Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 65 (1974)

Heft: 1

Artikel: Meßschaltung für transiente elektrische Hochspannungsfelder

Autor: Wiesinger, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915338

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Meßschaltung für transiente elektrische Hochspannungsfelder

Von J. Wiesinger

621.317 : 621.3.049 : 621.3.027.3

Es wird eine Meßschaltung angegeben, mit der der erste Scheitelwert eines irregulär schwingenden elektrischen Feldimpulses als Analoggrösse abgespeichert werden kann. Diese Schaltung ist die Modifizierung einer sehr breitbandigen Speicherschaltung zur Messung von Spannungsimpulsen, die vor einigen Jahren entwickelt und im Bulletin des SEV vorgestellt wurde. Schliesslich wird der Aufbau eines batteriebetriebenen Messgerätes mit Analoganzeige angegeben, das zur Messung von elektrischen Feldimpulsen bei Nuklearexplosionen, die mit einem Hochspannungs-Impulsgenerator simuliert werden, eingesetzt wird.

On indique un montage de mesure avec lequel la première valeur de crête d'une impulsion de champ oscillant irrégulièrement peut être extraite sous forme de grandeur analogique. Ce montage est une modification d'un montage de mémoire à très large bande, mis au point il y a déjà plusieurs années de cela et publié dans le Bulletin de l'ASE. On indique la construction d'un appareil de mesure alimenté par batterie, avec indication analogique, qui peut être employé pour la mesure d'impulsions de champ électriques lors d'explosions nucléaires, simulées avec un générateur d'impulsions à haute tension.

1. Einführung

In der Hochspannungsmesstechnik ist bisweilen die Aufgabe gestellt, bei transienten elektrischen Feldern mit schwingendem Verlauf den ersten Scheitelwert des Feldimpulses zu erfassen, ohne dass die nachfolgenden Schwingungen auch höherer Amplitude das Messergebnis beeinflussen. Derartige Felder können beispielsweise bei Blitzentladungen und bei natürlichen oder mit Hochspannungs-Impulsgeneratoren simulierten Nuklearexplosionen entstehen [1][1]). Zur Erläuterung dieser Aufgabe dient Fig. 1.

2. Messprinzip

Im folgenden soll nun für die vorliegende Thematik ein Messprinzip aufgezeigt werden, bei dem eine vor einigen Jahren entwickelte passive Analogspeicherschaltung zur Messung von unipolaren Spannungsimpulsen [2], erweitert um einen elektronischen Kurzschliesser, an eine Antenne, z.B. eine Kugel- oder Stabantenne, angeschlossen wird. Das Schaltschema dieser Meßschaltung zeigt Fig. 2.

An der Antennenkapazität C_A tritt eine dem elektrischen Feldimpuls proportionale Spannung auf. Diese wird dem Analogspeicher zugeführt, der einen positiven Scheitelspannungswert von z.B. 100 V in Form eines proportionalen Gleichspannungswertes von beispielsweise 100 mV auf dem Unterspannungskondensator C_2 festhält. Dieser Speicher wurde in [2] eingehend behandelt, so dass auf seine weitere Beschreibung hier verzichtet werden kann.

Parallel zur Antenne ist weiterhin ein elektronischer Kurzschliesser gelegt, bestehend aus der Diode D_1 und dem npn-Schalttransistor T. Mit D_1 wird jegliche negative Spannung an dem Analogspeichereingang vermieden, und nach dem Durchschalten von T werden auch positive Spannungen von dem Speicher ferngehalten.

Der npn-Transistor T wird von einer Halbleiterlogik angesteuert, die aus zwei monostabilen Zeitkippern, einem aktiven UND- und einem aktiven NAND-Gatter besteht. Die Logik erhält ihr Eingangssignal über ein *R-C*-Glied, das parallel zur Antennenkapazität C_A liegt und bei ca. 5 V zum Durchschalten führt. Am Ausgang der Logik erscheint das eine Sekunde lang anstehende Steuersignal für T, wahlweise um 0,1...10 µs verzögert gegenüber dem Beginn des Feldimpulses.

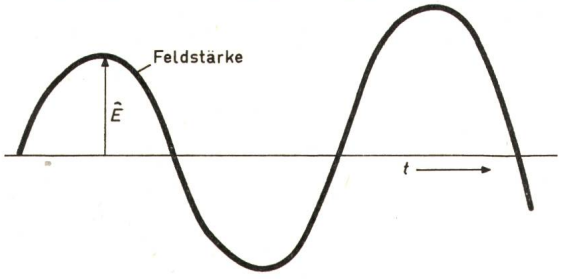

Fig. 1 Zur Erläuterung der Messaufgabe
$\hat{E}$ zu messender Scheitelwert der elektrischen Feldstärke
t Zeit

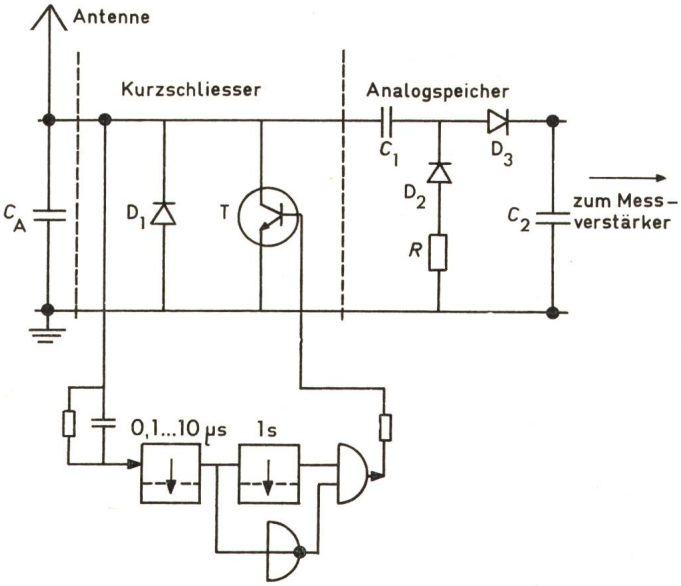

Fig. 2 Speicherschaltung für Feldimpulse
C_A Antennen- und Schaltkapazität (Typ: 50 pF)
C_1 Oberspannungskondensator (Typ: 30 pF)
C_2 Unterspannungskondensator (Typ: 30 nF)
D_1 Kurzschliesserdiode (Silizium)
D_2 Sperrdiode (Steuer-Hauptelektrodenstrecke eines N-Kanal-Feldeffekttransistors)
D_3 Aufladediode (Silizium)
R Entladewiderstand (Typ: 100 kΩ)
T npn-Schalttransistor

3. Erläuterung der Schaltung

Für die weitere Erklärung des Schaltungsverhaltens während des Einlaufens eines elektrischen Feldimpulses kann eine vereinfachte Schaltung nach Fig. 3 ohne die Elemente R und D_2 der Fig. 2 herangezogen werden, da die Entladung von C_1 über D_2 und R nur für die langfristige Messwertspeicherung auf C_2 von Bedeutung ist, wie in [2] ausgeführt wurde.

Der nachfolgenden, in ein Beispiel gekleideten quantitativen Betrachtung wird folgende Dimensionierung der Schaltungselemente zugrunde gelegt: Antennenkapazität $C_A = 50$ pF (beinhaltet auch Schaltkapazitäten), Kapazität des Oberspannungskondensators $C_1 = 30$ pF und Kapazität des Unterspannungskondensators $C_2 = 30$ nF.

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

Es sei nun angenommen, dass an der unbelasteten, also von dem Kurzschliesser und dem Analogspeicher getrennten Antenne mit der Kapazität C_A eine der elektrischen Feldstärke proportionale Spannung u_A gemäss Fig. 4a auftritt, die in 40 ns ihren Scheitelwert von 100 V erreicht, nach 200 ns durch Null geht und sich dann in einer Schwingung fortsetzt. Registriert werden soll der dem ersten positiven Feldimpuls proportionale Scheitelwert der Spannung u_A von 100 V, unbeeinflusst von den nachfolgenden positiven und negativen Amplituden.

Der infolge der Feldstärkeänderung über die Antenne in die Schaltung einfliessende Gesamtstrom i_A (Fig. 4b) errechnet sich nach der Beziehung: $i_A = C_A\,(du_A/dt)$. Dieser Strom ist als eingeprägter Strom für die Schaltung der Fig. 3 anzunehmen. Nunmehr können die Teilströme i_1, i_2, i_3 und i_4, welche die einzelnen Schaltungselemente der Fig. 3 durchfliessen, bestimmt und ihr zeitlicher Verlauf in Fig. 4c...4f dargestellt werden.

Bei *belasteter* Antenne wird die Antennenkapazität C_A vom Strom i_1 durchflossen. Während der ersten 40 ns ist dieser Strom

$$i_1 = i_A \frac{C_A}{C_A + C_1} = 125 \text{ mA}$$

da $C_2 \gg C_1$ ist. Bei anschliessendem abnehmendem u_A fliesst zunächst der gesamte negative Strom von 31,3 mA durch C_A, da die Diode D_3 einen negativen Strom über C_1 nicht zulässt. Da hierdurch C_A nach 140 ns völlig entladen ist (vgl. den Spannungsverlauf an C_A, $u_{CA} = \frac{1}{C_A}\int_0^{140\,ns} i_1 \cdot dt$ in Fig. 4g), übernimmt nun die Diode D_1 den weiteren negativen Strom. Dieser Strom i_2 ist bis zu 400 ns identisch mit dem Gesamtstrom i_A.

Es sei nun angenommen, dass zwischen 140 und 400 ns der Schalttransistor T angesteuert wurde, so dass er jetzt den gesamten positiven Strom bei positivem du_A/dt übernehmen kann; für i_3 ergibt sich somit ein Strom von 62,5 mA (Fig. 4e). Nach dem Schalten von T ist nunmehr der Eingang des Analogspeichers durch die antiparallelen Diodenstrecken von D_1 und T kurzgeschlossen, und beliebige Ströme über die Antenne entsprechend beliebigen Feldstärkeänderungen sind für den Analogspeicher unwirksam.

Der vornehmlich interessierende Strom i_4, der über die Diode D_3 und den Oberspannungskondensator C_1 in den speichernden Unterspannungskondensator C_2 fliesst, errechnet

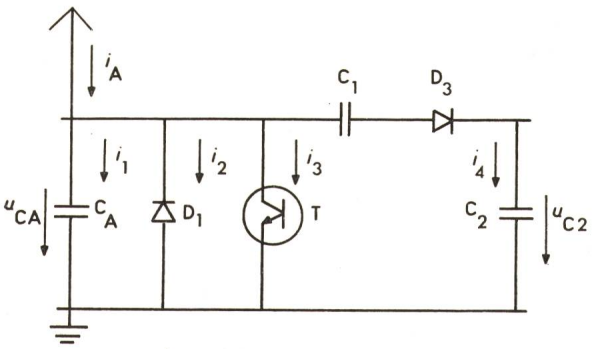

Fig. 3 Zur Erläuterung der Schaltungsfunktion

i_A Antennenstrom infolge elektrischer Feldänderungen
$i_1 ... i_4$ Teilströme
u_{CA} Spannung an C_A
u_{C2} Spannung an C_2
Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 2

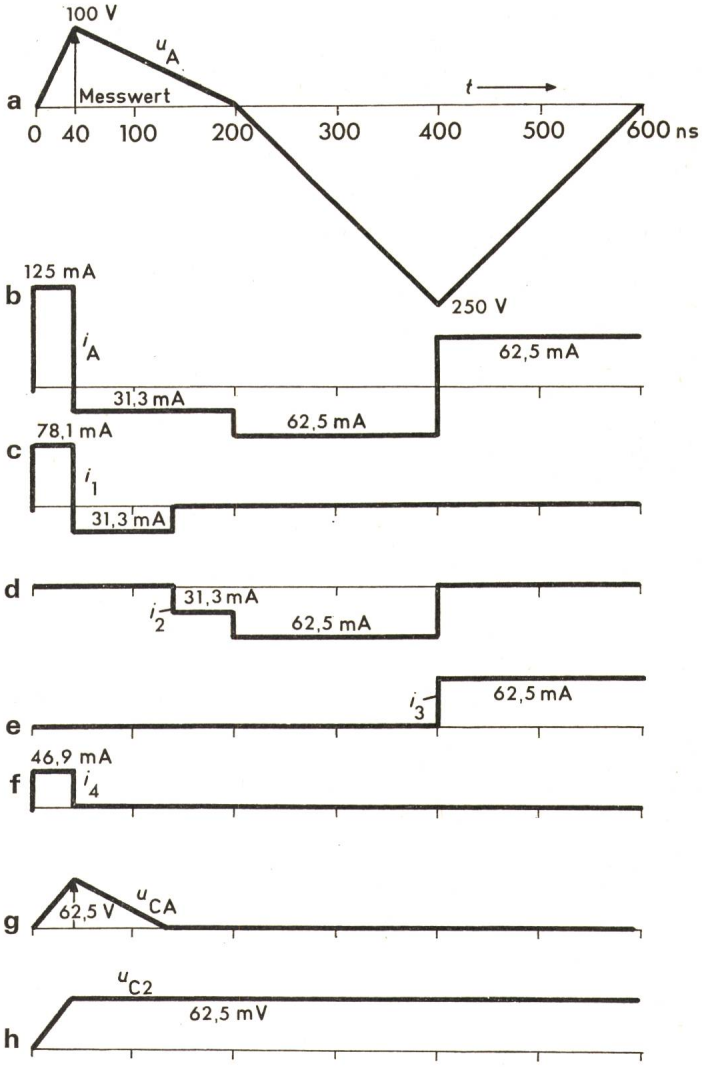

Fig. 4 Zeitlicher Strom- und Spannungsverlauf in der Schaltung von Fig. 3

a Feldproportionale Spannung an der unbelasteten
b Antenne u_A
c...f zeitlicher Verlauf der Teilströme $i_1 ... i_4$
g Spannungsverlauf an C_A
h Spannungsverlauf an C_2
Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 2 und 3

sich während der ersten 40 ns, also bis zum Erreichen des ersten Scheitelwertes von u_A, zu

$$i_4 = i_A \frac{C_1}{C_A + C_1} = 46{,}9 \text{ mA}$$

(Fig. 4f)

Damit lädt sich C_2 gemäss der Beziehung

$$u_{C2} = \frac{1}{C_2}\int_0^{40\,ns} i_4 \cdot dt \quad \text{(Fig. 4h)}$$

auf 62,5 mV auf. Da anschliessend i_4 gleich Null bleibt, wird dieser Spannungswert von 62,5 mV als Proportionalgrösse des ersten Scheitelwertes des Feldes auf C_2 abgespeichert und kann nun mit einem an C_2 angeschlossenen Elektrometer mit einem ausreichend hochohmigen Feldeffekttransistoreingang analog oder digital angezeigt werden.

Mit diesem Beispiel sollte veranschaulicht werden, dass mit der vorliegenden Schaltung der erste positive Scheitelwert eines

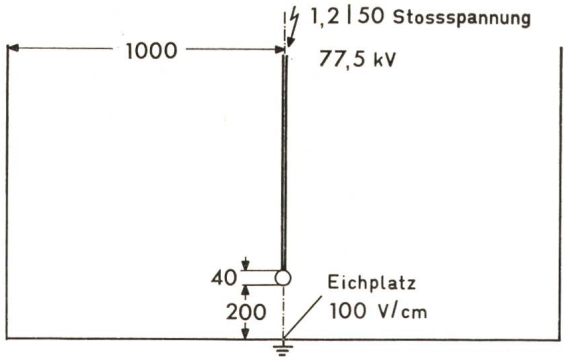

Fig. 5 Eichanordnung

Feldimpulses als analoge Grösse gespeichert werden kann, wenn der Schalttransistor T zweckmässig in der Zeit zwischen dem ersten Nulldurchgang des Feldes und seinem ersten negativen Maximum (im Beispiel der Fig. 4 zwischen 200 und 400 ns) mit Hilfe der Logik durchgeschaltet wird.

Anstelle des npn-Transistors kann in vielen Fällen auch ein Thyristor eingesetzt werden. Seine Vorteile liegen in einer wesentlich höheren Hauptelektroden-Durchbruchspannung (einige 100 V) gegenüber der Kollektor-Emitter-Sperrspannung des Transistors (max. ca. 100 V) und in einer höheren und steuerstromunabhängigen Strombelastbarkeit. Nachteilig ist, dass der Thyristor wegen der typischen Ansprech- und Durchzündverzugszeiten den Analogspeichereingang frühestens ca. 2 µs nach der Ansteuerung durch die Logik kurzschliessen kann.

Mit dem abgehandelten Schaltungsprinzip lassen sich auch *negative* Feldstärkewerte erfassen. Hierzu sind die Dioden D_1, D_2 und D_3 umzupolen, anstelle des npn-Schalttransistors T ist ein pnp-Schalttransistor einzusetzen, der durch eine mit negativen Spannungssignalen arbeitende Halbleiterlogik angesteuert wird.

4. Eichung des Feldmessgerätes

Da ein nach der aufgezeigten Meßschaltung aufgebautes Messgerät auch zur *Spannungs*messung unipolarer oder schwingender Impulse eingesetzt werden kann, ist es sinnvoll, zunächst eine positive Stoßspannung von beispielsweise 100 V der Form 1,2 | 50 auf den Eingang des Messgerätes zu geben und die Oberspannungskapazität C_1 (Fig. 2), die zweckmässig als Lufttrimmer ausgeführt ist, so einzustellen, dass sich am Ausgang des Analogspeichers z. B. ein Wert von 100 mV ergibt.

Die elektrische Feldeichung des Messgerätes erfolgt zweckmässig im Hochspannungslaboratorium mit einer Elektrodenanordnung, die am Eichplatz ein weitgehend homogenes Feld liefert, wobei der Elektrodenabstand sehr viel grösser als die räumliche Ausdehnung des Messgerätes sein soll. Fig. 5 zeigt eine derartige Anordnung, die mit Hilfe eines Digitalrechenprogramms für rotationssymmetrische Elektrodenanordnungen [3] berechnet wurde. Der Hüllenzylinder von 10 m Radius berücksichtigt die geerdeten Wände des Laboratoriums. Wird an die Hochspannungselektrode, eine 40-cm-Kugel mit Zuleitung, eine Stoßspannung von 77,5 kV gelegt, ist das Feld am Eichplatz 100 V/cm.

Der gewünschte Feldstärkemessbereich lässt sich durch geeignete Antennengestaltung (z. B. Horizontal-Stabantenne von einigen zehn cm Länge) erreichen. Eine Messbereichserweiterung ist mit einer Vergrösserung der Kapazität C_A (Fig. 2) durch Zuschalten einer konzentrierten Kapazität parallel zum Eingang möglich.

5. Ausgeführtes Messgerät

Fig. 6 zeigt ein Messgerät, das nach dem im Abschnitt 2 erläuterten Prinzip aufgebaut wurde. Die Antennenkapazität C_A wird hier im wesentlichen durch einen Horizontalstab und eine Platte gebildet. Dieses batteriebetriebene und damit potentialfreie Gerät wurde im Hochspannungslaboratorium erprobt und wird derzeit zur Messung von elektrischen Feldimpulsen eingesetzt, die bei simulierten Nuklearexplosionen mit Hilfe von Hochspannungs-Impulsgeneratoren entstehen.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass die in den vorangegangenen Abschnitten beschriebene Meßschaltung auch dazu dienen kann, bei transienten magnetischen Feldern mit schwingendem Verlauf die erste maximale Feldänderung zu erfassen, wenn an Stelle der Stabantenne eine Induktionsschleife eingesetzt wird. Fig. 7 zeigt ein derartiges potentialfreies Messgerät. Hiermit können beispielsweise die in der Umgebung von Blitzableitungen induzierten Spannungen pro

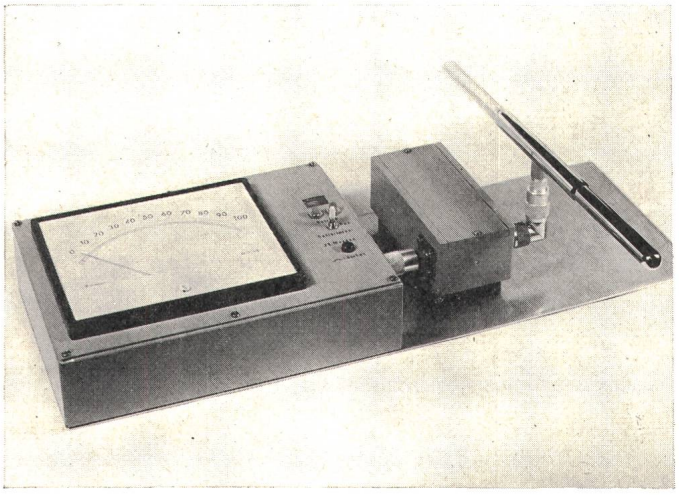

Fig. 6 Messgerät für transiente elektrische Felder
links: Messverstärker mit Analoganzeige
mitte: Speicherschaltung
rechts: Horizontalstab-Antenne

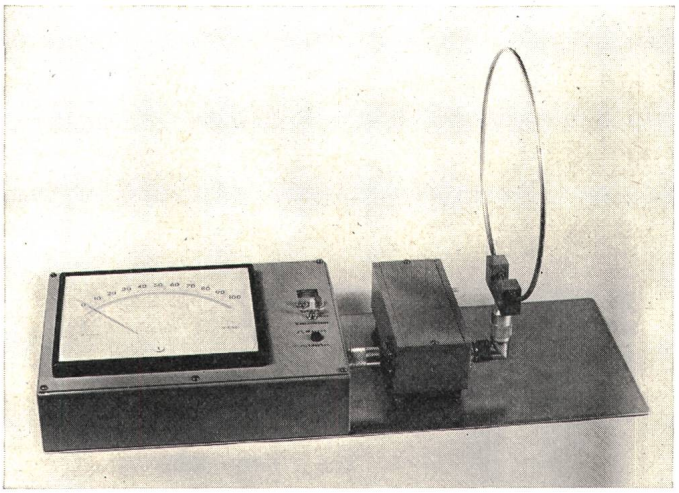

Fig. 7 Messgerät für transiente magnetische Feldänderungen
links: Messverstärker mit Analoganzeige
mitte: Speicherschaltung
rechts: Induktionsschleife

m² Schleifenfläche ermittelt werden, wenn die Ableitungen von natürlichen oder im Stoßstromlaboratorium erzeugten Blitzströmen durchflossen werden. Die Kenntnis dieser den Blitzstromsteilheiten proportionalen Spannungen ist für die Blitzschutztechnik von fundamentaler Bedeutung [4].

—

Die beschriebene Meßschaltung wurde am Institut für Hochspannungs- und Anlagentechnik der TU München mit finanzieller Unterstützung durch die Impulsphysik GmbH entwickelt. Der Verfasser dankt Dipl.-Ing. *R. Rompel* und Dipl.-Ing. *P. Eschenbacher*, die im Rahmen ihrer Diplomarbeiten an dem Projekt mitgewirkt haben.

Literatur

[1] *F. Früngel* und *D. Ebeling:* EMP — Elektromagnetischer Impuls bei einer Nuklearexplosion. Zivilverteidigung -(1971)6, S. 44...47.
[2] *J. Wiesinger:* Eine neue Speicherschaltung zur Messung von Spannungsimpulsen. Bull. SEV 59(1968)7, S. 303...308.
[3] *H. Steinbigler:* Anfangsfeldstärken und Ausnutzungsfaktoren rotationssymmetrischer Elektrodenanordnungen in Luft. Dissertation der Technischen Hochschule München, 1969.
[4] *J. Wiesinger:* Blitzforschung und Blitzschutz. Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte 40(1972)1/2, S. 1...76.

Adresse des Autors:

Priv.-Doz. Dr.-Ing. *Johannes Wiesinger*, Wissenschaftlicher Rat am Institut für Hochspannungs- und Anlagentechnik der Technischen Universität München, Arcisstrasse 21, D-8000 München 2.

Bericht über die 12. Internationale Blitzschutz-Konferenz

Vom 1. bis 5. Oktober 1973 wurde in Portoroš (Jugoslawien) die 12. Internationale Blitzschutz-Konferenz abgehalten. Wie die vorhergehenden Konferenzen (Budapest 1969, München 1971) war auch diese Konferenz dem Austausch von Erkenntnissen über die Eigenschaften des Blitzes als den Grundlagen des Blitzschutzes und sodann den Möglichkeiten des Blitzschutzes sowie der Aussprache über die praktischen Erfahrungen mit verschiedenen Arten des Schutzes gewidmet.

Die Organisation wurde vom jugoslawischen Komitee für Geoelektrizität und Blitzschutz in Maribor übernommen (Vorsitz Dr. Z. Krulć, Sekretär A. Šušek). Diesem Komitee oblag auch die Vervielfältigung der 59 eingegangenen Berichte aus 9 Ländern und, vorgängig der Konferenz, ihre Verteilung an die Teilnehmer. 50 dieser Berichte waren in einer der beiden offiziellen Konferenzsprachen (Deutsch und Französisch), 8 ausschliesslich in einer jugoslawischen, und 1 Bericht in englischer Sprache abgefasst.

Nachdem zunächst rund 120 Teilnehmer aus dem Ausland und 130 Jugoslawen zur Konferenz angemeldet waren, stieg die jugoslawische Beteiligung auf über 200, so dass aus der bisherigen «Blitzschutz-Familie» ein «Blitzschutz-Volk» wurde, wie das Dr. Krulć anlässlich eines gemeinsamen Abendessens ausdrückte.

Die Diskussionen der Konferenz fanden im sog. «Auditorij» in Portoroš statt, einem im Frühjahr 1973 fertiggestellten Versammlungsbau mit 3 Sitzungsräumen, von denen der grösste über 400 Sitzplätze aufweist und mit Projektionseinrichtung, Verstärkeranlage und Übersetzerkabinen ausgerüstet ist. Im Gebäude findet sich auch eine geräumige Empfangshalle und eine öffentliche Bibliothek mit dem Bureau der jugoslawischen Verkehrszentrale. Ein grosses Freiluft-Amphitheater unmittelbar neben dem Auditorium in einer vom Hauptverkehr verschonten Lage ergänzt die moderne Anlage. 4 Übersetzer besorgten die simultane Übersetzung der Diskussionsbeiträge in Deutsch, Französisch und Kroatisch. Die Berichte, die nur in einer jugoslawischen Sprache vorlagen, konnten nicht international diskutiert werden; mit Hilfe der Simultanübersetzung war aber wenigstens die Beantwortung von Fragen aus dem jugoslawischen Kreis möglich.

Die Diskussion der Berichte erfolgte in 5 Gruppen nach einem Schema wie in den Vorjahren:

1. Gruppe: Gewitter- und Blitzforschung
2. Gruppe: Theoretische Blitzschutzprobleme
3. Gruppe: Praktische Blitzschutzprobleme und -erfahrungen
4. Gruppe: Richtlinien und Normen für den Blitzschutz
5. Gruppe: Spezielle Blitzschutzprobleme

Die Anzahl der ihrem Inhalt nach den obigen Gruppen zuzuteilenden Berichten war für die einzelnen Gruppen sehr verschieden. Die Zuteilung konnte daher nur teilweise nach obigem Schema geschehen. Während sich z. B. sehr viele Berichte mit theoretischen oder mathematischen Betrachtungen befassten, die der Gruppe 2 zugeteilt wurden, betrifft eigentlich nur ein einziger Bericht Erfahrungen über Blitzschutzmassnahmen (Bericht 3.7), wenn von einer geschichtlichen Betrachtung abgesehen wird. Die übrigen, der Gruppe 3 zugeteilten Berichte enthalten die Vorschläge und Berechnungen über die zulässigen Abstände fremder Metallteile vom Blitzableiter bei Mehrfachableitungen, über die Ausführung armierter Betonbauten, den Potentialausgleich usw.

In Gruppe 4 fanden sich ausschliesslich Betrachtungen und Vorschläge über Blitzschutznormen, in einem Fall auch vergleichende Schadenziffern an Gebäuden mit und ohne Blitzschutz (Bericht 4.7). Von deutscher Seite lag eine ausführliche Arbeit über die zahlenmässige Erfassung der Blitzgefährdung von Gebäuden mit Hilfe sog. Gefährdungsziffern vor, die den Behörden als Grundlage dienen sollen, zu entscheiden, ob ein gegebenes Objekt einen Blitzschutz benötigt oder nicht.

In Gruppe 5 kamen besondere Blitzschutzfälle zur Sprache: Explosionsgefährdete Räume und Ölraffinerien sowie Atomkraftwerke. Ein weiterer Bericht betrifft einen ungeklärten Unfall durch Blitzschlag.

In der nachstehenden Zusammenfassung der Diskussionen werden aus Platzgründen nur die dem Berichterstatter wesentlich scheinenden Berichte und Diskussionspunkte erwähnt.

Zusammenfassung der Diskussionen

In der *Gruppe 1 über Blitzforschung* lagen zunächst 4 wesentliche Berichte über direkte Blitzmessungen vor, nämlich einmal ein gekürzter Auszug aus dem Bulletin des SEV über die Resultate der Blitzmessungen der Jahre 1963...1971 am Monte San Salvatore bei Lugano (Schweiz), dann 2 Berichte über die Einrichtung und die ersten seit 1971 gewonnenen Resultate der italienischen Blitzforschung bei Foligno und am Monte Orsa (10 km vom Monte San Salvatore), und schliesslich ein Bericht über die ersten Resultate der 1968 begonnenen Blitzmessungen am 537 m hohen Fernsehturm (Ostankino-Turm) in Moskau. Ein Bericht über Blitzstrommessungen mit Stahlstäbchen am Nanos-Berg in der Nähe von Postojna lag leider nur in einer jugoslawischen Sprache vor (Bericht 2.8); es wurden dort positive Blitzströme bis 225 kA gemessen.

Über die *künstliche Auslösung von Blitzen* lag erstmals ein Bericht vor. Seit 1966 werden in den USA Blitze mittels Raketen ausgelöst, die einen 0,2 mm starken Stahldraht 300...400 m hoch gegen die Gewitterwolke hinauf tragen. Man hofft, den künstlich ausgelösten Blitz als Stromquelle für die Prüfung grosser Objekte, Flugzeuge usw. benützen zu können. Fraglich ist, ob dieser künstlich ausgelöste Blitz dieselben Eigenschaften hat wie der natürliche. Beim ersten Teilblitz ist kaum eine Übereinstimmung zu erwarten, dagegen vielleicht bei den Folgeblitzen. Vorgeschlagen wurde, durch genügende Höhe der «Abschuss-Kanone» über dem Erdboden und isolierte Aufstellung zu versuchen, die Ausbildung der untersten Strecke des Blitzkanals (Fangentladung?) dem Blitz selber zu überlassen. In der Diskussion wurden auch einige Farbdias über französische Versuche der Blitzauslösung mittels Raketen gezeigt.

Von ungarischer Seite lag eine *theoretische Studie* vor, die den Einfluss der Höhe des Blitzmessturms und den Einfluss der Wolkenhöhe auf die Messresultate kritisch darlegt. Vor allem wird darin ein starker Einfluss auf das Verhältnis der positiven zu den negativen Blitzen berechnet, weniger auch auf die Häufigkeitskurve verschieden hoher Blitzströme. Der alte Wunsch nach Blitzmessungen in der Ebene kam erneut zum Ausdruck, ohne dass dafür ein Rezept gefunden wurde, wenn vom italienischen Bericht vom Monte Orsa ab-