Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 56 (1965)

Heft: 19

Rubrik: Mitteilungen SEV

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: 16.07.2025

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

a) Verzögerte Schaltrelais,
b) Messrelais mit einer Speisegrösse,
c) Messrelais mit mehreren Speisegrössen.

Das Sekretariatskomitee wurde beauftragt, Entwürfe für die Fälle a) und b) vorzubereiten. Da hier und im Falle c) die Genauigkeit eine wesentliche Rolle spielt, wurde eine besondere Arbeitsgruppen gebildet, mit dem Auftrag, zu einem französischen Antrag über die Anwendung statistischer Methoden im genannten Zusammenhang Stellung zu nehmen.

Neu gebildet wurden ferner die Arbeitsgruppen «Kontakte» und «Terminologie». Schliesslich ist vorgesehen, an der nächsten Vollsitzung eine Arbeitsgruppe «statische Relais» einzusetzen, um koordinierende Eingriffe der CEI auf einem Gebiet vorzubereiten, auf dem in verschiedenen Ländern heute Schritte in der Praxis getan werden. *G. Courvoisier*

Sitzung des CE 54, Réfrigérateurs domestiques, vom 14. und 15. Mai 1965 in München

Unter dem Vorsitz seines Präsidenten, P. D. Poppe, Norwegen, trat das CE 54, das früher ein Expertenkomitee war und dem inzwischen vom Comité d'Action der Status eines Technischen Komitees zugestanden wurde, zur 3. Sitzung zusammen. Es sei daran erinnert, dass der ursprüngliche Auftrag, den das Expertenkomitee erhalten hat, darin bestand, zu Handen der Unterkommission 5 des TC 86 der ISO die Sicherheitsanforderungen für die elektrische Ausrüstung von Haushaltkühlschränken auszuarbeiten. Beabsichtigt ist nun jedenfalls, als Resultat der Arbeiten im CE 54 eine CEI-Empfehlung zu veröffentlichen. Der Präsident orientierte über das Ergebnis der Abstimmung unter der 6-Monate-Regel des Entwurfes zu Empfehlungen für Haushaltkühlschränke (Sicherheitsanforderungen für die elektrische Ausrüstung), Dokument *54(Bureau Central)1*. Obschon das Abstimmungsresultat die Veröffentlichung des Entwurfes erlaubt hätte, wurde im Hinblick auf die neue Entwicklung und die damit zusammenhängenden wesentlichen Bemerkungen einiger Länder beschlossen, den Entwurf nochmals an einer Sitzung durchzubesprechen. Dieser Schritt ist aber nicht zuletzt auch darauf zurückzuführen, dass an den beiden vorangegangenen Sitzungen namhafte Länder nicht oder nur ungenügend beteiligt waren, und erst die Einsprachen zu dem unter die Regel gestellten Dokument die schwerwiegenden Mängel insbesondere in den Abschnitten über die Erwärmung, Überlastschutzvorrichtung und den abnormalen Betrieb aufzeigten.

Anhand einer vom Sekretariat zusammengestellten Einsprachenliste wurde nun mit Eifer versucht, soviel Bemerkungen wie möglich zu berücksichtigen, um das Dokument auf den neuesten technischen Stand zu heben. Dabei wurde auch eine weitgehende Anpassung an analoge Bestimmungen der CEE-Publ. 10, bezüglich Kompressorkühlschränke, und 11, bezüglich Absorbationskühlschränke, vorgenommen. Die beiden erwähnten CEE-Publikationen, deren allgemeine Bestimmungen soeben einer gründlichen Revision unterzogen wurden, enthalten bekanntlich auch Sicherheitsvorschriften über Kühlschränke. Kernpunkt der Kritik war die max. zulässige Temperaturerhöhung der Wicklungen in hermetisch verschlossenen Einheiten, wie sie heute für den Bau von Kompressorhaushaltkühlschränken am meisten verwendet werden. Es wurde geltend gemacht, dass die Wicklungstemperatur in verschlossenen Kompressoren bei normalem Betrieb relativ unwichtig sei und als entscheidendes Kriterium eine vernünftige Grenztemperatur der Gehäuseoberfläche der Einheiten von ungefähr 150 °C unter ungünstigsten Betriebsbedingungen gesetzt werden sollte. Die Begründung liegt darin, dass die Betriebsbedingungen eines Motors in einem geschlossenen, peinlich sauberen und feuchtigkeitsfreien Kühlsystem sich auf die Dauerhaftigkeit und Wärmebeständigkeit der Isolation und somit auf die Lebensdauer viel günstiger auswirken, als wenn die Isolation der Umgebungsluft mit der Einwirkung von Sauerstoff, Feuchtigkeit, Schmutz und Chemikalien ausgesetzt ist. Nun, man fand trotz allem dass man die Wicklungstemperatur nicht völlig ausser Acht lassen möchte, setzte aber die Temperaturerhöhungen für die in Frage kommenden Isolationsklassen um durchschnittlich 5 °C höher.

Die Prüfung des Überlastschutzes war gleichfalls Gegenstand eingehender Diskussionen. Die bestehende Prüfung, die auf dem Motorstrom basiert, wurde vor allem für verschlossene Kompressoreinheiten im Hinblick auf die verwendeten Motorüberlastschutzvorrichtungen als unzureichend erachtet. Eine Prüfung des Überlastschutzes sollte viel eher auf Überlastbedingungen basieren, die im Gebrauche auftreten können. Man folgte grundsätzlich einem deutschen Vorschlag, dem ein möglicher Überlastbetrieb zu Grunde liegt. Über die Prüfung von Kompressorkühlschränken im abnormalen Betrieb konnte man sich nicht einigen, da alles von der entscheidenden Frage abhängt, ob für hermetisch verschlossene Einheiten eine Prüfung mit blockiertem Motor durchgeführt werden soll oder nicht. Alle Länder sollen schriftlich zu diesem Problem Stellung nehmen und allenfalls eine geeignete Prüfung vorschlagen. Über die Behandlung der restlichen Abschnitte kann zusammenfassend gesagt werden, dass eine Angleichung an das CEE-Niveau vorgenommen wurde. Hierbei begegnete man häufig der Opposition aussereuropäischer Länder, die, wie z. B. Amerika, die Berücksichtigung ihrer Installationstechnik in Fragen des Netzanschlusses usw. sowie ihrer niedrigeren Nennspannung verlangten.

Das Sekretariat wird den Entwurf auf Grund der Beschlüsse überarbeiten und im September 1965 neu verteilen lassen. Der Entwurf soll an der Herbsttagung 1965 der CEE behandelt werden, worauf eine weitere Sitzung des CE 54 voraussichtlich im Frühjahr 1966 zur abschliessenden Behandlung durchgeführt werden soll. Durch dieses Vorgehen soll eine Harmonisierung der CEE-Bestimmungen mit jenen der CEI erreicht werden. Der Zeitpunkt dazu ist günstig, da die CEE vor der Inangriffnahme der Revision der Sonderbestimmungen über Kühlschränke steht. *C. Bacchetta*

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Das zukünftige Europa-Patent

608.3(4)

[Nach *H. G. Heine:* Das Europa-Patent, ein neuer Weg zur Verbesserung des Erfinderschutzes. VDI Z. 107(1965)14, S. 620...622]

Die Bemühungen, wenigstens für mehrere Staaten ein einheitliches Patentrecht zu schaffen, reichen weit zurück, scheiterten jedoch bisher an der zu grossen Unterschiedlichkeit der nationalen Gesetze. 1962 veröffentlichten die sechs EWG-Staaten den Entwurf eines europäischen Patentrechts, das vorerst neben die bestehenden Gesetze treten und für weitere Staaten offen sein soll. Verbunden damit ist die Schaffung eines Europäischen Patentamtes.

Naturgemäss sind verschiedene Neuerungen vorgesehen. Die Einreichung der Patentanmeldung kann in der jeweiligen Landessprache erfolgen, als Amtssprache für den weiteren Schriftverkehr ist jedoch Deutsch, Französisch oder Englisch vorgeschrieben. Jeder Arbeitnehmer hat Anspruch auf Nennung als Erfinder. Als erfinderisch wird angesehen, was unter Berücksichtigung des Standes der Technik, worunter auch offenkundige Vorbenützung im Ausland zu verstehen ist, nicht naheliegend ist. Patentierbar sind auch Nahrungsmittel, chemische Produkte und Pharmazeutika.

Zwecks Rationalisierung der Bearbeitung werden die Patentanmeldungen nur überprüft, ob sie formal in Ordnung sind, hierauf wird beim Recherchenamt in Den Haag ein Neuheitsbericht

eingeholt und beides veröffentlicht, was als Erteilung eines vorläufigen Patentes gilt. Innerhalb von 5 Jahren kann der Anmelder oder ein Dritter einen Antrag auf Prüfung stellen, was bekanntgemacht wird. Am Prüfungsverfahren kann sich jeder Interessierte beteiligen. Wird innerhalb von 5 Jahren kein Prüfungsantrag gestellt, erlischt das vorläufige Patent automatisch. Patentverletzungen können erst nach Erteilung eines geprüften Patentes geltend gemacht werden.

Wegen der erst stattfindenden Beratung über einen Vertrag und seine Ratifizierung durch die Parlamente der beteiligten Staaten sowie wegen der notwendigen Vorbereitungszeit für das neu zu schaffende Europäische Patentamt ist dessen Eröffnung frühestens 1968 zu erwarten. *K. Winkler*

Kurznachrichten über die Atomenergie

621.039

Die britische Atomenergiebehörde wird 7000 Brennelemente für das 2000-MW-Atomkraftwerk in Latina (Italien) liefern. Die Brennelemente bestehen aus 80 t Natururan, das etwa $2000 \cdot 10^6$ kWh elektrische Energie erzeugen wird. Vergleichsweise sei erwähnt, dass für die gleiche Energiemenge in einem konventionellen thermischen Kraftwerk 700 000 t Kohlen benötigt würden.

Kürzlich ist ein Vertrag für die Konstruktion und den Aufbau einer neuen Experimentieranlage am Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR), Würenlingen, mit der englischen Firma Fairey Ltd. unterzeichnet worden. Dieses Unternehmen, das schon bedeutende Erfahrungen im Bau von Reaktoren und nuklearen Komponenten besitzt, wird laut Vertragsbedingungen innerhalb 21 Monaten unter Führung eines Physikerteams der EIR einen sog. Nulleistungsreaktor für Forschungszwecke erstellen. Die in ihrer Konzeption neuartige Anlage, welche die Bezeichnung NRE erhielt, ist als Erweiterung der bestehenden Versuchseinrichtungen für die Messung reaktorphysikalischer Parameter gedacht. Sie soll vor allem im Zusammenhang mit der schweizerischen Entwicklung von schwerwassermoderierten Leistungsreaktoren eingesetzt werden. Die Gesamtkosten des NRE sind auf 6 Millionen Franken budgetiert.

Die Untergruppe Lebensmittel des eidg. Technischen Ausschusses für die praktische Anwendung ionisierender Strahlen genehmigte ein Forschungsprogramm, welches die Strahlenkonservierung leicht verderblicher Früchte zum Gegenstand hat. Die ersten Untersuchungen, mit denen demnächst begonnen wird, werden sich auf Tomaten und Erdbeeren beziehen.

Forschungsinstitute mehrerer Länder der Welt befassen sich bereits seit Jahren mit der Konservierung von Lebensmitteln mit Hilfe ionisierender Strahlen, wobei schon bedeutende Erfolge erzielt werden konnten. Als Strahlenquellen dienen entweder radioaktive Isotope oder Teilchenbeschleuniger. Die Wirkung der ionisierenden Strahlung kann z. B. den Mikrobenbefall von frischen Gemüsen, Früchten und Fischen verhindern oder das Auskeimen im Falle von Kartoffeln und Zwiebeln, ferner Insektenlarven im Getreide abtöten sowie Parasiten in Fleisch, Eiern, Milchprodukten und Futtermitteln bekämpfen.

Bereits werden in Kanada und Russland Kartoffeln und in den Vereinigten Staaten Speck, Getreide und Kartoffeln strahlenkonserviert und für den menschlichen Konsum zugelassen.

Forschungsarbeiten im Ausland mit der Bestrahlung hinsichtlich der Verlängerung der Haltbarkeit haben bei Tomaten je nach Reifegrad und Strahlendosis eine Haltbarkeit von 1 bis $2^1/_2$ Monaten und bei Erdbeeren von 25 Tagen erreicht. In Anbetracht der bei diesem Verfahren zur Anwendung kommenden niedrigen Strahlendosen soll keine Gefahr bestehen, dass die behandelten Lebensmittel radioaktiv und damit für den Konsum schädlich werden.

Kürzlich wurden in England die zwei bisher grössten Kernkraftwerke der Welt in Betrieb genommen. Es handelt sich dabei um die Anlagen Dungeness A in Kent und Sizewell in Suffolk, mit elektrischen Leistungen von 550 bzw. 580 MW. Beide Kraftwerke bestehen aus je zwei Reaktoren vom sog. britischen Magnox-Typ, bei welchem Natururan als Brennstoff, Graphit als Moderator und Gas (CO_2) als Kühlmittel verwendet werden.

Im Jahr 1965 hatten bereits die Kernkraftwerke Hinkley Point (500 MW) und Trawsfynydd (500 MW) die Energieproduktion aufgenommen, womit Grossbritannien in Bezug auf die installierte nukleare Leistung an der Spitze aller Länder steht. Die sieben bis jetzt in Grossbritannien fertiggestellten komerziellen Atomkraftwerke haben nämlich insgesamt eine Leistung von 3025 MW.

Dresden II, das grösste aus einem einzigen Reaktor bestehende Kernkraftwerk der Welt, wird bei Morris (Illinois), unweit von Chicago, errichtet. Seine Anfangsleistung wird 714 MW betragen. Die Energieerzeugungskosten sollen in der Grössenordnung von 1,6 Rp./kWh liegen. *Schi.*

Uranium-Ionen verbessern Glas-Laser

621.375.029.6 : 535.2

Ein neues Laser-Material wurde in den Westinghouse Forschungslaboratorien geschaffen, das automatisch extrem scharfe und leistungsfähige Laser-Impulse erzeugen kann. Das verwendete Material ist eine abgeänderte Form des Neodym-Glases; die Änderung ist zwar sehr gering, aber doch entscheidend für das Funktionieren als Laser. Gewöhnliches Neodym-Glas ist, wie sein Name andeutet, ein spezielles Glas hoher Qualität, dem ein gewisser Prozentsatz des chemischen Elementes Neodym zugesetzt wurde. Diese «Verunreinigung» verursacht die Laser-Wirkung des Glases. Die Wirksamkeit aller eingeschlossenen Neodym-Ionen im Glas ist nicht synchronisiert. Vielmehr geben die Ionen ihre Energie zu verschiedenen Zeiten ab, so dass ein Laser-Strahl aus einem Bündel zufälliger «spikes» besteht. Das modifizierte Glas vermindert nun dieses zufällige Verhalten durch synchronisierte Freigabe der aufgespeicherten Energie. Dies geschieht durch Hinzufügung einer geringen Menge von Uran und zwar in der Verbindung als Uranyl (UO_2). Während des Pumpvorganges absorbieren beide Elemente (Neodym und Uran) Energie. Die Absorption durch das Uranyl hält die Laser-Wirkung des Neodym zurück. Diese Verzögerung ist ausreichend, um noch mehr Neodym-Ionen auf ein höheres Energieniveau zu pumpen.

G. Maus

Beleuchtungsanlage des neu eröffneten Autobahn-Teilstückes bei Köln

628.971.6 : 625.711.3

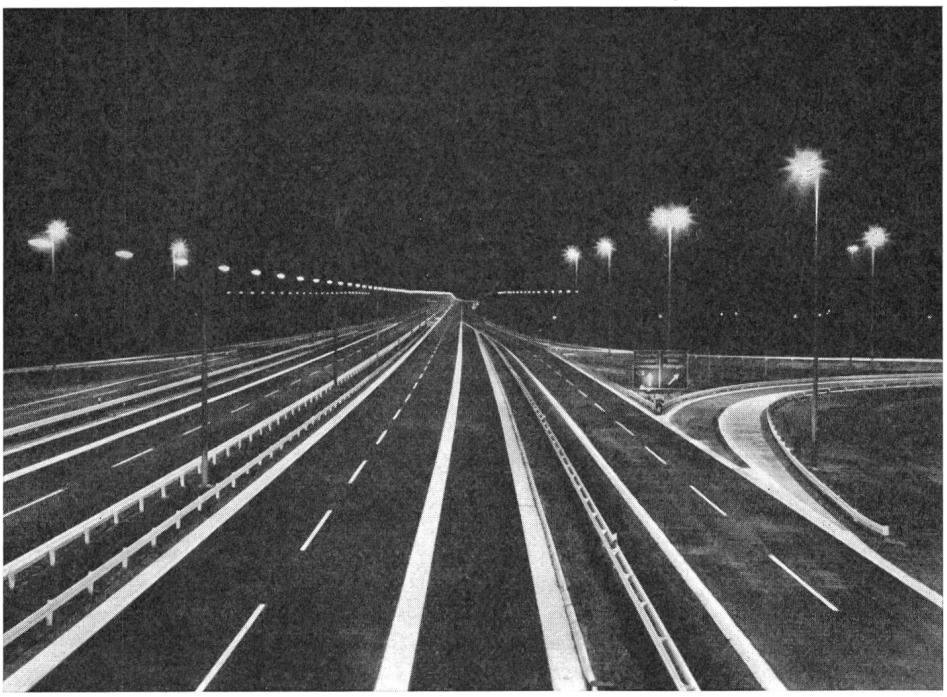
Der Ausbau des Bundesautobahnnetzes in Deutschland geht weiter. Wieder konnte ein Teilstück — die nördliche Umgebung Kölns — dem Verkehr übergeben werden.

Über dem Mittelstreifen der Autobahn wurde eine Leuchtenlängskette montiert, wie sie sich auf der Nord-Südstrecke bei Köln-Mühlheim seit einigen Jahren bewährt hat: AEG-Leuchten mit 2 Leuchtstofflampen von 65 W und einer Planoptik, die auf die Breite der Fahrbahnen abgestimmt ist. Auch auf der Rheinbrücke mit den beiden hohen Pylonen fügen sich die flachen Seilleuchten harmonisch in die Brückenkonstruktion ein.

Interessant ist die Lösung des Beleuchtungsproblems an den Ein- und Abfahrten der Kreuzung mit der Industriestrasse. Vor und hinter der Abzweigung werden die Verzögerungs- und Beschleunigungsspuren durch zusätzliche seitliche Längsketten mit einlampigen Schrägoptikleuchten beleuchtet, wodurch eine gute optimale Führung des Verkehrs erreicht wird. Der ganze Bereich der kleeblattartigen Zufahrten wird durch kantige Ansatz- und Aufsatzleuchten auf 16 m hohen Masten beleuchtet; zum Teil in Doppelanordnung, um die Anzahl der Maste so gering wie möglich zu halten, ohne auf eine gute Gleichmässigkeit und Blendungsfreiheit verzichten zu müssen. Die Leuchten sind mit je 2 Quecksilberdampf-Hochdrucklampen von 700 W bestückt. Messungen am Tage vor der Inbetriebnahme ergaben eine mittlere Beleuchtungsstärke auf den Zufahrtstrassen von 27 lx bzw. 1,6 cd/m².

34'375

Fig. 1
Beleuchtungsanlage auf dem Kölner Autobahnring



Die Leuchtenkette über den Mittelstreifen wird an der Strassenbrücke unterbrochen. Unter der Brücke sind in jeder Fahrtrichtung beidseitig schrägstrahlende Tunnelleuchten mit je einer Leuchtstofflampe 65 W angebracht.

Die hohe Beleuchtungsgüte und die beleuchteten Hinweisschilder sorgen für die Übersichtlichkeit an dieser wichtigen Kreuzung im Verlauf des neu eröffneten Autobahnabschnittes. Ein bis zwei km westlich wird die Autobahnbeleuchtung über eine Adaptionsstrecke mit einlampigen Seilleuchten zu Ende geführt.

Die Beanspruchung von Überspannungsableitern mit niedrigem Schutzniveau durch Schaltüberspannungen

621.316.993

1. Einleitung

Überspannungsableiter mit tiefem Schutzniveau gestatten einerseits Übertragungssysteme mit reduzierter Isolation zu bauen, anderseits ist eine grössere Ansprechhäufigkeit der Ableiter infolge netzeigener Überspannungen zu erwarten. Auch wird die Beanspruchung wesentlich anders als bei den selten auftretenden Blitzüberspannungen. Schon bei relativ kurzen Leitungslängen kann beim Einschalten einer leerlaufenden Leitung oder beim Ausschalten eines lastseitigen Kurzschlusses die Ansprechspannung erreicht werden. In vielen Fällen müssen die Ableiter ganz beträchtliche Energien aufnehmen, was bedeutende Anforderungen an diese stellt. Wenn auch in der Schweiz noch keine Versuche in Anlagen vorliegen, können die Beanspruchungen doch recht gut mit Hilfe der Bergeron-Methode bestimmt und in Laboratorien mit Kunstleitungen ähnliche Entladevorgänge nachgebildet werden.

2. Ableiter mit niedrigem Schutzniveau für eine 420-kV-Übertragung

Während noch vor wenigen Jahren ein bezogenes Schutzniveau (Schutzniveau des Ableiters, bezogen auf dessen Nennspannung) von 3,0 als fortschrittlich galt, stehen heute Ableiter mit einem bezogenen Schutzniveau von 2,5 zur Verfügung [1][1]). Dieser rasche Fortschritt ist hauptsächlich durch Übernahme eines im Ableiterbau bis vor wenigen Jahren nur für Gleichspannungsableiter angewandten Prinzips der magnetischen Blasung des Lichtbogens erzielt worden [2]. Bei Höchstspannungsübertragungen mit reduzierter Isolation hat der Ableiter auch die Aufgabe, Schaltüberspannungen zu begrenzen.

34'061-067

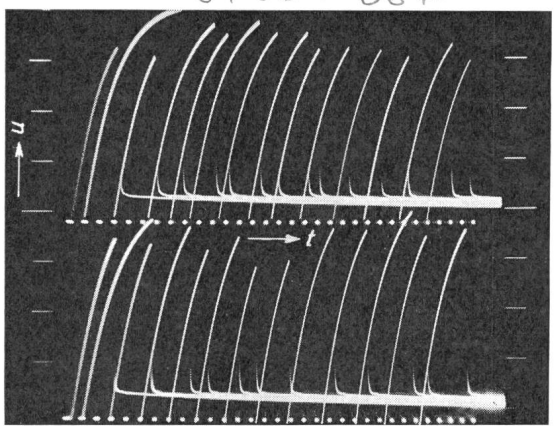


Fig. 1
Ansprechspannung eines üblichen Ableiters
Zeit bis zum Ansprechen ca. 500 µs. Zeitlicher Abstand zweier Hellmarken 100 µs.
oben positive, *unten* negative Polarität des Stosses

Diese neue Anforderung verlangt einmal die Kenntnis der Ansprechspannung des Ableiters bei Schaltüberspannungen. Im weiteren muss gewährleistet sein, dass durch die erhöhte Beanspruchung weder der Ableiter gefährdet, noch die Schutzwirkung im Laufe der Zeit beeinträchtigt wird. Schaltüberspannungen weisen eine grosse Mannigfaltigkeit in den Überspannungsformen auf. Prüfungen in industriellem Maßstab verlangen jedoch einfache, leicht erzeugbare Formen. Man bedient sich deshalb unipolarer Spannungsstösse mit einer Frontzeit von einigen zehn bis einigen Hundert µs. Bis vor kurzem fehlte meistens die Möglichkeit, diese Spannungsstösse mit üblichen Stossgeneratoren zu erzeugen. Deshalb musste man sich auch in vielen Fällen begnügen, die Ansprechspannung bei Stoss 1,2|50 und bei 50 Hz zu ermitteln und zu interpolieren. Viele Versuche an Ableitern zeigten nun, dass die Ansprechspannung bei den erwähnten flachen Wellen von der Frontsteilheit abhängt und sowohl höher als auch tiefer als die Ansprechspannung bei Stoss 1,2|50 und bei 50 Hz sein kann. Auch wurde eine bedeutend grössere Streuung der Ansprechspannung als bei Stoss 1,2|50 und bei 50 Hz festgestellt. Es bedurfte grosser Anstrengung und vieler Versuche, diese physikalisch schwer erklärbaren Feststellungen durch geeignete Massnahmen zu beheben. An Hand zweier Oszillogramme sei der Fortschritt erläutert. Fig. 1 zeigt oben die Stossansprechspannung eines üblichen Ableiters für positive und unten für negative Polarität. Nach jedem Stoss wurde mit einer Gleichspannung der Anfang des Strahles in der x–Richtung verschoben. Die Zeit vom virtuellen Nullpunkt bis zum Ansprechen des Ableiters betrug ca. 500 µs. Fig. 2 zeigt nun in Gegenüberstellung zu Fig. 1 den günstigen Einfluss der getroffenen Massnahmen auf die Streuung. Sie ist sehr klein geworden. Heute ist man in der Lage, die Ansprechspannung eines Ableiters für Stosswellen von einigen wenigen bis zu einigen hundert µs den Bedürfnissen anzupassen. So lässt sich ein niedriges Schutzniveau auch bei Schaltüberspannungen einhalten wie es für reduziert isolierte Übertragungssysteme notwendig ist. Die Beanspruchung von Hochspannungsableitern bei Schaltüberspannungen kann recht gross sein wie die folgenden Ausführungen näher zeigen.

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

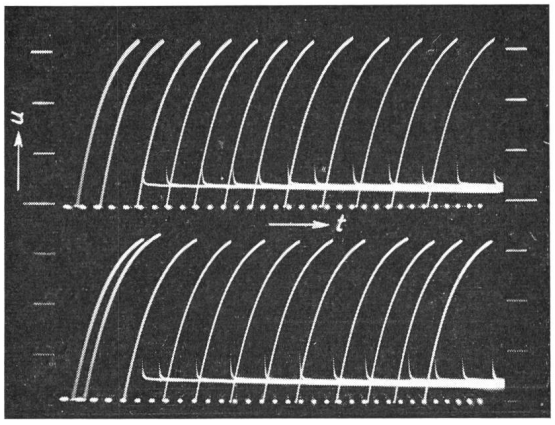


Fig. 2

Ansprechspannung eines verbesserten Ableiters für ein Übertragungssystem mit reduzierter Isolation

oben positive, *unten* negative Polarität des Stosses

Als Beispiel sei eine reduziert isolierte 420-kV-Übertragung gewählt. Für die Berechnung werden folgende Annahmen getroffen:

Übertragungsspannung	420 kV
Leitungslänge	150 km
Erdungskoeffizient	0,8
Stosshalteniveau der Isolation	1175 kV

Die Löschspannung des Ableiters sollte zu $\geq 420 \cdot 0{,}8 = 336$ kV gewählt werden. Es käme z. B. Ableiter Typ HKF 342 von Brown, Boveri in Frage. Seine wichtigsten Daten sind:

Löschspannung	342 kV
Schutzniveau (Stossansprechspannung 1,2|50 und Restspannung bei 10 kA)	$\leq$ 855 kV
Langwellenfestigkeit (2000 µs)	> 600 A

Das Schutzniveau der Apparate für Schaltüberspannungen sollte etwa zu $0{,}85 \cdot 0{,}85 \cdot 1175 = 850$ kV gewählt werden. Die Faktoren 0,85 dürfen als konservativ gelten [3]; der erste berücksichtigt die reduzierte Festigkeit der ölimprägnierten Papierisolation bei Schaltüberspannungen und der andere stellt eine Sicherheitsmarge dar. Man würde also eine 100-%-Ansprechspannung bei Schaltüberspannungen $\leq$ 850 kV verlangen.

Dieser Wert lässt sich mit dem erwähnten Ableiter einhalten. Vergleicht man das Stosshalteniveau von 1175 kV mit dem Schutzniveau von 855 kV, so fällt das grosse Schutzverhältnis (1175 : 855 = 1,37) auf. Der eingangs erwähnte Fortschritt in der Ableiterschutztechnik kommt hier deutlich zum Ausdruck.

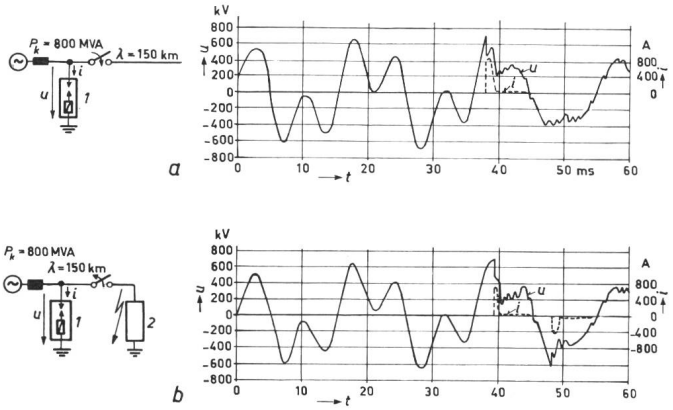


Fig. 3

Beanspruchung eines Ableiters bei Schalthandlungen in einem 420-kV-Übertragungssystem

a Einschalten der leerlaufenden Leitung
b Ausschalten eines lastseitigen Kurzschlusses

Leitungslänge λ = 150 km; Leitungsimpedanz Z = 400 Ω; Kurzschluss-Leistung P_k = 800 MVA

i Strom im Ableiter; *u* Spannung über dem Ableiter; *t* Zeit; *1* Ableiter; *2* Last

Es gibt nun vor allem zwei kritische Fälle mit hohen Überspannungen [4; 5], die den Ableiter stark beanspruchen können:

1. Das Einschalten einer leerlaufenden Leitung bei schwachem Netz;
2. Das Ausschalten eines lastseitigen Kurzschlusses bei schwachem Netz.

Für diese beiden Schalthandlungen wird deshalb die Ableiterbeanspruchung untersucht. Die Ansprechspannung des Ableiters HKF 342 sei dabei zu 700 kV Scheitelwert angenommen.

3. Einschalten der leerlaufenden Leitung bei schwachem Netz

Der Rechnung wurde das Ersatzschema nach Fig. 3a, woraus auch Kurzschlussleistung (Reaktanz durch schwarzes Rechteck dargestellt), Wellenwiderstand und Leitungslänge hervorgehen, zu Grunde gelegt. Beim Einschalten überlagert sich der betriebsfrequenten Spannung der transiente Ausgleichvorgang. Die Überspannung führt nach ca. 38 ms zum Ansprechen des Ableiters. Er hat einen fast rechteckförmigen Strom von 830 A bei einer Dauer von ca. 1 ms (doppelte Laufzeit der Wanderwelle) abzuleiten. Die Berechnung der Ausgleichsvorgänge auf dem Digitalrechner ermöglicht es, auch die nichtlineare Charakteristik der spannungsabhängigen Widerstände und die zeitabhängige Lichtbogenspannung der Ableiterfunkenstrecke mit magnetischer Blasung zu berücksichtigen [6]. Diese sind in Fig. 4a und 4b für

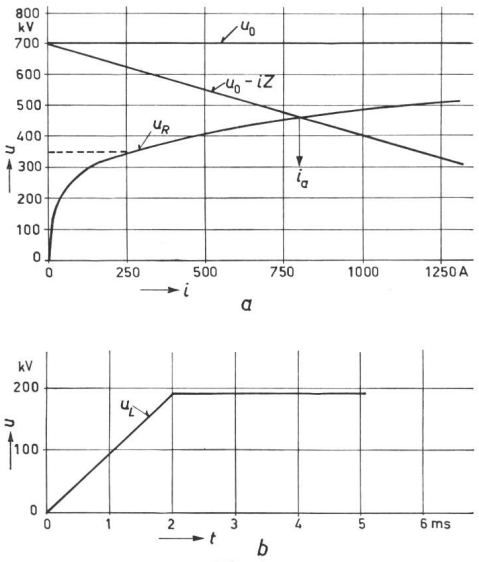


Fig. 4

Charakteristiken des Ableiters HKF 342

a Widerstandskennlinie $u_R\, i_a$ Anfangsstrom im Ableiter bei einer Ladespannung u_0 der Leitung; Z Impedanz der Leitung; t Zeit
b Lichtbogencharakteristik der Funkenstrecke; u_L Lichtbogenspannung

einen Ableiter HKF 342 dargestellt. Nach 1 ms erreicht die Lichtbogenspannung bereits ca. 100 kV. Sie wirkt der treibenden Spannung entgegen und reduziert den Folgestrom (Nachstrom) auf ca. 20 A Scheitelwert. Wäre keine Lichtbogenspannung vorhanden, ergäbe sich ein Folgestrom von ca. 250 A wie aus Fig. 4a herausgelesen werden kann, indem die gestrichelte Gerade (Löschspannung) mit der Widerstandskennlinie zum Schnitt gebracht wird.

Vollständigkeitshalber sei erwähnt, dass zur überschlägigen Bestimmung der Ableiterbeanspruchung bei Leitungsentladungen oft auch die Gerade u_0—iZ (u_0 auf Ansprechspannung des Ableiters aufgeladene Leitung, Z Wellenwiderstand der Leitung) mit der Widerstandscharakteristik des Ableiters geschnitten wird, was nach Bild 4a einen Strom von ca. 800 A ergibt. Über den weiteren Verlauf des Stromes lässt sich damit selbstverständlich nichts aussagen.

Die im Ableiter umgesetzte Energie W ergibt sich nach Bild 3a zu annähernd

$$W \approx i_A\, u_R \cdot 2\tau \approx 830 \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} = 415 \text{ kWs}$$

worin

i_A mittlerer Strom durch den Ableiter,
u_R mittlere Spannung am Ableiter,
τ Laufzeit der Wanderwelle bedeuten.

Der Anteil des Nachstromes von 20 A ist so klein, dass er vernachlässigt werden darf. Pro kV Ableiternennspannung ergibt sich somit eine Energie von 415/342 = 1,25 kWs. Sie soll später mit der für die Ableiterwiderstände noch zulässigen Energie verglichen werden.

4. Ausschalten eines lastseitigen Kurzschlusses bei schwachem Netz

Die Vorgänge beim Ausschalten eines lastseitigen Kurzschlusses, welche zu höheren Überspannungen führen als Lastabwurf [4], sind in Fig. 3b dargestellt. Dabei wurde vorausgesetzt, dass der stationäre Kurzschlußstrom beim Ausschalten bereits erreicht ist. Ungefähr nach 39 ms spricht der Ableiter an und führt einen Strom von ca. 730 A. In der nächsten Halbwelle kommt es, im Unterschied zum Einschaltvorgang, zu einer Wiederzündung, welche bereits bei 630 kV stattfindet. Die Wiederzündspannung wurde 10 % tiefer angenommen, um der noch nicht voll erlangten elektrischen Festigkeit der Funkenstrecken Rechnung zu tragen. Der Strom erreicht bei dieser zweiten Beanspruchung noch 420 A. Pro kV Ableiternennspannung ergibt sich bei analogen Annahmen wie im vorigen Abschnitt eine Energie von:

$$W \approx \left(\frac{730}{830} + \frac{420}{830}\right) 1{,}25 = 1{,}61 \text{ kWs}$$

5. Zulässige Energie der Ableiterwiderstände

Die Energie, welche noch nicht zur Beschädigung der Widerstände führt, hängt sehr stark von der Art der Beanspruchung ab, wie folgendes Beispiel zeigen möge. Bei sinusförmigem Strom von einigen hundert Ampère Scheitelwert ist die zulässige Energie pro kV Ableiternennspannung und einmaliger Beanspruchung etwa 25 kWs. Für einen rechteckförmigen Stromimpuls mit 2000 µs Dauer beträgt sie hingegen nur ca. 5 kWs. Bei wiederholter Beanspruchung in kurzen Abständen sinkt die zulässige Energie nach Fig. 5. Die zeitliche Folge der Stösse wurde den

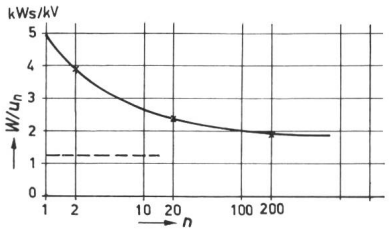


Fig. 5

Zulässige Energie W pro kV Ableiternennspannung u_n in Abhängigkeit der Stosszahl n

Vorschriften entsprechend gewählt: 4 Stösse im zeitlichen Abstand von einer Minute, gefolgt von einer Pause von 15 min. Im weiteren sehen die Vorschriften total 20 Stösse vor. Für die meisten Anwendungen genügt dies sicher.

Bei grosser Schalthäufigkeit und ungünstigen Netzverhältnissen, wie z. B. in den beiden erwähnten Beispielen vorausgesetzt wurde, ist es erwünscht, die zulässige Energie auch für eine unbeschränkte Zahl von Stössen zu kennen. Nach Fig. 5 ist der Grenzwert etwa 30...40 % tiefer als jener bei 20 Stössen, aber immer noch rund 40 % höher als der Energieumsatz nach Abschnitt 3.

Es frägt sich nun, ob auch die Funkenstrecken häufigem Ansprechen bei grossen Ableitströmen gewachsen sind, denn es könnten auf den Elektroden Schmelzperlen entstehen, welche die Ansprechspannung reduzieren und somit konstantes Betriebsverhalten der Ableiter nicht gewährleistet wäre. Um diese Frage zu beantworten, wurden die folgenden Versuche durchgeführt.

6. Beeinflussung der Ansprechspannung durch häufiges Ansprechen bei Schaltvorgängen

Bei dem auf Fig. 3a dargestellten Beispiel besteht der Entladevorgang annähernd aus einem rechteckförmigen Strom mit der Amplitude von ca. 800 A und einer Dauer von 1 ms. Ein ähnlicher Stromimpuls lässt sich mit einer Kunstleitung aus *LC*-Gliedern erzeugen [7]. Diese Schaltung benutzte man, um 3 Teilableiter, bestehend aus magnetisch beblasenen Funkenstrekken und Ableiterwiderständen mit einer grösseren Anzahl Stössen zu beanspruchen. Zu Vergleichszwecken wurde auch ein nicht magnetisch beblasener Funkenstreckenstapel mit Platten-Elektroden (wie in frühern Brown-Boveri Konstruktionen verwendet) geprüft. Anfänglich wurde nach je 10 Stössen, später nach je

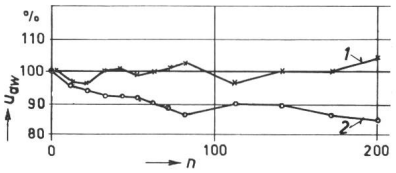


Fig. 6

Ansprechwechselspannung bei zwei verschiedenen Funkenstreckenkonstruktionen bei Belastung mit Stössen zu 800 A und 1000 µs Dauer

U_{aw} Ansprechwechselspannung, bezogen auf den Wert vor der Prüfung; n Stosszahl; *1* Funkenstrecke mit magnetischer Blasung des Lichtbogens; *2* Funkenstrecke ohne magnetische Blasung (ältere Konstruktion)

30 Stössen die 50-Hz-Ansprechspannung der Elemente gemessen. Auf Fig. 6 ist diese auf den ursprünglichen Wert bezogen und in Abhängigkeit der Anzahl Stösse dargestellt. Alle 3 Stapel mit magnetischer Blasung verhielten sich sehr ähnlich, so dass übersichtshalber nur die Werte eines Stapels eingetragen sind. Sie zeigen weder fallende noch steigende Tendenz und schliessen starken Abbrand und unzulässige Schmelzperlbildung aus. Dies bestätigte auch die visuelle Kontrolle der Elektroden nach 200 Stössen (vgl. auch Fig. 7a). Die Brandspuren auf den Wänden der Löschkammer lassen auf die kräftige Verlängerung des Lichtbogens schliessen. Aufschlussreich ist es nun, einen Vergleich mit dem Funkenstreckenstapel ohne magnetische Blasung des Lichtbogens zu ziehen. Die Ansprechspannung fällt leicht (vgl. Fig. 6), was durch die erhöhten Kraterränder verursacht wird,

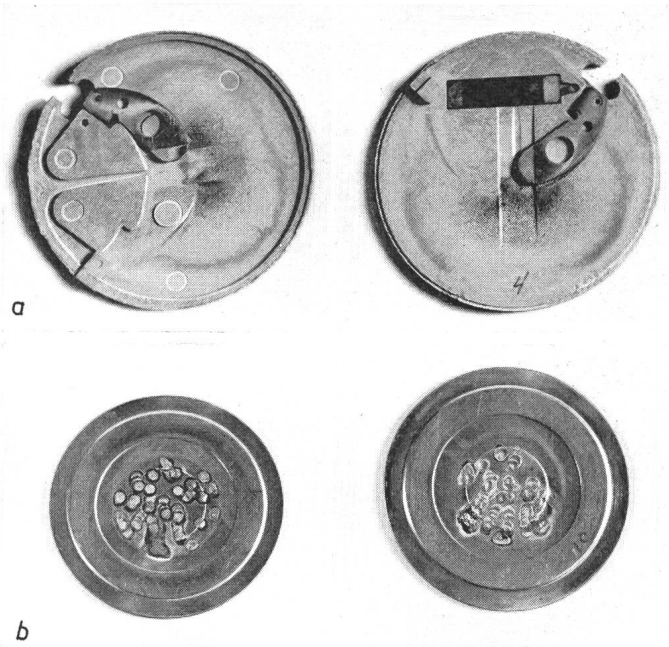


Fig. 7

Zustand einer magnetisch beblasenen (*a*) und einer nicht magnetisch beblasenen Funkenstrecke (*b*) nach 200 Entladungen

Stromamplitude 800 A, Stromdauer 1000 µs

welche auf Fig. 7b deutlich erkennbar sind. Bei längeren Leitungen mit entsprechend grösserer Entladedauer verschieben sich die Ergebnisse weiter zu Ungunsten der nicht magnetisch beblasenen Funkenstrecken. Die Ansprechstelle der magnetisch beblasenen Funkenstrecken würde hingegen auch bei grösserer Länge der Leitung nicht stärker beansprucht. Dies kann als wesentlicher Fortschritt im Ableiterbau angesehen werden. Ausreichende Alterungsfestigkeit ist trotz häufigem Ansprechen durch die beschriebenen Versuche nachgewiesen.

7. Folgerungen

Aus wirtschaftlichen Gründen werden in Zukunft auch in der Schweiz bei Höchstspannungsnetzen stark reduzierte Isolationsniveaus mehr in den Vordergrund treten. Es sei hier in Erinnerung gerufen, dass beispielsweise mehr als 75 % aller zukünftigen Transformatoren in den amerikanischen 362-kV-Netzen (P_{tot} = 11 700 MVA) mit einem auf die Nennspannung bezogenen Halteniveau von nur 2,9, gegenüber 3,7 bei uns, ausgeführt werden [8]. Dies bedingt leistungsfähige, moderne Ableiter. Da bereits heute eine dreijährige Betriebserfahrung mit magnetisch beblasenen Ableitern mit sehr tiefem Schutzniveau vorliegt [9], sind die Voraussetzungen auch in der Schweiz erfüllt. Erwünschenswert wären Versuche in Anlagen, die sicher zur Beantwortung der Frage beitragen, ob die Ansprechspannung der Ableiter für Schaltüberspannungen genügend genau mit einer unipolaren Welle von z. B. 500 µs Frontdauer bestimmt werden kann.

Literatur

[1] *H. Christener* und *A. Morf:* Neue Überspannungsableiter von 4,5 bis 750 kV. Brown Boveri Mitt. 51(1964)6, S. 346...357.

[2] *E. Meyer:* Ein besonders wirksamer Ableiter für den Schutz von Gleichstromanlagen. Brown Boveri Mitt. 38(1951)4, S. 119...122.

[3] *A. Goldstein:* Koordination der Isolation und der Wahl der Überspannungsableiter. Brown Boveri Mitt. 51(1964)1/2, S. 47...55.

[4] *P. Althammer* und *R. Petitpierre:* Schaltvorgänge und Schaltüberspannungen in Höchstspannungsnetzen. Brown Boveri Mitt. 51(1964)1/2, S. 33...46.

[5] *K. Berger:* Elektrische Anforderungen an Höchstspannungsleitungen. Bull. SEV 54(1963)18, S. 749...755.

[6] *P. Althammer:* Die digitale Berechnung von Ausgleichsvorgängen in elektrischen Netzwerken unter besonderer Berücksichtigung komplizierter Randschaltungen. Bull. SEV 54(1963)19, S. 789...795.

[7] *J. G. Provoost:* Stootstroomgeneratoren voor de opwekking van rechthoekige stroomgolven. Electrotechniek 34(1956)1, S. 5...8.

[8] *A. J. Stegmann:* Futur EHV Apparatus, Needs and Rating in Profile. Electr. Wld. 161(1964)2, S. 60...66.

[9] *M. Christoffel:* Moderne Tendenzen beim Überspannungsschutz, insbesondere bei hohen Spannungen. Brown Boveri Mitt. 48(1961)10, S. 546...554.

E. Sarbach, Baden

Verbesserung des Erdübergangswiderstandes mittels Kalziumsulfat

621.316.993

[Nach *K. Wolkowinski:* Zmniejszenie oporności uziemienia za pomocą siarczanu wapniowego. Energetyka 19(1965)5, S. 149...152]

Kalziumsulfat kommt in der Natur reichlich vor, und zwar als $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (Gips) oder als $CaSO_4$. Es wurde durch Untersuchungen an verschiedenen Erdungen bestätigt, dass sich die Verwendung von natürlichem Gips oder Kalziumsulfat ($CaSO_4$) als eine ausserordentlich einfache und billige Massnahme zur Verringerung des Erdübergangswiderstandes erweist. Besonders bei Staberdern kann man damit verhältnismässig günstige Ergebnisse erzielen. Beim Projektieren der Erdungen in Böden, deren spezifischer Widerstand $\varrho \geqq 1000\ \Omega$m beträgt, kann man die Rentabilität der künstlichen Verbesserung des Erdübergangswiderstandes mittels natürlichem Gips oder Kalziumsulfat ernstlich in Betracht ziehen.

Angaben der Erdungen

Tabelle I

Nr.	Lage der Erdung	Beimischung zur Erde
1	vertikal	150 kg Gips — Kalziumsulfat
2	vertikal	keine
3	vertikal	keine
4	horizontal	150 kg Gips — Kalziumsulfat
5	horizontal	keine

Beide Materialien sind im Wasser schwer löslich. Im Temperaturbereich von 0...42 °C beträgt die Kondensation der gesättigten Gipslösung nur ≈0,2 %. Wenn man also den Erdboden mit 6 kg Gips oder Kalziumsulfat pro m² tränkt, so darf man im mitteleuropäischen Klima, auf ebenen Gebieten, mit einer Dauerhaftigkeit der Tränkmasse von 10 Jahren rechnen. Der spezifische Widerstand der gesättigten Gips-Wasserlösung beträgt bei einer Temperatur von 10 °C etwa 5,5 Ωm.

Die erwähnten Untersuchungen wurden an drei Staberdern und zwei horizontalen Erdungen durchgeführt. Die Staberder bestanden aus Stahlrohren von 1 Zoll Durchmesser und 210 cm Länge. 200 cm waren im Boden versenkt und 10 cm ragten über

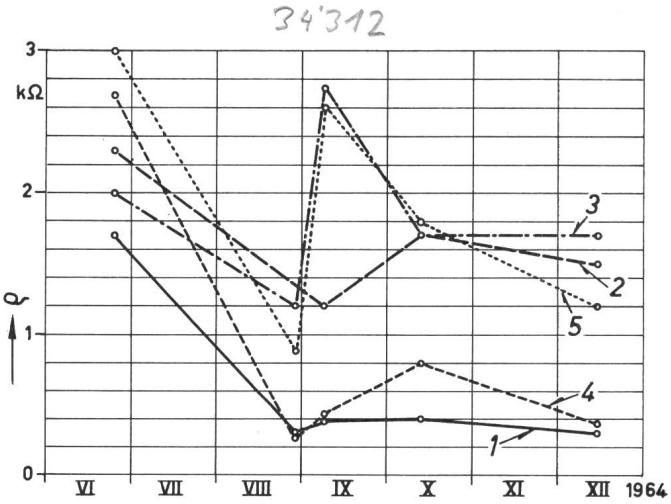


Fig. 1

Messergebnisse der Erdungswiderstandsmessungen

ϱ Erdungswiderstand; *1; 2; 3* vertikaler Staberder; *4; 5* horizontale Erdung

den Boden. Die Tränkgraben wurden sternförmig rings um die Erder ausgehoben. Die horizontalen Erdungen bestanden aus einem schwarzen Stahldraht von 10 mm Durchmesser und einer Länge von 10 m. Die Verlegungstiefe betrug 60 cm. Tabelle I gibt einen Überblick über die Lage der Erdungen sowie über die Beimischung von Gips und Kalziumsulfat. In Fig. 1 sind die im Jahre 1964 erzielten Messergebnisse wiedergegeben.

Bei der Auswertung der Messergebnisse muss man die unmittelbar nach der Erstellung der Erdungen ermittelten Werte ausser acht lassen, da der frisch zurückgeschüttete Boden keine richtigen Messungen zeigt. Messungen im September an den Erdern 5 und 3 müssen ebenfalls als zweifelhaft vernachlässigt werden.

Mindestabmessungen von Stahlerdern, die in Böden mit Beimischungen von Gips und Kalziumsulfat eingebettet werden

Tabelle II

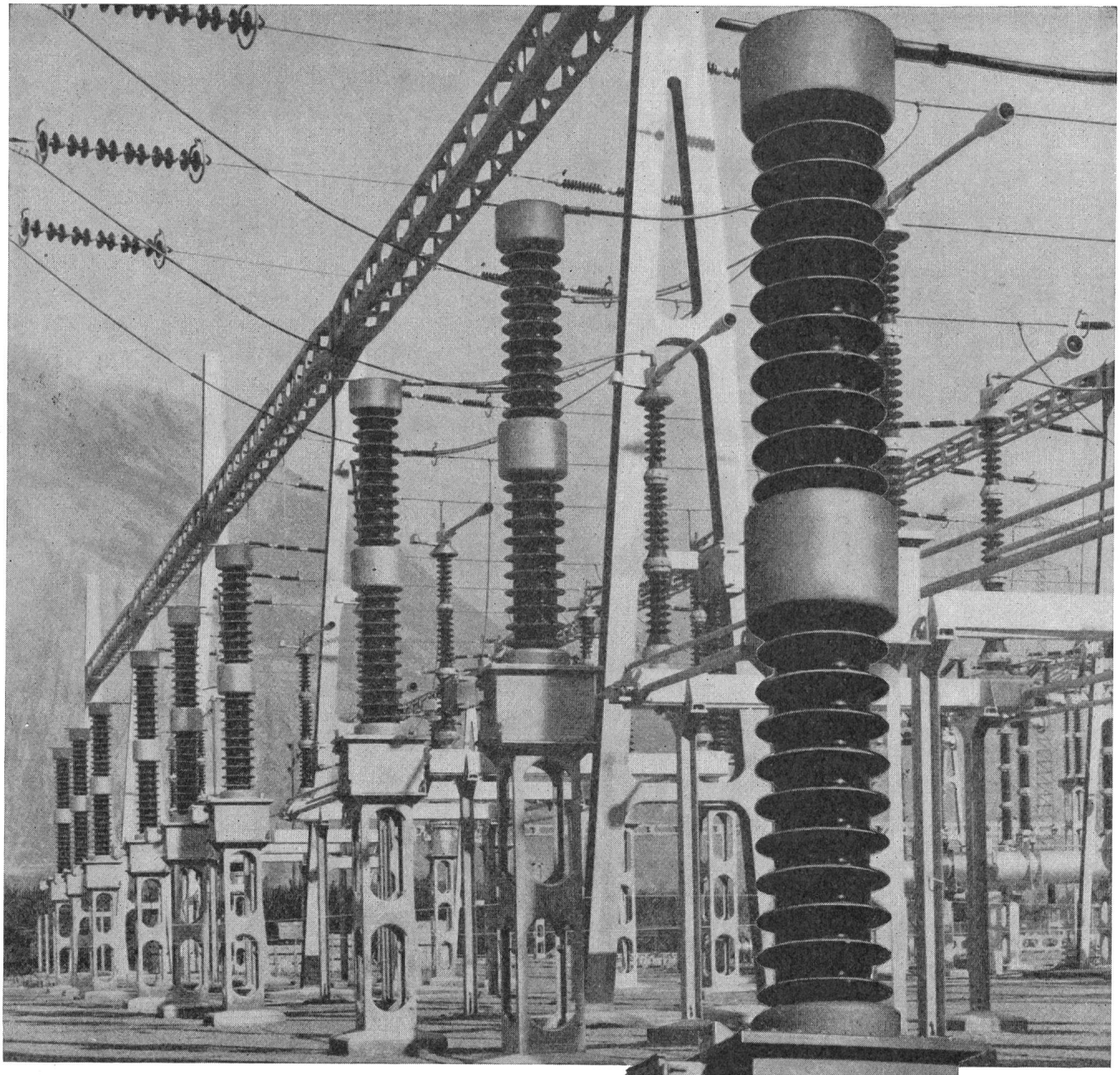
Lage	Profil	Mindestabmessungen in mm	
		schwarz	verzinkt
vertikal	Stab	Durchmesser: 10	Durchmesser: 8
vertikal	Rohr	Durchmesser: 25	Durchmesser: 15
		Dicke: 3,25	Dicke: 2,75
vertikal	T, U, L	Dicke: 6	Dicke: 5
horizontal	Band	Querschnitt: 25×5	Querschnitt: 16×5
horizontal	Draht	Durchmesser: 8	Durchmesser: 7

Die erzielten Messergebnisse dürfen als übereinstimmend mit den erreichbaren Werten angesehen werden, die eine französische Firma, nach der Methode von *Charles Ledoux,* veröffentlicht hat.

Unter Zugrundlegung einer Dauerhaftigkeit von 35 Jahren, ergeben sich die in der Tabelle II zusammengestellten zulässigen Abmessungen von Stahlerdern, die in Böden mit Gips- oder Kalziumsulfat-Beimischungen eingebettet werden. *J. Ryś*

Fortsetzung auf Seite 867

Suite voir page 867



Kapazitive Spannungswandler

Nebst Tausenden von Kopplungskondensatoren sind bereits grosse Serien unserer kapazitiven Spannungswandler in Europa und Übersee in Betrieb. Nennspannung 73...420 kV. Nennkapazität 10000...2500 pF. Messleistung 200 VA, Klasse 0,5.

Bild oben: Kapazitive Spannungswandler vom Typ WP 300 R1 im Unterwerk von Chamoson (E.O.S.). 220 kV Betriebsspannung.

Verlangen Sie bitte zu Ihrer Dokumentation unseren Prospekt X 106 SB

Micafil AG Zürich

Druckende Impulszähler mit Eindekaden-elementen

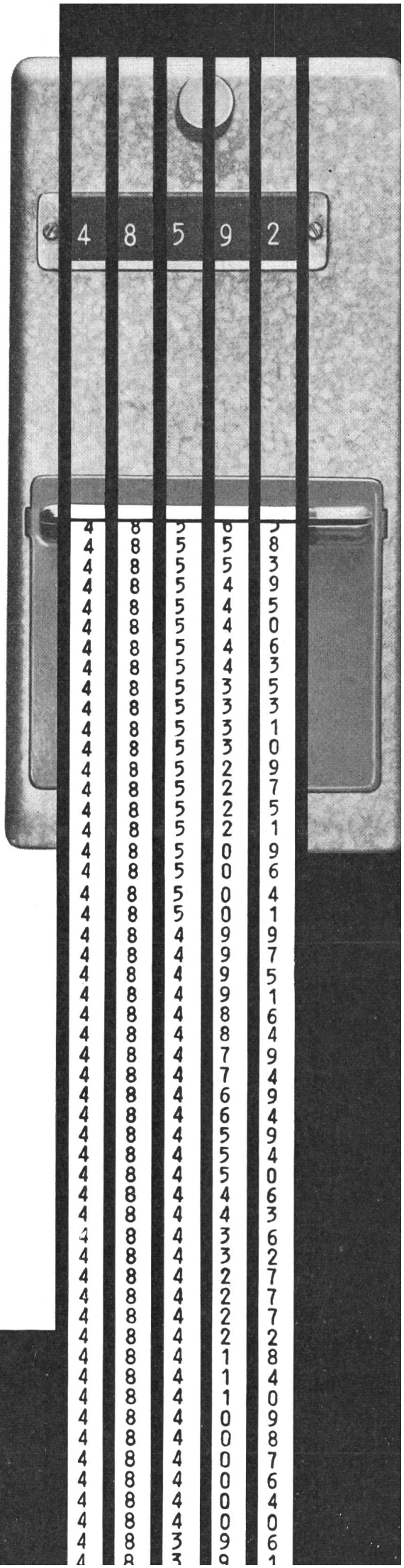
SODECO *décaprint*

Diese Apparate enthalten 2 bis 10 unabhängige Dekaden. Durch elektrische Steuerung werden Mess- und Zählresultate auf einen Papierstreifen gedruckt.

- **Kleine Abmessungen**
- **Normalisierte Frontplatte**
  (72 × 144 mm, 144 × 144 mm)
- **Viele Kombinationsmöglichkeiten**
  (Zähler, Datumzählwerk usw. im selben Gehäuse)
- **Apparat durch Steckverbindung angeschlossen (plug-in)**

Typische Anwendungen:
Erfassung und automatischer Druck der Ergebnisse
- einer elektronischen Zählkette
- mehrerer Dekadengruppen
- elektrischer oder anderer Werte wie Strom, Spannung Leistung, Widerstand, Geschwindigkeit, Durchfluss, Gewicht, Niveau, Frequenz, Temperatur etc.

Verlangen Sie den ausführlichen Prospekt.



SODECO

Grand-Pré 70 Genève Tel. 022 / 33 55 00