

EVALUIERUNG DES LOKALEN BLITZRISIKOS IN ECHTZEIT IM EINZUGSBEREICH DER HOCHSPANNUNGSNETZE

Lukas SCHWALT¹, Stephan PACK¹, Gerhard DIENDORFER²

Inhalt

Gewitter und damit einhergehende Wolke-Erde-Blitzentladungen haben einen wesentlichen Einfluss auf kritische Infrastrukturen und daher auch auf die Hochspannungsnetze. Die unvorhersehbare Entwicklung von Gewittern, die lokalen meteorologischen Einflüsse und die Änderungen der klimatischen Situation erschweren eine zuverlässige Einschätzung dieser Naturereignisse und können die Versorgungssicherheit beeinträchtigen.

Entstehung und Verlauf eines Gewitters machen eine genaue Vorhersage des Zeitpunkts der ersten auftretenden Blitzentladung unmöglich, auch wenn bereits verfügbare meteorologische Daten, wie Radar- oder Satellitendaten, als auch Daten von Wetterstationen vorhanden sind. Auch Blitzortungssysteme können keine vorausschauenden Messdaten liefern und können für Entscheidungen und Maßnahmen zum Schutz von Personen und Infrastrukturen frühestens ab dem Zeitpunkt der ersten Blitzentladung herangezogen werden.

Die Unsicherheiten bei der Vorwarnung entstehender Gewitter, aber auch bei der Entwarnung nach einem Gewitter, bilden den Forschungsschwerpunkt für das Projekt „Evaluierung des lokalen Blitzrisikos in Echtzeit – Kombination von Feldmühlen, Blitzortung und Wetterdaten“. Das Projekt wird am IHS der Technischen Universität Graz von Oktober 2021 bis September 2024 in Zusammenarbeit mit der OVE Service GmbH, Abt. ALDIS, bearbeitet und durch die FFG gefördert.

Im Rahmen des Forschungsprojekts soll durch den lokalen Einsatz mehrerer elektrischer Feldmühlen im Bereich kritischer Infrastrukturen laufend die elektrostatische Feldverteilung aufgezeichnet werden. Feldmühlen stellen die einzige technisch geeignete Möglichkeit dar, um Information über den aktuellen elektrischen Ladungszustand und Entwicklung der Ladungsverteilung einer Gewitterzelle vor Ort zu erfassen.

Durch die Zusammenführung der Daten der elektrischen Feldmühlen, der Blitzortungsdaten und der meteorologischen Daten in Echtzeit, werden die vorherrschenden Ladungsverhältnisse der Wolke und damit das aktuelle Blitzrisiko vor Ort abgebildet. Die geografische Verteilung der Feldmühlen lässt Aussagen über den dynamischen Verlauf von Gewittern zu.

Das Ziel des Projekts ist einerseits die Risikoeinschätzung des Auftretens einzelner Blitze auf einem begrenzten geografischen Bereich (z.B. Netzknoten und Umspannwerke, Freileitungssysteme des Übertragungsnetzes oder Verteilernetzes, Flughäfen etc.) und andererseits die Bestimmung des Zeitpunkts einer möglichst sicheren Entwarnung.

Methodik

Das geplante Messsystem mit fünf strategisch positionierten Feldmühlen soll aufgrund seiner Nähe zur TU Graz und der Gewitteraktivität im Bereich Graz Umgebung am Flughafen Graz aufgebaut und erprobt werden. Derzeit wird bei Ortung von Blitzentladungen um ein Zielgebiet in einem definierten Radius von 8 km eine Warnung aus den ALDIS-Blitzortungsdaten abgeleitet. Bei einer Ortung von Blitzentladungen im Umkreis von 5 km um das Zielgebiet wird die Einstellung der Arbeiten im Freien angewiesen sowie ein Aufenthaltsverbot ausgegeben (im Flughafenbetrieb als „Shutdown“ bezeichnet). Wenn im Umkreis von 5 km über einen längeren Zeitraum (z.B. einige zehn Minuten) keine Blitzentladungen mehr geortet werden, wird eine Entwarnung ausgegeben.

¹ Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement, TU Graz, Inffeldgasse 18, 8010 Graz, Österreich, Tel.: +43 316 873 7418, E-Mail: lukas.schwalt@tugraz.at, www.ihs.tugraz.at

² OVE Service GmbH, Abt. ALDIS, Kahlenberger Straße 2A, 1190 Wien, Österreich, Tel.: +43 1 370 5806 211, E-Mail: g.diendorfer@ove.at, www.aldis.at

Die geplante Installation der Feldmühlen, verteilt über das gesamte Messgebiet, soll ein deutliches Bild über die aktuell vorhandenen Ladungsstrukturen in der Gewitterwolke liefern. Die raschen zeitlichen und örtlichen Veränderungen der elektrischen Ladungsstruktur in der Gewitterwolke werden durch stetige Aufzeichnung und Verarbeitung der Feldmühlen-Daten als zusätzliche Indikatoren für Warnungen bzw. Entwarnung miteinbezogen, da die Komplexität der Ladungsstruktur von Gewitterwolken lokal sehr unterschiedlich sein kann.

Eine Optimierung des Zeitpunkts der Gewitter-Vorwarnung und der Wiederaufnahme von Tätigkeiten im Freien führt hier sowohl sicherheitstechnisch als auch wirtschaftlich zu Vorteilen beim Betrieb kritischer Infrastrukturen.

Ausblick

Die gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen es in Zukunft, eine Evaluierung des lokalen Blitzrisikos in Echtzeit durch lokale Feldmühlenmessungen in Kombination mit Blitzortungs- und Wetterdaten für Systeme der elektrischen Energieversorgung als auch andere kritische Standorte einzusetzen, um gewitterbedingte Einflüsse und Störungen zu minimieren.

In der elektrischen Energieversorgung können Einwirkungen von Blitzentladungen transiente Spannungsbeanspruchungen verursachen und infolgedessen die Versorgungssicherheit gefährden. Solche Einwirkungen beeinflussen die Spannungsqualität im Netz und können im Fall von direkten Einschlägen zu Leitungsausfällen führen [1, 2]. Auch in internationalen Forschungsgruppen werden Methoden zur dynamischen Steuerung des Stromnetzes auf der Grundlage der Echtzeitverfolgung von Blitzortungsdaten bearbeitet. Bei lokal ausgegebener Gewitterwarnung kann durch angepasste Netzfürung ein stabiler Betrieb aufrechterhalten und das Ausfallrisiko stark reduziert werden [3]. Weitere Projekte im Bereich der Kurzzeitvorhersage von Gewittern mithilfe von „Machine-Learning-Algorithmen“ [4] konnten sich bis dato nicht durchsetzen.

Der präsentierte Forschungsansatz bietet die Möglichkeit, das Wissen aus den Bereichen der Blitzforschung, der Blitzortung und der Gewitteranalyse sowie der Betriebsführung elektrischer Energiesysteme zu bündeln und eine solide Grundlage für zukünftige Vorhersagealgorithmen zu entwickeln.

Referenzen

- [1] S. Pack, J. Plesch, L. Schwalt, "Blitzphänomene im österreichischen Hoch- und Höchstspannungsnetz – transient erfasst," e & i Elektrotechnik und Informationstechnik (8), Österreich, 2017
- [2] L. Schwalt, J. Plesch, S. Pack, W. Schulz and G. Achleitner, "Transient measurements in the Austrian high voltage transmission system," International Symposium on Lightning Protection (XIV SIPDA), pp. 208-211, Brasilien, 2017
- [3] M. Xiang, Y. Xu, C. Tong, J. Zheng, Y. Cai, X. Hua, J. Zhang, Y. Wu, "A Method of Dynamic Control of the Power Grid based on Real-time Lightning Tracking," 35th International conference on Lightning Protection (ICLP-SIPDA), Sri Lanka, 2021
- [4] K. Bala, D. K. Choubey, S. Paul, "Soft computing and data mining techniques for thunderstorms and lightning prediction: A survey", International conference of Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA), pp. 42-46, Indien, 2017