

Technischer Hinweis über die Ellipse zur Schätzung der Lokalisierungsgenauigkeit der vom METEORAGE Netzwerk erfassten Bogenblitze

KONTEXT

Die geschätzte Position von Wolke-Boden- und Wolke-Wolke-Entladungen kann aufgrund von Sensormessfehlern einen Ortungsfehler aufweisen, verursacht durch:

- einen systematischen Fehler, abhängig von der Genauigkeit der Winkel- (Drehung der Antenne in Nordrichtung) und Zeitmessungen (Orographie und Leitfähigkeit auf der Ausbreitungsstrecke),
- einen zufallsbedingten Fehler, abhängig von Interferenzen mit Funksendern, der Stromstärke der Entladung, der Blitzform und der Sensorelektronik.

Eine statistische Analyse der archivierten Daten bestimmt die Korrekturparameter, die vom Blitzortungsprozessor verwendet werden, um jede Sensormessung vor der Verarbeitung zu korrigieren.

Da der systematische Fehler korrigiert wird, ergibt sich der Ortungsfehler nur aus den zufallsbedingten Fehlern. Die zufallsbedingten Messfehler der Sensoren können nicht korrigiert werden, aber sie können mit einer Standardabweichung geschätzt werden.

Auf der Grundlage dieser Daten und der Restabweichung der Sensormessungen in Bezug auf den Entladungsort (bei Winkelmessungen) und die Zeit (bei Ankunftszeitmessungen) berechnet der Prozessor eine Konfidenzellipse, die auf die Entladeposition zentriert und in Richtung des maximalen Fehlers ausgerichtet ist.

Die große und die kleine Halbachse der Ellipse stellen den Maximal- bzw. Minimalfehler des geschätzten Ortungsfehlers in Metern dar.

Die Konfidenzellipse ist für bestimmte Anwendungen wichtig, unter anderem für die Korrelation von Ereignissen.

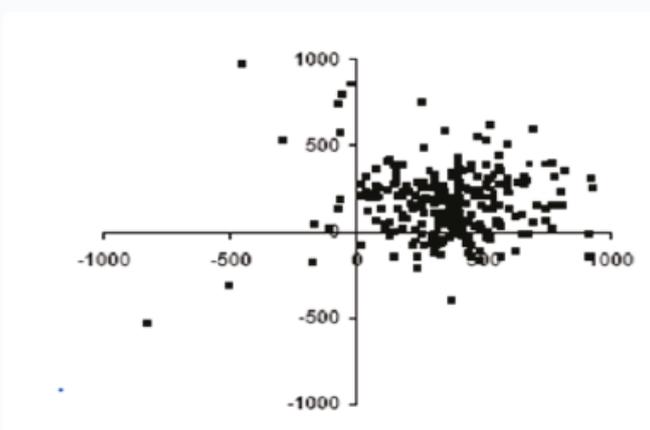


Abbildung 1. Diese Grafik zeigt die Ortungen der von einem Blitz-Ortungsnetzwerk berechneten Entladungen, die alle in Wirklichkeit die gleiche Position (Mitte der Achsen) haben, nämlich die Spitze eines Kommunikationsturms. Es ist eine Verschiebung vom Baryzentrum der Punktwolke nach rechts zu sehen: **das ist der systematische Fehler.**

Die Streuung der Punkte in Bezug auf das Baryzentrum der Wolke stellt den **Zufallsfehler** dar. Die Distanz jedes Punktes vom Achsenzentrum stellt dessen **absoluten** Ortungsfehler dar. Man sieht, dass jeder Punkt einen anderen absoluten Fehler hat.

PRINZIP

Die Ellipse basiert auf der Verwendung von der **“Methode der kleinsten Quadrate”**, die es dem Rechner ermöglicht, Sensormessungen zu verarbeiten und die Entladungen zu orten. Diese Methode minimiert Messfehler und führt zu einer optimierten Schätzung des Entladungsorts. Die Restmessfehler bestimmen die theoretischen Zufallsfehler, die zur Berechnung der Ellipse verwendet werden.

Nach den **Arbeiten von Standsfield (1947)** kann der Zufallsfehler einer Blitzortung mit einer gegebenen Wahrscheinlichkeit durch eine Ellipse geschätzt werden, die folgende Bedingungen erfüllt:

- **Die große Halbachse** stellt den theoretischen Maximalfehler dar,
- **Die kleine Halbachse** stellt den theoretischen Minimalfehler dar,
- **Die Ausrichtung** stellt die Richtung des Maximalfehlers dar.

Um eine Anwendung zu ermöglichen, müssen:

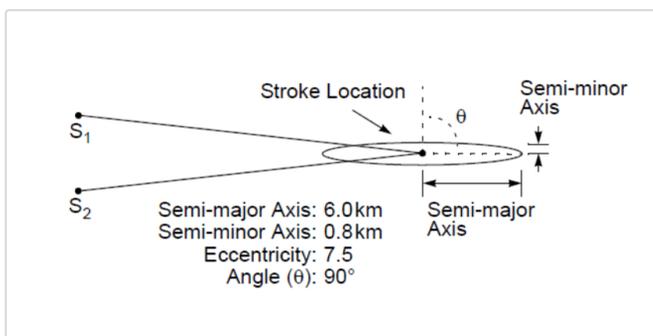
- die Messfehler einem gaußschen Gesetz folgen,
- die systematischen Fehler beseitigt sein.

FUNKTIONSWEISE

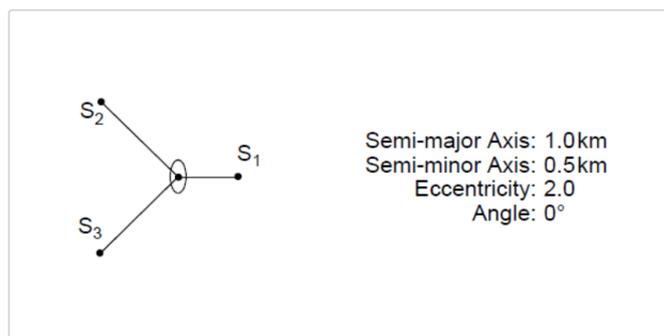
Jede berechnete Lokalisierung wird um die Werte ihrer für eine Wahrscheinlichkeit von 50% geschätzten Präzisionsellipse ergänzt. Die Wahrscheinlichkeit kann durch einfaches Multiplizieren der Werte bei 50% mit einem in der folgenden Tabelle angegebenen Faktoren geändert werden.

Skalierungsfaktor	Wahrscheinlichkeit
1	50 %
1,82	90 %
2,57	99 %

So steigt eine große Halbachse von 1 km bei 50% auf 1,82 km für eine Wahrscheinlichkeit von 90% und auf 2,57 km für eine Wahrscheinlichkeit von 99%.



Ellipse einer schlechten Ortung



Ellipse einer guten Ortung

WICHTIG!

Die Ellipse ist ein statistischer Indikator, der auf den Messfehlern der Sensoren basiert. Die von METEORAGE angegebene Position bleibt auf Grundlage der Messdaten die wahrscheinlichste. Die Ellipse dient somit als Vertrauensindex auf die Positionsdaten der Entladungen, stellt aber keinesfalls ein absolutes und reales Fehlermaß dar.

Wir gehen davon aus, dass die systematischen Fehler im METEORAGE-Netz praktisch bei Null liegen. Diesbezüglich werden die Daten regelmäßig anhand von Felddaten kontrolliert. So kann man davon ausgehen, dass der Zufallsfehler den absoluten Fehler darstellt.