

25 Jahre Monte San Salvatore

Autor(en): **Prinz, H. / Wiesinger, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **59 (1968)**

Heft 24

PDF erstellt am: **14.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-916095>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

25 Jahre Monte San Salvatore

Von *H. Prinz* und *J. Wiesinger*, München

Herrn Prof. Dr. sc. techn., Dr.-Ing. E. h. K. Berger zum 70. Geburtstag gewidmet

551.594.221:061.6(494.52)

Es sind nunmehr 25 Jahre vergangen, seitdem die ersten Blitze auf dem Monte San Salvatore am Luganersee mit einem Blitzmessturm aufgefangen werden konnten, um die grossartige, aber gleichwohl für den Menschen, die Gebäude und die elektrischen Anlagen gefährlichste Erscheinungsform des Gewitters, die Blitzentladung, zu erforschen. In einem Vierteljahrhundert hat Professor Dr. sc. techn., Dr.-Ing. E. h. K. *Berger* in unermüdlichem Einsatz und mit bahnbrechenden Ideen auf dem Monte San Salvatore die bedeutendste und bekannteste Blitzmeßstation aufgebaut. Die hier durch viele hundert Blitzanalysen zusammengetragenen Erkenntnisse sind die unentbehrliche Grundlage für jede Art der Blitzschutztechnik geworden, auf die Ingenieure und Meteorologen in aller Welt zurückgreifen.

Berger kann in diesem Jahre, in dem er auf die 25jährige erfolgreiche Arbeit seiner Blitzstation zurückblickt, seinen 70. Geburtstag feiern. Dieses zweifache Jubiläum sollte zum Anlass genommen werden, die Situation zu beleuchten, aus der heraus dieses einmalige Blitzlaboratorium geschaffen wurde, die Methoden aufzuzeigen, mit denen dort gearbeitet wird, und einige Erkenntnisse über das Blitzgeschehen herauszustellen.

Die wissenschaftliche Erforschung des Blitzphänomens begann in den zwanziger Jahren, als man in den Hochspannungsfreileitungen die durch Blitze verursachten, kurzzeitig auftretenden Überspannungen als schwerwiegende Störquelle erkennen musste. Man versuchte deshalb, um wirksame Schutzmassnahmen ergreifen zu können, den zeitlichen Verlauf dieser Spannungsimpulse zu messen. So wurden mit dem zur Aufzeichnung rasch verlaufender Vorgänge entwickelten Kathodenstrahloszillographen von *Berger* an verschiedenen Hochspannungsleitungen in der Schweiz Überspannungsmessungen durchgeführt [1...9]¹⁾. Aus diesen in den Jahren 1928 bis 1937 unter grossen Schwierigkeiten gewonnenen oszillographischen Aufnahmen musste aber der Schluss gezogen werden, dass sich aus den durch Blitzeinschlag entstandenen Wanderwellen, die meist nur in mehreren km Entfernung vom Einschlagort registriert werden konnten, nicht befriedigend auf die Störquelle selbst, den Blitzstrom, schliessen

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

liess; andererseits wurde erkannt, dass ein wirksamer Blitzschutz der elektrischen Leitungen und Anlagenteile insbesondere in unmittelbarer Nähe des Einschlagortes nur möglich ist, wenn der Blitzstrom, der eine eingeprägte Stromquelle darstellt, in seiner vielfältigen Erscheinungsform bekannt ist. Folglich war nunmehr die Aufgabe gestellt, zum Verständnis der Blitzwirkungen und zu ihrer wirkungsvollen Bekämpfung den Blitzstrom selbst am Einschlagort zu messen, d. h., eine Blitzmeßstation an einem Ort zu errichten, an dem mit Sicherheit eine Vielzahl von Einschlägen erwartet werden konnte.

Die Forschungskommission für Hochspannungsfragen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke wählte nach den Vorschlägen von *Berger* im gewitterreichen Tessin den 912 m hohen Monte San Salvatore, um auf ihm einen 70 m hohen Blitzfangturm errichten zu lassen. Wie sich bei den späteren Blitzmessungen herausstellen sollte, war die Wahl dieses Messortes ausserordentlich glücklich: Einerseits war der Blitzturm so hoch, dass er ausreichend viele Blitze auf sich zog, andererseits aber war er nicht so exponiert, dass an ihm nur Aufwärtsblitze entstanden, vielmehr traten auch in genügender Anzahl Abwärtsblitze auf, wie sie im ebenen Gelände zu erwarten sind.

Nachdem die Blitzmeßstation von *Berger* im Sommer 1942 in Betrieb gesetzt worden war, konnten schon in der Gewitterperiode des darauffolgenden Jahres insgesamt 7 Blitze messtechnisch erfasst werden, darunter auch eine Mehrfachblitzentladung. Die Messgeräte, die an einen Hochstromshunt angeschlossen und in einem Faradayschen Käfig aufgestellt waren, ermöglichten es, die Polarität der Blitzströme, den Scheitelwert, die Ladung und auch den zeitlichen Verlauf — soweit dies mit einem Schleifenoszillographen möglich war — festzuhalten.

In den folgenden Jahren wuchs die Blitzforschung auf dem Monte San Salvatore über die reine Zweckforschung für den Freileitungs- und Anlagenschutz hinaus, als welche sie in der Schweiz im Jahre 1926 konzipiert worden war, und es trat immer mehr die Erforschung des gesamten Blitzphänomens in den Vordergrund, die sich neben der Messung der

elektrischen Daten des Blitzstromes auch mit der Entstehung und dem Aufbau des Blitzkanals zu befassen hatte. Da ausserdem schon bald zu erkennen war, dass die Blitzströme von so vielfältiger Gestalt sind, dass zu gesicherten Aussagen viele hundert Messungen notwendig sein würden, wurde die Blitzmeßstation in den zurückliegenden 25 Jahren immer weiter ausgebaut. Zur genaueren zeitlichen Auflösung des Blitzstromverlaufes wurden Kathodenstrahloszillographen herangezogen, deren Einsatz in der Blitzforschung *Berger* in grundlegenden Entwicklungsarbeiten ermöglicht hatte [10...12]. Weiterhin wurden Kameras mit ruhendem und mit bewegtem Film zur Aufzeichnung der zeitlichen Entwicklung des Blitzkanals eingesetzt, mit denen die Einschläge in den Messturm festgehalten wurden. Seit 1951 konnten mit Hilfe von Panorama-Aufnahmen die Blitzeinschlagorte in der umliegenden Gegend lokalisiert und der Nachweis erbracht werden, dass sogenannte Blitznester nicht existieren. Nachdem im Jahre 1950 ein zweiter Blitzmessturm auf dem Vorgipfel San Carlo erstellt worden war, musste im Frühjahr 1958 der erste Messturm einem Fernseh-Sendeturm weichen, auf dem nun eine Blitzantenne mit Meßshunt errichtet wurde.

Mit den vielfältigen, kontinuierlich dem jeweiligen Stand der Technik angepassten Messeinrichtungen konnten viele hundert Blitze analysiert werden, sodass heute ein wesentlich umfassenderes und genaueres Bild des Blitzgeschehens vorliegt, als es durch die Messungen an Freileitungen je hätte gewonnen werden können [13...22]. Die Ergebnisse dieser beispiellosen Blitzforschung kommen aber nicht nur der Sicherheit der elektrischen Anlagen zugute, sondern sind gleichzeitig die Grundlage für jede Art von Gebäude- oder Personenblitzschutz.

Aus den vielfältigen und ausführlichen Veröffentlichungen der Forschungsergebnisse ergibt sich ein weitgehend abgerundetes Bild der Blitzentladung. So konnten auf Grund der Strommessungen und der fotografierten Aufnahmen vier Blitztypen analysiert werden:

Einmal die positiven und negativen Aufwärtsblitze, die an exponierte Objekte, z. B. hohe Türme, gebunden sind und bei denen der Blitzkanal vorbereitende Leitpfad von dem geerdeten Objekt zur Wolke vorwächst, zum anderen die positiven und negativen Abwärtsblitze, die im flachen Gelände ausschliesslich vorkommen; bei diesen Blitztypen schiebt sich der Leitpfad von der Wolke gegen die Erde vor und trifft dort in der Regel auf eine Fangentladung. Während die positiven Abwärtsblitze nach einem Stoßstrom fast immer einen kontinuierlichen Stromschwanz zeigen, treten bei negativen Abwärtsblitzen, die die häufigste Blitzart darstellen, multiple Stoßströme auf, wobei die Folgestösse ausserordentlich grosse Stromsteilheiten — es wurden bis zu 80 kA/µs gemessen — aufweisen. Mit den jüngsten Messungen des zeitlichen Verlaufes des elektrischen Feldes soll nun die Phase unmittelbar vor dem Blitzeinschlag näher ergründet werden.

Die Blitzforschung auf dem Monte San Salvatore war begonnen worden, um die in elektrischen Anlagen und Netzen einziehenden Blitzüberspannungen bestimmen und gegebenenfalls auch im Hochspannungslaboratorium nachbilden zu können. Die moderne Rechenmaschinenteknik erlaubt es nun, auch für komplizierte Anlagenkonfigurationen unter Zugrundelegung der auf dem Monte San Salvatore gewonnenen Blitzstromdaten die entstehenden Überspannungen zu ermitteln. Hierbei zeigt sich, dass insbesondere durch multiple

Blitze Stoßspannungen entstehen, die wesentlich steiler ansteigen können als die zur Prüfung und Isolationskoordination herangezogenen Normstoßspannungen. Es ist nun Aufgabe der Hochspannungstechnik, die umfassenden neuen Erkenntnisse vom Blitzstrom zu verwerten mit dem Ziel, die Energieverteilungsanlagen noch sicherer und wirtschaftlicher zu gestalten.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient abschliessend die internationale Anerkennung der ausserordentlichen wissenschaftlichen Leistungen *Berger*s, die auch in den ihm zuteil gewordenen Ehrungen ihren Ausdruck gefunden hat. So wurde *Berger* im Jahre 1963 von der Technischen Hochschule München die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen und im vergangenen Monat die «Louis-E.-Levy-Medaille» des Franklin-Institutes in Philadelphia zuerkannt.

Damit ist durch das Lebenswerk eines Mannes, der sich der Zähmung des Himmelsfeuers verschrieben hat, ein alter Wunschtraum der Menschheit in Erfüllung gegangen, dessen mögliche Verwirklichung einstmals *Benjamin Franklin* vor über 200 Jahren mit seinen phantasievollen Experimentierkünsten aufgezeigt hatte.

Literatur

- [1] *K. Berger*: Die ersten Beobachtungen des Verlaufes von durch Gewitter verursachten Spannungen in Mittelspannungsnetzen mittels des Kathodenstrahl-Oszillographen des SEV. Zweiter Bericht des Ausschusses für die Arbeiten mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. Bull. SEV 20(1929), S. 321...338.
- [2] *K. Berger*: Überspannungen in elektrischen Anlagen, erläutert an Hand von Untersuchungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. Bull. SEV 21(1930), S. 77...109.
- [3] *K. Berger*: Les phénomènes de surtension par temps d'organe dans les réseaux aériens. Etat actuel de leur étude en Suisse. Bull. SEV 22(1931), S. 421...436.
- [4] *K. Berger*: Ergebnisse der Gewittermessungen im Jahre 1931. Bull. SEV 23(1932), S. 289...302.
- [5] *K. Berger*: Die Gewittermessungen der Jahre 1932 und 1933 in der Schweiz. Bull. SEV 25(1934), S. 213...229.
- [6] *K. Berger*: Fortschritte in der Erkenntnis des Blitzes und im Überspannungsschutz elektrischer Anlagen. Bull. SEV 35(1934), S. 641...652.
- [7] *K. Berger*: Resultate der Gewittermessungen in den Jahren 1934/35. Bull. SEV 27(1936), S. 145...163.
- [8] *K. Berger*: Zum Stand der Gewitterforschung. Bull. SEV 34(1943), S. 269...275.
- [9] *K. Berger*: Gewittermessungen der Jahre 1936 und 1937. Bull. SEV 34(1943), S. 353...365.
- [10] *K. Berger*: Über die Weiterentwicklung des Kathodenstrahl-Oszillographen von Dufour zur Ermöglichung der Aufnahme von Gewittererscheinungen sowie anderer Vorgänge kürzester Dauer. Bull. SEV 19(1928), S. 292...301.
- [11] *K. Berger*: Der Kathodenstrahl-Oszillograph als Registrierinstrument, speziell für raschverlaufende Vorgänge. Bull. SEV 19(1928), S. 688...694.
- [12] *K. Berger*: Ein neuer Doppel-Kathodenstrahl-Oszillograph (DKO). Bull. SEV 31(1940), S. 113...119.
- [13] *K. Berger*: Die Blitzmeßstation auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV 34(1943), S. 803...805.
- [14] *K. Berger*: Recherches suisses sur la foudre. Mesures effectuées au Monte San Salvatore, près de Lugano. Bull. SEV 37(1946), S. 319...326.
- [15] *K. Berger*: Neuere Resultate der Blitzforschung in der Schweiz. Bull. SEV 38(1947), S. 813...823.
- [16] *K. Berger*: Die Messeinrichtungen für die Blitzforschung auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV 46(1955), S. 193...201.
- [17] *K. Berger*: Resultate der Blitzmessungen der Jahre 1947...1954 auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV 46(1955), S. 405...424.
- [18] *K. Berger*: Gewitterforschung auf dem Monte San Salvatore. ETZ-A 82(1961), S. 249...260.
- [19] *K. Berger*: Front duration and current steepness of lightning strokes to the Earth. In: Gas discharges and the electricity supply industry. Proceedings of the International Conference held at the Central Electricity Research Laboratories, Leatherhead, Surrey, England, 7th...11th May, 1962, London, Butterworth, 1962, S. 63...73.
- [20] *K. Berger* und *E. Vogelsanger*: Messungen und Resultate der Blitzforschung der Jahre 1955...1963 auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV 56(1965), S. 2...22.
- [21] *K. Berger* und *E. Vogelsanger*: Photographische Blitzuntersuchungen der Jahre 1955...1965 auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV 57(1966), S. 599...620.
- [22] *K. Berger*: Novel observations on lightning discharges: Results of research on Mount San Salvatore. Journal of the Franklin Institute 283(1967), S. 478...525.

Adresse der Autoren:

Prof. Dr.-Ing. *H. Prinz*, Direktor des Institutes für Hochspannungs- und Anlagentechnik, und Dr.-Ing. *J. Wiesinger*, Oberingenieur im Institut für Hochspannungs- und Anlagentechnik, Technische Hochschule München, Arcisstrasse 21, D-8 München 2.