

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 57 (1966)

Heft: 6

Artikel: Einfluss der Frontdauer der Stoßspannung auf das Ansprechverhalten von Funkenstrecken

Autor: Wiesinger, J.

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

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: 06.01.2026

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

- 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 Brenn Stunden 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 %).

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 Meinungsaustausch, 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

621.319.51.015.33

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 Funkenstreckenanordnungen 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

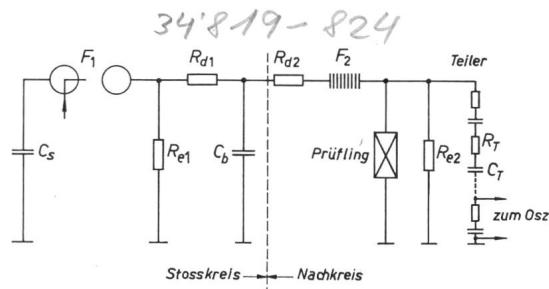


Fig. 1
Steilwellengenerator

$C_s = 30 \text{ nF}$; $C_b = 3 \text{ nF}$; $R_{d1} = 100 \dots 400 \Omega$; $R_{d2} = 60 \Omega$;
 $R_{e1} = 50 \text{ k}\Omega$; $R_{e2} = 45 \text{ k}\Omega$; $R_T = 1500 \Omega$; $C_T = 100 \text{ pF}$
 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 μ 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 μ s.

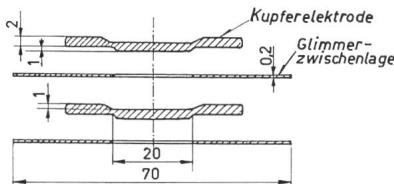


Fig. 2
Vielfachplattenfunkenstrecke

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

Die Messanordnung besteht aus einem gedämpften kapazitiven Teiler [1]) und einem Hochleistungsoszillographen. Die Bandbreite der Messanordnung einschließlich der Hochspannungszuleitung beträgt 60 MHz.

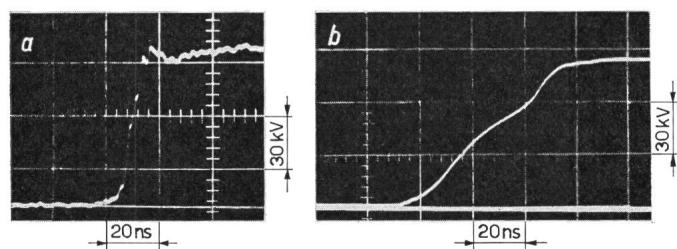
3. Interpretation der Messergebnisse

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_{Habs} verschiedener Elektrodenanordnungen bei der Beanspruchung mit der 0,005 | 550- μ s-Welle und der 2,7 | 550- μ 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 Ansprechverzüge über 5 μ s praktisch



Front der Stoßspannung beim Einsatz einer Vielfachplattenfunkenstrecke und einer Kugelfunkenstrecke

a Vielfachplattenfunkenstrecke; b Kugelfunkenstrecke (Durchmesser = 10 cm)

nicht aufraten. Bei Wellen mit Frontdauern in der Größenordnung von μ s waren jedoch Ansprechverzüge über 100 μ s keine Seltenheit.

Es muss angenommen werden, dass für den Einfluss der Frontdauer der Stoßspannung auf die Stosshaltespannung Raumladungerscheinungen 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 μ 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 Raumladungen abgeschirmt. Wenn U_e erreicht ist, ist für die weitere Ionisierung im Gebiet zwischen den Elektroden nicht

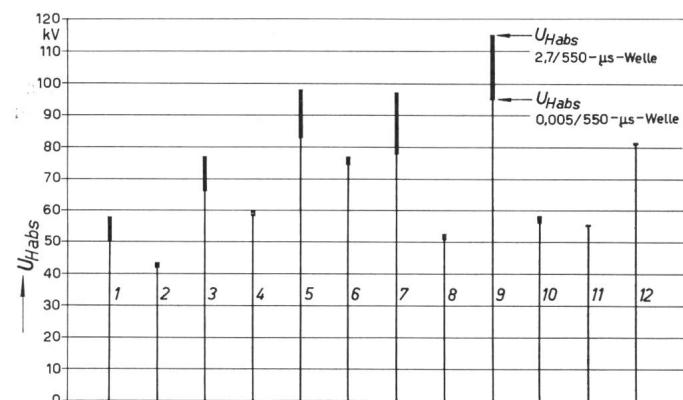


Fig. 4
Haltespannungen verschiedener Elektrodenanordnungen
 U_{Habs} absolute Stosshaltespannung

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 Raumladung 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 Raumladungen 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-

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes

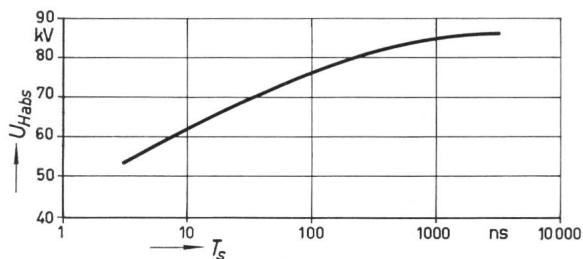


Fig. 5

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- μ s-Welle) eine andere Stoßkennlinie für eine bestimmte Wellenform (z. B. 0,5 | 100- μ 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 Ansprechverzüge 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:

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

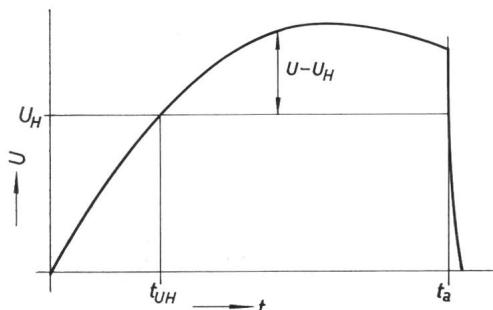


Fig. 6

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 μ 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-

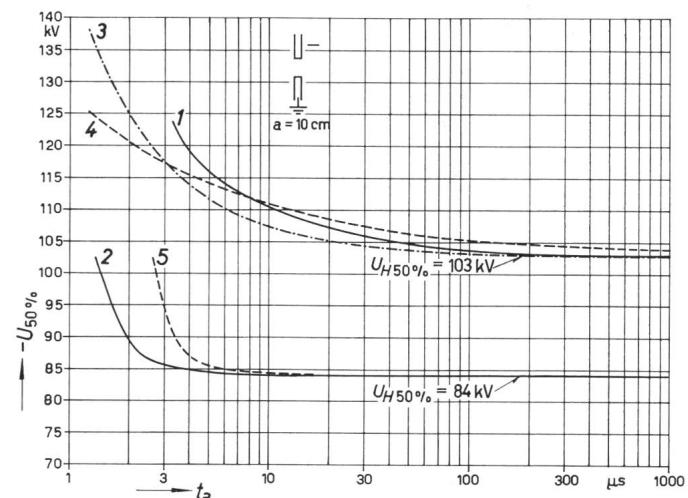


Fig. 7

Gemessene und berechnete Stoßkennlinien einer Stabfunkentstrecke

$a = 10 \text{ cm}$

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

denanordnungen mit stark unterschiedlicher Frontdauer ineinander umzurechnen. Dies wird an einer Gegenüberstellung von gemessenen und berechneten 50-%-Stosskennlinien einer Stabfunkentstrecke 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 Frontdauer von Stosswellen von einigen Nanosekunden bis zu einigen Mirkosekunden verändert werden können. Die mit dieser Schaltung an Stab-, Stab-Platte-, Stab-Kugel- und Kugelfunkenstrecken durchgeföhrten 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. Elektritscheswo - (1948)6, S. 30...35.
- [5b] *L. I. Sirotnitski*: 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. Benzimotoren 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 Nutzanwendung, 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-