011), Blitzzortung.org – A low cost Time of Arrival Lightning Detection and Lightning Location Network. Universität Düsseldorf. Online verfügbar unter http://www.blitzzortung.org/Documents/TOA_Blitzzortung.pdf?t=1334678146, zuletzt geprüft am 16.04.2012.
- WANKE, E. & HOGENSCHURZ, T. (2012), TOA Blitzzortung. Vortrag beim DARC OV P-31. Online verfügbar unter <http://www.hogenschurz.de/wp-content/uploads/2012/02/P-31-TOA-Blitzzortung.pdf>, zuletzt geprüft am 16.04.2012.