

# Einfluss der Frontdauer der Stoßspannung auf das Ansprechverhalten von Funkenstrecken

Autor(en): **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): **57 (1966)**

Heft 6

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-916580>

## **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.

- a) Energieverbrauch;
- b) Lampenersatz;
- c) Reinigung;
- d) Periodische Revision der Anlage (z. B. alle 4...6 Jahre);
- e) Unterhaltsarbeiten bedingt durch Witterungseinflüsse usw.;
- f) Ersatz von Anlageteilen oder deren Erweiterung.

Da grössere Leistungen für die Beleuchtung nur in den Spitzenzeiten beansprucht werden, dürfte, trotz maximaler Beleuchtung während dieser Zeit, der Energieverbrauch in vernünftigen Grenzen bleiben.

So wie erfreulicherweise einzelne Kantone Beleuchtungen von Hauptstrassen subventionieren, um den Gemeinden die Installation einer guten Strassenbeleuchtung zu ermöglichen, sollte der Bund in ähnlicher Art und Weise die Installationen von Beleuchtungsanlagen der Nationalstrassen zu einem möglichst frühen Zeitpunkt ermöglichen.

### 13. Unterhalt

Der Unterhalt eines Kilometers der Autobahnbeleuchtung setzt sich wie folgt zusammen:

Lampenersatz jedes zweite Jahr (Lampen der halb- und ganznächtigen Beleuchtung werden nach einem Jahr vertauscht, so dass man mit einer Lampe ca. 6000 Brennstunden erreichen kann);

- Arbeitszeit für Ersatz und Reinigung;
- Amortisation der Montage-Fahrzeuge;
- Reinigungs- und Kleinmaterial;
- Amortisation der Leuchten, Steigleitungen und Schaltstellen auf 10 Jahre;
- Amortisation der Kabel und Kandelaber auf 40 Jahre;
- Kapitalzinsen;

Zwischenkontrollen und Lampenersatz nebst der periodischen Auswechslung;  
Verwaltungskosten;  
Unvorhergesehenes (ca. 15 %/o).

Werden diese Kosten zusammengestellt, erreicht die errechnete Summe einen Betrag von etwa Fr. 25 000.— pro km und pro Jahr.

Mit diesem Betrag ist auszukommen, sofern abgedeckte Leuchten verwendet werden und wenn die Fahrzeuge für den Unterhalt der übrigen Strassenbeleuchtungen voll verwendet werden können. Sofern eine besondere Gruppe, die nur Autobahnbeleuchtungen betreut, den Unterhalt ausführen muss, reicht der genannte Betrag nicht aus.

### 14. Schlusswort

Die hier festgehaltenen Gedanken sollen selbstverständlich nicht als alleiniges Rezept aufgefasst werden. Wenn andere Voraussetzungen vorliegen als in Basel, müssen auch andere Schlussfolgerungen gezogen werden. Zudem kann die Planung mehr oder weniger grosszügig ausgeführt werden.

Wenn sich in einem regen Meinungs-austausch, namentlich was die Autobahnbeleuchtung betrifft, der einzuschlagende Weg etwas besser abzeichnet als es bis jetzt der Fall war, ist der Zweck dieser Zeilen erreicht.

#### Adresse des Autors:

H. Gloor, Chef der öffentlichen Beleuchtung des Elektrizitätswerkes Basel, Postfach, 4000 Basel 8.

## Einfluss der Frontdauer der Stoßspannung auf das Ansprechverhalten von Funkenstrecken

Von J. Wiesinger, München

### 1. Einführung

Bei Einschlägen multipler Blitze in Freileitungen muss mit Spannungssteilheiten von mehreren 10 MV/μs gerechnet werden. Es ist daher notwendig zu wissen, wie sich Schutzfunkenstrecken, Lichtbogenarmaturen, Isolatoren usw. bei der Beanspruchung durch Spannungsstöße sehr kurzer Frontdauern verhalten. Da die Erzeugung und Messung dieser Steilwellen schwierig ist, liegen bis heute nur wenige experimentelle Ergebnisse vor.

In dieser Arbeit wird das Ansprechverhalten verschiedener prinzipieller Funkenstreckenordnungen bei Stossspannungen mit Frontdauern im Nanosekundenbereich dem Ansprechverhalten bei Frontdauern im Mikrosekundenbereich gegenübergestellt. Auf Grund der experimentellen Ergebnisse wird untersucht, ob sich die Stosskennlinien sehr steiler Wellen aus den Stosskennlinien der Normstosswellen (z. B. 1,2| 50-μs-Welle) berechnen lassen.

### 2. Der Steilwellengenerator

Fig. 1 zeigt die Schaltung des Stoßspannungsgenerators, mit dem das Ansprechverhalten von Funkenstrecken bei der Beanspruchung durch Stosswellen mit verschiedenen Frontdauern untersucht wurde. Der Generator besteht aus einem üblichen Stosskreis und einem besonders gestalteten Nachkreis.

Vor der Entladung des Generators ist die Stosskapazität  $C_s$  aufgeladen; die maximale Ladespannung beträgt 140 kV. Durch eine elektronische Auslösevorrichtung wird die Zünd-

funkenstrecke  $F_1$  gezündet. Damit erscheint an der Belastungskapazität  $C_b$  eine exponentiell ansteigende Spannung; die Zeitkonstante wird im wesentlichen bestimmt durch  $C_b$  und den Dämpfungswiderstand  $R_{d1}$ . Wenn die Spannung an  $C_b$  ihren Maximalwert erreicht hat, zündet die Funkenstrecke  $F_2$  im Nachkreis, deren Schlagweite entsprechend dem Maximalwert der Spannung eingestellt ist. Damit wird an den Prüfling eine sehr schnell ansteigende Spannung gelegt. Die Frontdauer  $T_s$  dieser Stoßspannung wird im wesentlichen bestimmt durch die Durchzündzeit von  $F_2$ . Ist  $F_2$  eine Vielfachplattenfunkenstrecke (Fig. 2), ergibt sich  $T_s$  zu ca. 5 ns (Fig. 3); ist  $F_2$  eine Kugelfunkenstrecke, so ist  $T_s$  ca. 60 ns. Die Rückenhalbwertzeit  $T_r$  der Stoßspannung wird im wesentlichen bestimmt durch

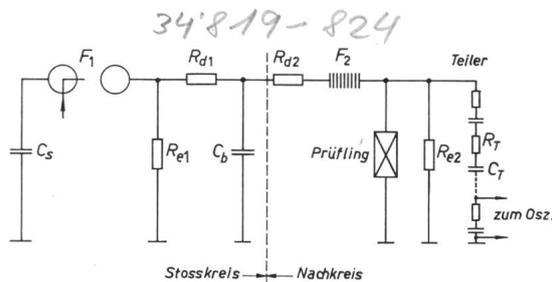


Fig. 1

#### Steilwellengenerator

$C_s = 30$  nF;  $C_b = 3$  nF;  $R_{d1} = 100...400$  Ω;  $R_{d2} = 60$  Ω;  
 $R_{e1} = 50$  kΩ;  $R_{e2} = 45$  kΩ;  $R_r = 1500$  Ω;  $C_r = 100$  pF  
 $F_1$  Zündfunkenstrecke;  $F_2$  Vielfachplattenfunkenstrecke oder Kugelfunkenstrecke;  $C_b$  Belastungskapazität;  $C_s$  Stosskapazität;  
 $R_d$  Dämpfungswiderstand;  $R_e$  Entladewiderstand

$C_s$  und  $C_b$  und die Entladewiderstände  $R_{e1}$  und  $R_{e2}$ . Bei der Dimensionierung nach Fig. 1 ergibt sich  $T_r$  zu 550  $\mu$ s.

Wenn die Funkenstrecke  $F_2$  durch einen Kurzschliesser überbrückt wird, erscheint am Prüfling etwa die oben beschriebene, an  $C_b$  exponentiell ansteigende Spannung. Die Frontdauer dieser Stoßspannung kann durch Veränderung von  $R_{d1}$  variiert werden. Ist  $R_{d1} = 100 \dots 400 \Omega$ , ergibt sich  $T_s$  zu ca. 0,7...3  $\mu$ s.

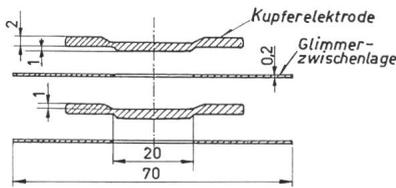


Fig. 2  
Vielfachplattenfunkenstrecke

Mit dem Generator kann also ein weiter Bereich der Frontdauer bei praktisch unveränderter Rückenhalbwertszeit überstrichen und somit der Einfluss der Frontdauer auf das Ansprechverhalten von Funkenstrecken untersucht werden.

Die Messanordnung besteht aus einem gedämpften kapazitiven Teiler [1]<sup>1)</sup> und einem Hochleistungszillographen. Die Bandbreite der Messanordnung einschliesslich der Hochspannungszuleitung beträgt 60 MHz.

### 3. Interpretation der Messergebnisse

Es wurden Stab-, Stab-Platte-, Stab-Kugel- und Kugelfunkenstrecken bei Schlagweiten von 3...10 cm untersucht.

Die Messungen haben eindeutig gezeigt, dass ausser bei der Kugelfunkenstrecke, die eine weitgehend homogene Feldverteilung über die Schlagweite aufweist, die Stosshaltespannung von der Frontdauer der Stoßspannung abhängt. In Fig. 4 sind die absoluten Stosshaltespannungen  $U_{H abs}$  verschiedener Elektrodenanordnungen bei der Beanspruchung mit der 0,005 | 550- $\mu$ s-Welle und der 2,7 | 550- $\mu$ s-Welle aufgetragen. Die Unterschiede in den Haltespannungen beider Wellenformen hängen stark von der Elektrodenform und der Polarität der Stoßspannung ab.

Den Einfluss der Frontdauer einer Stosswelle mit  $T_r = 550 \mu$ s auf die absolute Stosshaltespannung einer Funkenstrecke Stab—geerdete Kugel bei negativer Polarität der Stoßspannung (Schlagweite = 5 cm, Kugeldurchmesser = 10 cm) zeigt Fig. 5. Die aus dieser Figur ersichtliche Tendenz gilt ganz allgemein für Funkenstrecken mit inhomogener Feldverteilung: Je kürzer die Frontdauer einer Stosswelle mit relativ grosser Rückenhalbwertszeit ist, desto niedriger ist die Haltespannung.

Interessant ist, dass bei Wellen mit Frontdauern von einigen ns bis zu einigen 10 ns Ansprechverzögerungen über 5  $\mu$ s praktisch

nicht auftreten. Bei Wellen mit Frontdauern in der Grössenordnung von  $\mu$ s waren jedoch Ansprechverzögerungen über 100  $\mu$ s keine Seltenheit.

Es muss angenommen werden, dass für den Einfluss der Frontdauer der Stoßspannung auf die Stosshaltespannung Raumladerscheinungen verantwortlich sind. Dies soll am Beispiel einer Funkenstrecke Spitze—geerdete Platte bei negativer Polarität der Stoßspannung aufgezeigt werden.

Steigt die Stoßspannung an dieser Elektrodenanordnung relativ langsam (Grössenordnung  $\mu$ s) auf einen Endwert  $U_e$ , bilden sich ab einer bestimmten Spannungshöhe in unmittelbarer Nähe der negativen Spitze Elektronenlawinen, die in Richtung zur positiven Platte wandern und in ihrem Rücken positive Ionen zurücklassen. Die Spitze wird also durch Raumladerungen abgeschirmt. Wenn  $U_e$  erreicht ist, ist für die weitere Ionisierung im Gebiet zwischen den Elektroden nicht

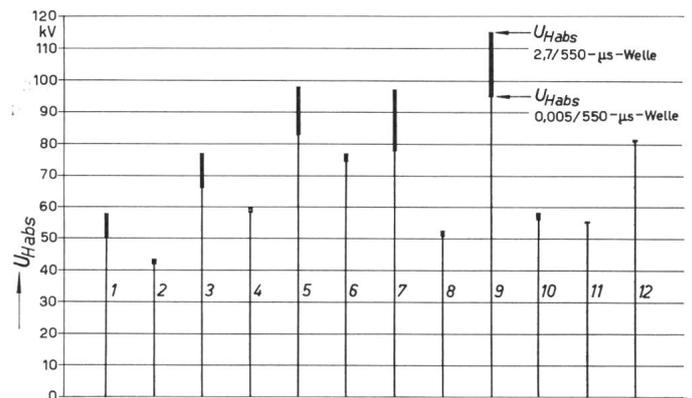


Fig. 4  
Haltespannungen verschiedener Elektrodenanordnungen  
 $U_{H abs}$  absolute Stosshaltespannung

Elektrodenanordnung	Schlagweite cm	Polarität der Stoßspannung
1 Stab—geerdeter Stab	4	negativ
2 Stab—geerdeter Stab	4	positiv
3 Stab—geerdeter Stab	7	negativ
4 Stab—geerdeter Stab	7	positiv
5 Stab—geerdeter Stab	10	negativ
6 Stab—geerdeter Stab	10	positiv
7 Stab—geerdete Platte	5	negativ
8 Stab—geerdete Platte	5	positiv
9 Stab—geerdete Platte	6	negativ
10 Stab—geerdete Platte	6	positiv
11 Kugel—geerdete Kugel	2	positiv, negativ
12 Kugel—geerdete Kugel	3	positiv, negativ

mehr das durch die Spitze gegebene Feld von Bedeutung, sondern das durch die Raumladerung vergleichmässigte Feld.

Wird dagegen eine sehr rasch (Grössenordnung ns) auf den Endwert  $U_e$  ansteigende Spannung an die Elektroden gelegt, ist das durch die Spitze bei  $U_e$  gegebene Feld zunächst voll wirksam, da sich die in Spitzennähe voneinander losgeschlagenen Elektronen und Ionen in den ersten Nanosekunden praktisch nicht voneinander entfernen können. Das Feld in der Nähe der Spitze bei  $U_e$  ist nicht durch Raumladerungen verändert.

Bei dem gleichen Endwert  $U_e$  liegen bei der langsam und der rasch ansteigenden Spannung verschiedene Feldverhältnisse vor; damit wird der Kanalaufbau bei gleicher Feldstärke  $E = U_e/a$  verschieden stark vorangetrieben. Diese am Extrem-

<sup>1)</sup> Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes

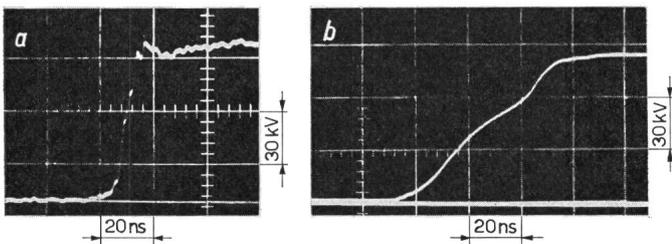


Fig. 3

Front der Stoßspannung beim Einsatz einer Vielfachplattenfunkenstrecke und einer Kugelfunkenstrecke

a Vielfachplattenfunkenstrecke; b Kugelfunkenstrecke (Durchmesser = 10 cm)

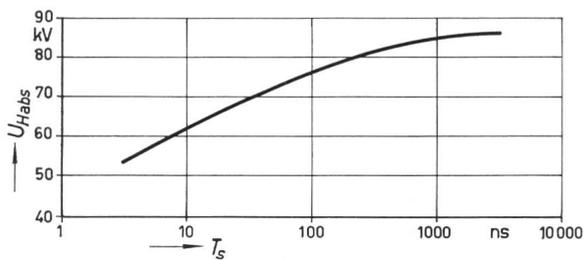


Fig. 5

**Einfluss der Frontdauer auf die Stosshaltespannung einer Funkenstrecke Stab—geerdete Kugel bei negativer Polarität der Stoßspannung**  
 $U_{H abs}$  absolute Stosshaltespannung;  $T_s$  Frontdauer

fall gezeigte Betrachtung gilt prinzipiell für Stosswellen mit stark unterschiedlichen Frontdauern.

#### 4. Folgerungen für die Berechnung von Stosskennlinien

Von mehreren Autoren werden Verfahren zur Umrechnung von Stosskennlinien für Stoßspannungen mit verschiedenem zeitlichen Verlauf angegeben. Es sollen hier einige Verfahren aufgezeigt werden, mit denen versucht wird, aus einer Stosskennlinie für eine bestimmte Wellenform (z. B. 1,2 | 50- $\mu$ s-Welle) eine andere Stosskennlinie für eine bestimmte Wellenform (z. B. 0,5 | 100- $\mu$ s-Welle) zu berechnen.

Ein Teil der Umrechnungsmethoden lässt sich auf einen, erstmals von *Witzke* und *Bliss* angegebenen und von *Jones* [2] erläuterten Ansatz zurückzuführen:

$$\int_{t_1}^{t_2} [U(t) - k]^K dt = \text{konst.} \quad (1)$$

Die Integrationsgrenzen des Integrals der Gl. (1),  $t_1$  und  $t_2$ , und die Konstante  $k$  ergeben sich aus folgender Grenzwertbetrachtung: Die Stosskennlinie einer Welle mit sehr grosser Rückenhalbwertzeit nähert sich für grosse Ansprechverzögerungen  $t_a$  der Haltespannung  $U_H$ ;  $t_a$  ist unendlich, wenn die maximale Amplitude der Stoßspannung unterhalb  $U_H$  liegt. Auf Grund dieser Betrachtung wird die Gl. (1) zu:

$$\int_{t_{U_H}}^{t_a} [U(t) - U_H]^K dt = \text{konst.} \quad (2)$$

Hierbei ist  $t_{U_H}$  die Zeit, zu der die Stoßspannung  $U(t)$  den Wert  $U_H$  erreicht (vergl. Fig. 6).

*Bewley* [3] setzt in seinem Umrechnungsgesetz den Exponenten der Gl. (1),  $K = 2$ . Damit ergibt sich:

$$\int_{t_{U_H}}^{t_a} [U(t) - U_H]^2 dt = \text{konst.} \quad (3)$$

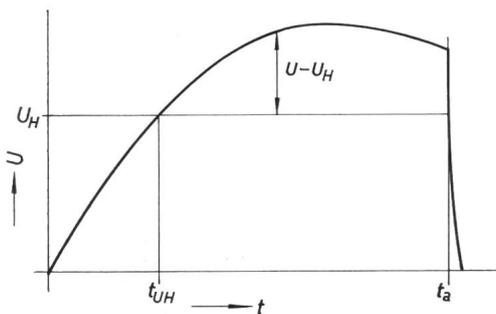


Fig. 6

**Zur Berechnung von Stosskennlinien**

$U$  Stoßspannung;  $U_H$  Stosshaltespannung;  $t$  Zeit;  $t_a$  Ansprechverzug

*Kind* [4] hat gezeigt, dass sich Stosskennlinien von Stosswellen mit Frontdauern in der Grössenordnung von  $\mu$ s durch  $K = 1$  beschreiben lassen:

$$\int_{t_{U_H}}^{t_a} [U(t) - U_H] dt = \text{konst.} \quad (4)$$

Nach den obigen Gesetzen nähern sich die Stosskennlinien für Wellen mit  $T_s/T_r \ll 1$  unabhängig von  $T_s$  der zur Zeitachse parallelen Asymptote, die durch  $U_H$  bestimmt ist. Die im Kapitel 3 aufgezeigten Ergebnisse beweisen aber, dass bei der Beanspruchung von Elektrodenanordnungen mit einer Stosswelle, die der Bedingung  $T_s/T_r \ll 1$  genügt, im allgemeinen  $U_H$  eine Funktion von  $T_s$  ist. Die Bezugsspannung  $U_H$  der Gl. (2...4) ändert sich also wesentlich mit der Frontdauer der Stoßspannung. Hieraus folgt, dass es nicht möglich ist, mit obigen Gesetzen Stosskennlinien von inhomogenen Elektro-

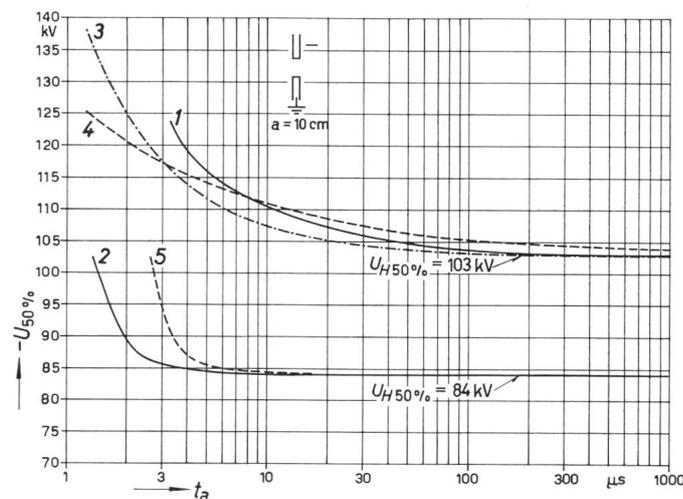


Fig. 7

**Gemessene und berechnete Stosskennlinien einer Stabfunkenstrecke**  
 $a = 10$  cm

- $-U_{50\%}$  50-%-Stossansprechspannung;  $t_a$  Ansprechverzug
- 1 1,5 | 550- $\mu$ s-Welle, gemessen
  - 2 0,005 | 550- $\mu$ s-Welle, gemessen
  - 3 0,005 | 550- $\mu$ s-Welle, nach *Kind* aus der gemessenen 1,5 | 550- $\mu$ s-Welle berechnet
  - 4 0,005 | 550- $\mu$ s-Welle, nach *Bewley* aus der gemessenen 1,5 | 550- $\mu$ s-Welle berechnet
  - 5 1,5 | 550- $\mu$ s-Welle, nach *Singermann* aus der gemessenen 0,005 | 550- $\mu$ s-Welle berechnet

denanordnungen mit stark unterschiedlicher Frontdauer ineinander umzurechnen. Dies wird an einer Gegenüberstellung von gemessenen und berechneten 50-%-Stosskennlinien einer Stabfunkenstrecke in Fig. 7 deutlich.

Die Messergebnisse sprechen auch gegen ein von *Singermann* [5] angegebenes Umrechnungsgesetz, das davon ausgeht, dass die Geschwindigkeit der Entladung bei beliebigem Spannungsverlauf in jedem Augenblick ebenso gross ist wie die mittlere Geschwindigkeit bei einer Rechteckwelle der gleichen Spannung. Die Geschwindigkeit des Kanalaufbaus ist aber nicht nur eine Funktion des Momentanwertes der Spannung zum Zeitpunkt  $t$ , sondern auch von dem Verlauf der Spannung bis zu  $t$ , insbesondere von der Frontdauer der Stoßspannung abhängig (Fig. 7).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass nur das Experiment Aufschluss über das Ansprechverhalten bei sehr steilen Stoßspannungen geben kann. Eine Berechnung der

Stosskennlinien bei sehr unterschiedlicher Frontdauer der Stosswellen ist nach den bis heute bekannten Gesetzen nicht möglich.

### 5. Zusammenfassung

Es wird eine Schaltung angegeben, mit der die Frontdauern von Stosswellen von einigen Nanosekunden bis zu einigen Mikrosekunden verändert werden können. Die mit dieser Schaltung an Stab-, Stab-Platte-, Stab-Kugel- und Kugelfunkstrecken durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass bei inhomogenen Elektrodenanordnungen die Frontdauer der Stoßspannung einen wesentlichen Einfluss auf das Ansprechverhalten hat. Eine Umrechnung der Stosskennlinien von Wellen mit sehr unterschiedlicher Frontdauer ist mit den bis heute bekannten Gesetzen nicht möglich.

### Literatur

- [1] *W. Zaengl*: Das Messen hoher, rasch veränderlicher Stoßspannungen. Diss. TH München 1964.
- [2] *A. R. Jones*: Evaluation of the Integration Method for Analysis of Nonstandard Surge Voltages. Trans. AIEE Power Apparatus and Systems 73(1954)13, S. 984...990.
- [3] *L. V. Bewley*: Traveling Waves on Transmission Systems. Second Edition. New York/London, Wiley, 1951.
- [4] *D. Kind*: Die Aufbaufläche bei Stossbeanspruchung technischer Elektrodenanordnungen in Luft. Diss. TH München 1957.
- [5a] *A. S. Singermann*: Konstruktion von Stosskennlinien der Isolation. Elektrizitätswesen –(1948)6, S. 30...35.
- [5b] *L. I. Sirotnski*: Hochspannungstechnik. Bd. I/Teil 1: Gasentladungen. Berlin VEB Verlag Technik, 1955. S. 136.

#### Adresse des Autors:

*Johannes Wiesinger*, Diplom-Ingenieur, Forschungsassistent am Institut für Hochspannungs- und Anlagentechnik der Technischen Hochschule München, Arcisstrasse 21, D - 8 München 2 (Deutschland).

## Massnahmen zur Vermeidung schädlicher Einflüsse auf die Umgebung beim Betrieb von thermischen Kraftwerken

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 29. Oktober 1965 in Lausanne, von *K. Schäff*, Essen

621.311.22

Beim Bau thermischer Kraftwerke treten in neuerer Zeit zwei Entwicklungstendenzen immer mehr in den Vordergrund, und zwar:

1. Die Entwicklung zu immer grösseren Einheitsleistungen der Maschinen und Kessel;
2. Die Durchführung von Massnahmen zur Vermeidung schädlicher Einflüsse auf die Umgebung.

Die Verdoppelung der Leistung in etwa 10 Jahren verlangt laufend einen starken Ausbau der Kraftwerke mit steigenden Leistungsgrössen und darüber hinaus auch einen Zusammenschluss kleinerer Versorgungsgebiete, um die notwendig werdenden grossen Kraftwerke noch netzgünstig und versorgungssicher unterbringen zu können. Dabei wird in zunehmendem Masse die Standortfrage eine wichtige Rolle spielen.

Die Einwirkung eines thermischen Kraftwerkes auf seine Umgebung tritt in mehrfacher Hinsicht in Erscheinung:

- a) durch Geräusche,
- b) durch Abwässer,
- c) durch Strahlung (soweit es sich um Kernkraftwerke handelt),
- d) durch Luftverunreinigungen.

Alle diese Einflüsse nehmen natürlich mit der Grösse der Kraftwerke zu, und insofern werden sie in Zukunft auch immer stärker hervortreten. Dies wird umso deutlicher, wenn man die Entwicklung über einen längeren Zeitraum betrachtet und auch die Vergangenheit mit in die Betrachtung einbezieht, und zwar bezogen auf Länder ohne ausreichende Wasserkräfte, welche die Zuhilfenahme von thermischer Kraftwerkleistung bereits früher in Anspruch nehmen mussten, als in der Schweiz.

Die elektrische Energie ist so sehr zu einem selbstverständlichen und auch unentbehrlichen Helfer im Leben geworden, dass man sie aus der Wohnung, aus dem Betrieb, insgesamt aus der gewerblichen Wirtschaft, nicht mehr wegdenken kann. Wohl wäre es aber – diese theoretische Überlegung sei einmal gestattet – denkbar, dass jeder einzelne sich seinen Bedarf an elektrischer Energie selbst erzeugt. (Es gibt genügend kleine und auch grössere Motoren, wie

z. B. Benzinmotoren oder Dieselmotoren, um dies durchzuführen.) Dann hätte auch jeder einzelne elektrische Energieverbraucher letzten Endes in seiner Wohnung oder in seinem Betrieb die genannten Beeinflussungen durch Lärm, Abwässer und Rauchgase in Kauf zu nehmen.

Die Entwicklung hat nun gezeigt, dass der Einzelne sich gern der angenehmen Seite der elektrischen Energie, nämlich seiner Nutzenanwendung, bedient, dass er aber von den negativen Auswirkungen einer elektrischen Energieerzeugung befreit sein, und diese Energieerzeugung möglichst weit weg von seinem Standort wissen möchte, ganz abgesehen davon, dass es auch wirtschaftlich vorteilhafter ist, die elektrische Energieerzeugung in Kraftwerken zusammenzufassen.

Die elektrische Energie mit seiner Eigenschaft, in metallischen Leitungen verhältnismässig billig transportiert werden zu können, steht dann ohne alle diese Nebenwirkungen der Luft- und Wasserverunreinigungen am Verbrauchsort zur Verfügung.

Diese Entwicklung aus der Vergangenheit braucht man jetzt nur folgerichtig fortzusetzen, und man kann dann immer grössere Gebiete von aussen her mit elektrischer Energie versorgen, um sie von allen Fragen der Luft- und Wasser- sowie Lärmbeeinflussung zu befreien. Dies ist die beste Art der Verminderung schädlicher Einflüsse. Die erforderliche Versorgungssicherheit kann technisch gewährleistet werden. Das gilt insbesondere für Erholungsgebiete, aber ebenso für kleinere oder grössere Städte, und gilt schliesslich auch für ganze Länder, wenn man die zukünftige Entwicklung einer europäischen Gesamtwirtschaft, an deren Anfang wir jetzt stehen, mit einbezieht. Diese Entwicklung ist dann gar nicht so abwegig, wenn man auf der Grundlage vorhandener Wasserkraftanlagen aufbauen kann. Es ist eine Frage sekundärer Bedeutung, von der Zufuhr der Primärenergie oder Sekundärenergie «Strom»-abhängig zu sein.

Will man einen solchen Weg einer möglichst grossen elektrischen Energiebezugsmenge von aussen her nicht gehen, so entsteht aus Gründen der Luft- und Wasserreinhaltung — wie schon erwähnt — das Problem des zweckmässigsten Stand-