

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 45 (1954)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Untersuchungen über die Eignung von verlegten 8- und 10-kV-Kabeln für höhere Betriebsspannungen  
**Autor:** Schilling, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061163>

### **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:** 14.01.2026

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

# BULLETIN

## DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

### Untersuchungen über die Eignung von verlegten 8- und 10-kV-Kabeln für höhere Betriebsspannung

Von E. Schilling, Zollikon

621.315.2.001.4

*Im Zusammenhang mit dem Spannungsumbau des Zwischenspannungsnetzes der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich auf 16 kV sind einige Prüfungen an älteren 8- und 10-kV-Kabeln durchgeführt worden, über die hier berichtet wird.*

*Dans le cadre de la transformation en 16 kV du réseau à tension intermédiaire des Entreprises électriques du Canton de Zurich, quelques essais ont été exécutés sur d'anciens câbles à 8 et 10 kV, faisant l'objet du rapport suivant.*

In Überlandwerken ist die Zwischenspannung von 8 kV vielfach angewandt worden und hat seit der Gründung dieser Werke während mehrerer Jahrzehnte vollauf genügt. Der stark anwachsende Bedarf an elektrischer Energie liess vor gut einem Jahrzehnt erkennen, dass trotz den in Verteilanlagen vorgenommenen Verstärkungen die Grenze der Leistungsfähigkeit des 8-kV-Übertragungssystems in einzelnen Netzteilen bald erreicht werde. Für viele Verteilnetze von Überlandwerken wurde eine neue Zwischenspannung von 16 kV in Aussicht genommen, die sich für den Umbau der bestehenden Anlagen und mit Rücksicht auf die Reserveanschlüsse an benachbarte Werke als besonders geeignet erwies. Die grossen Kosten für Ersatz und Anpassungen in Kabelanlagen rief seit Einleitung der beabsichtigten Spannungserhöhung einer Diskussion über die weitere Verwendbarkeit von 8- und 10-kV-Kabelanlagen im 16-kV-Netzbetrieb. Über das Vorgehen der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) in dieser Frage und die diesbezüglichen Untersuchungen orientieren die folgenden Ausführungen.

Von den Herstellerfirmen kann aus verständlichen Gründen keine Garantie für Kabelanlagen übernommen werden, wenn diese über die Nennaten hinaus beansprucht werden. Im direkt bis zum Abnehmer versorgten Verteilnetz der EKZ, ohne Einrechnung selbständig versorgender Gemeindeanlagen, waren im Jahre 1942 von total 75 km Kabellänge 37 km für 15 bzw. 16 kV Betriebsspannung gebaut (Seekabelstrecken), während 3 km für 8 kV und 35 km für 10 kV Betriebsspannung isoliert waren. Die Kosten für den vollständigen Ersatz der 8- und 10-kV-Kabel wurden damals auf ca. 2,5 Millionen Franken berechnet. Es lag daher nahe zu untersuchen, ob und unter welchen Bedingungen die 8- und 10-kV-Kabelstrecken im 16-kV-Betrieb weiter verwendet werden könnten.

#### Prüfung der verlegten Kabel

Im Jahre 1945 sind an 66 Kabelteilstrecken, die durch entsprechende Umschaltungen spannungslos

gemacht werden konnten, Gleichspannungsprüfungen unter gleichzeitiger Ermittlung des Ableitstromes durchgeführt worden. Jede Ader der Kabelstrecken wurde während 15 min gegen die beiden übrigen Adern und Bleimantel beansprucht, wobei für Kabel mit Nennspannung 8/10/16 kV die entsprechenden Prüfspannungen von 15/20/35 kV Gleichstrom angewandt wurden. Trotz dieser verhältnismässig geringen Prüfspannungen ergaben sich hierbei in den Kabelanlagen drei Schäden, indem Durchschläge in einem Kabelendverschluss eines 8-kV-Kabels und in je einer 10- und 16-kV-Wickelmuffe auftraten. Dieses Ergebnis bestätigte die wiederholt gemachte Erfahrung, dass die elektrische Festigkeit in älteren Kabelanlagen durch die Isolationsfestigkeit der Endverschlüsse und Muffen bestimmt ist.

An drei Kabelstrecken  $3 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ , 10 kV, konnten ebenfalls noch im Jahre 1945 die dielektrischen Verlustmessungen mit Hilfe der Scheringbrücke bei 10, 15 und 20 kV Wechselspannung ermittelt werden. Der Verlustfaktor  $\tan \delta$  ergab sich zu 6,5...7 bzw. 8...9 ‰. Auf Grund dieser Messwerte und des Anstieges von  $\tan \delta$  bei steigender Spannung wurde die Isolation der untersuchten Kabel als gut bezeichnet.

#### Laboratoriumsversuche an Kabelteilstücken

Nach nahezu 28jähriger Betriebsdauer wurde ein 8-kV-Gürtelkabel von 230 m Länge,  $3 \times 20 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$  im Juli 1947 ausgegraben und durch ein neues 16-kV-Kabel,  $3 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ , ersetzt. Der massive Cu-Leiter von 5 mm Durchmesser wies eine Aderisolation von 4,2 mm und eine Gürtelisolation von 4 mm Dicke auf. Die Höhendifferenz der beiden durch das Kabel verbundenen Transformatorenstationen betrug 29 m. Je drei Kabelabschnitte von ca. 15 m Länge der berg- und talseitigen Enden des Kabels wurden mit Hilfsendverschlüssen ausgerüstet und der dielektrischen Verlustmessung mit Scheringbrücke wie auch der Zeitdurchschlagsprüfung bei Wechselspannung im Hochspannungsprüfraum des SEV unterzogen. Um Vergleichsdaten zu erhalten, wurden gleichzeitig zwei ältere 10-kV-

Kabelabschnitte eines Gürtelkabels,  $3 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ , Aderisolation 3,3 mm und Gürtelisolierung 4 mm dick, sowie ein neues 16-kV-Kabelreststück mit Hochstädterschutz in gleicher Weise geprüft. In Fig. 1 ist der Verlauf des Verlustfaktors  $\text{tg } \delta$  in Ab-

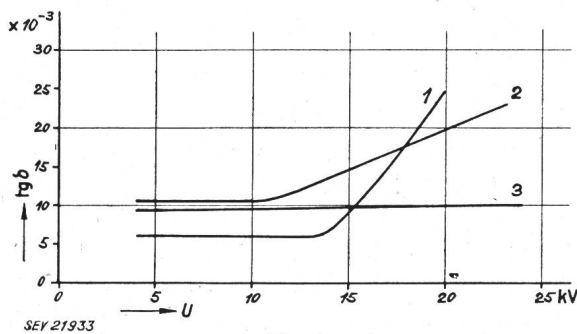


Fig. 1

Dielektrische Verlustmessungen  
 $\text{tg } \delta$  Verlustfaktor;  $U$  Prüfspannung

Kurve	Kabel	Cu-Querschnitt	Temperatur
1	8 kV, Gürtel	$3 \times 20 \text{ mm}^2$	$22^\circ \text{ C}$
2	10 kV, Gürtel	$3 \times 50 \text{ mm}^2$	$11^\circ \text{ C}$
3	16 kV, Hochstädterschutz	$3 \times 70 \text{ mm}^2$	$11^\circ \text{ C}$

hängigkeit der Prüfspannung wiedergegeben, wobei  $\text{tg } \delta$  als Mittelwert der Messpunkte an verschiedenen Adern und Kabelteilstücken für die Beanspruchung Ader gegen «Ader + Ader + Bleimantel» dargestellt ist. Weder aus den Messungen der dielektrischen Verluste noch anhand der nachfolgenden Prüfungen zeigten sich wesentliche Differenzen hinsichtlich Isolationsfestigkeit der beiden Kabelenden (29 m Höhendifferenz). Auch beim Öffnen der Kabelstücke nach Abschluss der Versuche konnte festgestellt werden, dass die Imprägniermasse der Papierisolation nicht nach der tiefsten Stelle des Kabels abgewandert war. Der charakteristische Anstieg des Verlustfaktors bei steigender Prüfspannung, der sog. Ionisationsknick, wurde beim 8-kV-Kabel bei 13,5 kV festgestellt. Dieser Wert liegt über der Phaseinspannung von 9,2 kV des 16-kV-Netzes. Der kleinere Leiterquerschnitt des 8-kV-Kabels von nur  $3 \times 20 \text{ mm}^2$  wirkt sich hinsichtlich elektrischer Beanspruchung ungünstig aus und dürfte den steilen Anstieg des Verlustfaktors über dem Ionisationsknick erklären.

Die bereitgestellten Kabelstücke wurden hierauf ohne Strombelastung einer erhöhten Dauerspannungsprüfung 50 Hz unterworfen, die zum Kabeldurchschlag führen musste. Anhand einiger solcher Messpunkte kann die Zeitdurchschlagsspannung eines Kabels aufgezeichnet und die Grenzspannung ermittelt werden, die das Kabel gerade noch dauernd aushält. In Fig. 2 sind diese Kurven aufgezeichnet, die eine Grenzspannung von ca. 54 kV für das 8-kV-Kabel bzw. 70 kV für das 10-kV-Kabel erkennen lassen. Bei sechs Durchschlagsprüfungen an 8-kV-Kabelstücken sind fünf Durchbruchstellen zwischen zwei Adern erfolgt, während sich nur eine Durchschlagsstrecke zwischen Ader und Bleimantel ausbildete. Die Durchschlagsfestigkeit von zwei Aderisolationen ist somit eher kleiner als diejenige einer Ader gegen den Bleimantel (Gürtelkabel).

Eine weitere Versuchsreihe sollte Anhaltspunkte über die Durchschlagsfestigkeit der Kabel bei Stoss-

beanspruchung ergeben. Die Stoßspannung wurde bei ca. 150...200 kV beginnend, in Stufen von 10 % gesteigert, wobei das Prüfobjekt pro Spannungsstufe mit zehn Stößen beansprucht wurde. Anhand des im Kathodenstrahloszillographen beobachteten

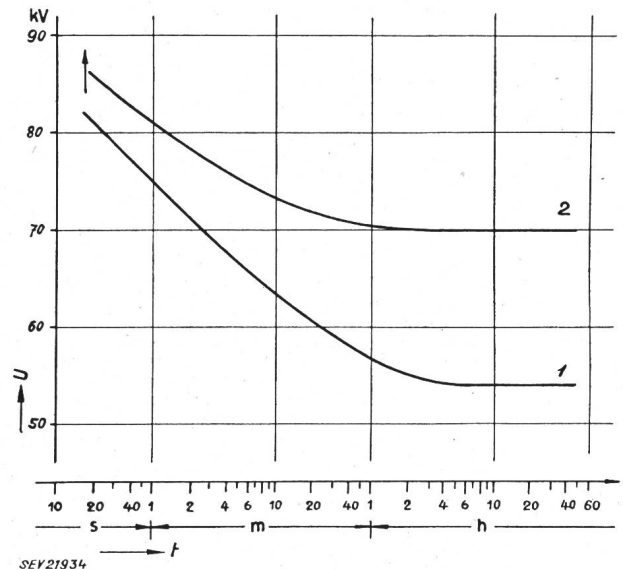


Fig. 2

Durchschlagsprüfungen an Gürtelkabeln

- 1 8-kV-Kabel,  $3 \times 20 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 2 10-kV-Kabel,  $3 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

$U$  Durchschlagsspannung;  $t$  Zeit bis der Durchschlag erfolgte

Wellenverlaufs konnte eine Beschädigung der Kabelisolation unverzüglich festgestellt werden. Aus fünf Prüfungen von 8-kV-Kabelstücken ergaben sich Stossdurchschlagsspannungen Ader-Ader von ca. 230 kV Scheitelwert. Durchschläge zwischen Leiter und Bleimantel sind nicht aufgetreten. Die Stossdurchschlagsspannung der 10- und 16-kV-Kabelstücke lag über 330 kV Scheitelwert. Bei dieser Grenze traten Überschlüge und Durchschläge an den provisorischen Kabelendverschlüssen auf.

#### Dauerversuche an drei verlegten 10-kV-Kabelstücken bei intermittierender Strombelastung und extrem erhöhter Betriebsspannung

Da die Eigenschaften von Kabeln, die die Fabrikationsstätte verlassen, meist gut bekannt sind und gleichmässig ausfallen, so dürfte auch nach sorgfältiger Verlegung und Montage ein ähnliches Betriebsverhalten der Kabelstrecken erwartet werden. Nun sind aber nicht nur die Betriebsbedingungen, welche einer Kabelstrecke zugemutet werden, sehr unterschiedlich. Das geschützt im Boden liegende Kabel wird von Feinden angegangen, über die wir oft keine Kenntnis haben, oder die erst dann bekannt werden, wenn eine Kabelstörung vorliegt. Es sei hier nur an die mechanischen Beschädigungen bei Bauarbeiten und Erdsenkungen, an Blitzeinschlagstellen wie auch an die verschiedenen Arten von Korrosionen erinnert, welche sich aus der speziellen Beschaffenheit oder Behandlung des Erdreichs ergeben. Vorsicht bei der Verallgemeinerung von Versuchsergebnissen ist deshalb sicher am Platze.

Aus der einfachen Überlegung heraus, dass die Geschichte eines älteren Kabels nirgends genau be-

kannt ist und die Maßstäbe für die Beurteilung von Laboratoriumsergebnissen nicht eindeutig vorliegen, wurde die folgende praktische Prüfung von

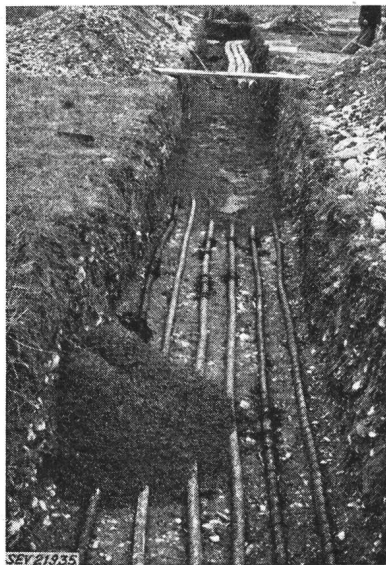


Fig. 3  
Verlegung der drei Kabelstrecken von je 100 m für Dauerversuche in Dietikon

Kabelstücken angeordnet. Ein 305 m langes 10-kV-Gürtelkabel, 3×25 mm<sup>2</sup> Cu, Aderisolation 3,3 mm, Gürtelisolation 3,4 mm Dicke, das im 8-kV-Be-

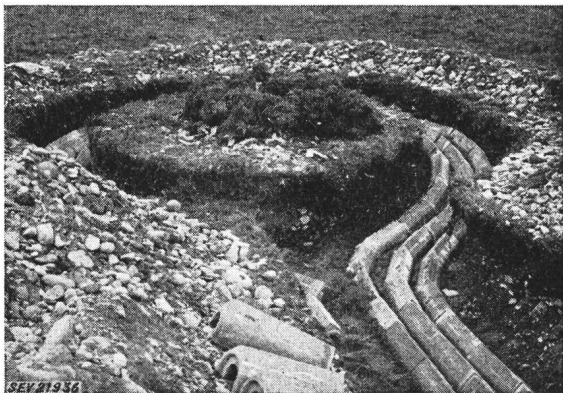


Fig. 4  
Kabelschlaufe im Versuchsgelände

trieb während 14 Jahren im Dorfzentrum von Bauma im Zürcher Oberland verlegt war und ersetzt werden musste, wurde ausgegraben und in Dietikon in drei Längen von je ca. 100 m wieder in üblicher Weise verlegt (Fig. 3 und 4). Die Enden der in schlaufenförmiger Anordnung verlegten Kabelstücke wurden mit 30-kV-Freiluftendverschlüssen ausgerüstet. Über Stromwandler wurde jede Kabelader während 10 h pro Tag mit 50 A belastet und

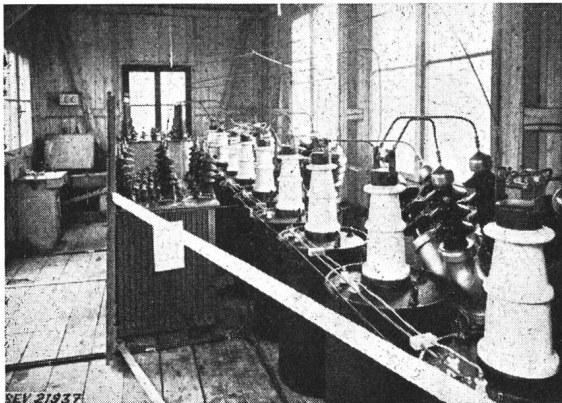


Fig. 5  
Prüfeinrichtungen für die Dauerversuche

ununterbrochen über einen separaten Drehstromtransformator einer erhöhten Betriebsspannung ausgesetzt. Fig. 5 zeigt die Versuchseinrichtung. Die Daten und Ergebnisse dieses Dauerversuches sind in Tabelle I zusammengestellt.

Dieser erste Dauerversuch hat gezeigt, dass das während 14 Jahren mit 8 kV betriebene 10-kV-Kabel auch bei ungünstiger Strombelastung der Beanspruchung mit 20 bzw. 26 kV während mehr als drei Jahren störungsfrei Stand hielt. Das mit dreifach überhöhter Nennspannung betriebene 32-kV-Kabelstück C wies noch eine Lebensdauer von rund 1/2 Jahr auf. Diese für den Betriebsmann anschaulichen Resultate sagen jedoch noch nichts über den Zustand der Kabelisolation nach der extremen Dauerbeanspruchung aus; anhand folgender zweiten Prüfung sollten diese Ergebnisse ergänzt werden. An den Kabelstrecken A und B wurden ungefähr in der Mitte der Grabenlänge Thermoelemente direkt auf

Ergebnisse des 1. Dauerversuches

Tabelle I

Kabelstrecken à 100 m		A	B	C
Betriebsspannung	kV	20	26	32
Strombelastung während 10 h pro Tag	A	50	50	50
Beginn des ersten Dauerversuches		12. 2. 1949	12. 2. 1949	14. 2. 1949
1. Störung am 12. 8. 1949		—	—	a)
2. Störung am 8. 12. 1949		—	—	b)
Ende des 1. Dauerversuches		5. 6. 1952	5. 6. 1952	8. 12. 1949
Totale Betriebsdauer	Jahr	3,3	3,3	ca. 0,5

- Bemerkungen:
- a) Nach 4371 h (ca. 1/2 Jahr) trat ein Durchschlag zwischen zwei Adern in einem Endverschluss unter dem Bleimantel auf. Die Aderisolation im Endverschluss, unmittelbar über dem Bleimantel, zeigte ausgeprägte Glimmspuren. Dieser Endverschluss wurde abgeschnitten, neu montiert und das Kabel C am 3. Dezember 1949 wieder in Betrieb genommen.
- b) Nach weiteren 118 Betriebsstunden trat ein Durchschlag zwischen zwei Adern im Kabel, ca. 15 m vom Endverschluss entfernt, auf. Die Kabelstrecke C wurde hierauf nicht mehr in Betrieb genommen.
- c) Für die Kabelstrecken A und B ergaben sich aus den beiden Störungen a) und b) nur kurzzeitige Betriebsunterbrechungen.



den Bleimantel angebracht und die dielektrischen Verluste mit der Scheringbrücke in kaltem und warmem Zustand kontrolliert. Im weiteren wurde der Belastungsstrom verdoppelt, um rascher weitere Ergebnisse dieser Kabelversuche zu erhalten. Diese sind in Tabelle II und in Fig. 6 zusammengestellt.

Ergebnisse der 2. Dauerprüfung Tabelle II

Kabelstrecken à 100 m	A	B
Betriebsspannung ... .. kV	20	26
Strombelastung während 12 h pro Tag ... .. A	100	100
Beginn des 2. Dauerversuchs ...	12.12.1952	12.12.1952
Störungen am 31. 12. 1952 ...	—	a)
Ende des 2. Dauerversuchs ...	18. 8. 1953	31.12.1952
Betriebsdauer während des 2. Dauerversuchs ... ..	8 Monate u. 6 Tage	19 Tage

**Bemerkung:**  
a) Nach weiteren 452½ h erfolgte ein Durchschlag im Kabel B zwischen zwei Adern, ca. 24 m von einem Endverschluss entfernt. Das Kabel B wurde hierauf nicht mehr in Betrieb genommen.

Die hohen dielektrischen Verluste der Kabelstrecke B im kalten und warmen Zustand nach Abschluss der ersten Dauerprüfung (vgl. Fig. 6) liessen erkennen, dass die Kabelisolation durch die

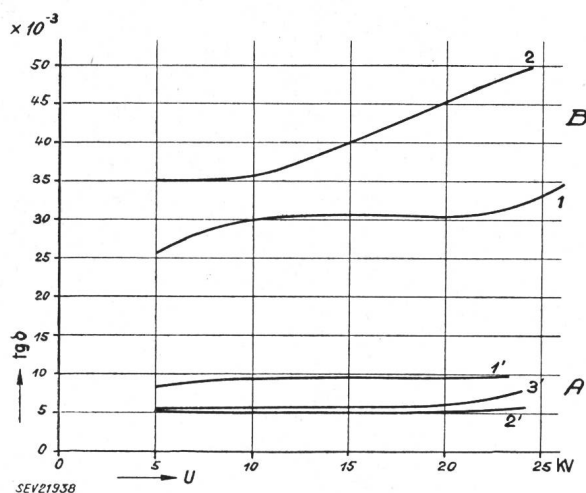


Fig. 6

Dielektrische Verlustmessungen an 10-kV-Kabeln, 3 × 25 mm² Cu, nach der Dauerprüfung

A Kabelstrecke mit Dauerspannung von 20 kV beansprucht  
B Kabelstrecke mit Dauerspannung von 26 kV beansprucht  
tgδ Verlustfaktor; U Prüfspannung

Kurve	Temperaturen		Kabelzustand
	im Boden °C	am Bleimantel °C	
1, 1'	15	15	kalt, unmittelbar nach Dauerversuch von 3,3 Jahren
2	5,6	20	nach Erwärmung bei 100 A Belastung
2'	19,0	34	nach Erwärmung bei 100 A Belastung
3'	19,0	21,6	nach 18stündiger Abkühlung (Ende der Versuche)

vorangegangene Prüfung wesentlich gelitten hatte. Bei erhöhter Strombelastung (100 A) trat auch in der Folge nach weiteren 19 Tagen der Kabeldurchschlag ein. Demgegenüber hat die Kabelstrecke A bei 20 kV einen vierjährigen Betrieb ohne Störung überstanden. Der Zustand der Kabelisolation darf

auch nach Abschluss des zweiten Dauerversuches als gut bezeichnet werden. Ein Minimum der dielektrischen Verluste wurde im warmen Zustand bei ca. 37 °C Leitertemperatur gemessen. Es entspricht dies der bekannten Abhängigkeit des Verlustfaktors von der Temperatur und dem Betriebszustand der Kabel. Als Ergebnis der Dauerprüfungen mit intermittierender Strombelastung und erhöhter Betriebsspannung ist festzustellen, dass dieses während 14 Jahren bei 8 kV betriebene Kabel auch im 16-kV-Betrieb eine ausreichende Lebensdauer aufgewiesen hätte.

### Erfahrungen aus schweizerischen Elektrizitätswerkbetrieben

Um die Erfahrungen zu sammeln, die bisher bei Spannungserhöhung in Kabelnetzen gemacht wurden, hat der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke eine Umfrage bei den Elektrizitätswerken auf Ende 1949 durchgeführt. 28 Werke hatten damals schon die Betriebsspannung ihrer Netze ohne Auswechslung der Kabelstrecken erhöht, und zwar handelte es sich meist um die Verdoppelung der ursprünglichen Netzspannung. Über die vorgenommenen Auswechslungen von Kabelendverschlüssen und Muffen orientiert die folgende Zusammenstellung.

Auswechslung von Kabelendverschlüssen

Tabelle III

		Anzahl Werke
Endverschlüsse	ausgewechselt	15
	zum Teil ausgewechselt	2
	nicht ausgewechselt	9
Muffen <sup>1)</sup>	ersetzt	7
	zum Teil ersetzt	3
	nicht ersetzt	8

<sup>1)</sup> 9 Kabelanlagen besaßen keine Kabelmuffen.

Die gemachten Erfahrungen werden als gut bezeichnet. Schäden an Endverschlüssen traten nicht auf. Von den total festgestellten sieben Störungen sind vier an Kabeln und drei in Muffen aufgetreten (Tabelle IV).

Auffallend an dieser Zusammenstellung in Tabelle IV ist die Tatsache, dass sämtliche Störungen in sehr alten Kabelanlagen auftraten, während die ab ca. 1925 verlegten Kabel nach der Spannungserhöhung keine Schäden zeigten.

Nachdem die Gleichspannungsproben und die Laboratoriumsversuche gezeigt hatten, dass offenbar kein grosses Risiko eingegangen werden muss, haben auch die EKZ im April 1948 ein erstes 8-kV-Kabelstück von 386 m Länge mit 16 kV in Betrieb genommen. Inzwischen sind nun von total 35,6 km noch vorhandenen 8- und 10-kV-Kabeln 12,7 km in den 16-kV-Betrieb übergeführt worden, ohne dass sich bisher irgendwelche Störungen ereignet hätten. Endverschlüsse und Kabelmuffen sind vor der Spannungserhöhung auf 16 kV in den Anlagen der EKZ ersetzt worden.

Aufgetretene Störungen

Tabelle IV

Betriebsspannung kV		Verlegung des Kabels	Jahrzahl der Spannungserhöhung	Störung aufgetreten	Fehler
alt	neu				
7,0	13,6	1912	1933	1938	Kabelfehler, Ursache unbekannt
2,0	4,0	1909	1925...1929	1930	Überlastung, Kabeldurchschlag
2,2	4,3	1912...1914	1927	1928	bei Schaltmanöver Erd- und Kurzschluss im Kabel
10,0	16,0	1910	1934	1936	Kabeldurchschlag
3,2	6,4	1905...1913	1930...1932	1932	Schäden in Muffen, Ursache unbekannt
6,4	12,8	1913...1922	1930	1935	Schäden in Muffen, Ursache unbekannt
2,2	4,3	1912...1914	1927	1935	Montagefehler in Muffen

### Schlussfolgerungen

Wenn auch aus all den vorliegenden Erfahrungen und Messergebnissen nicht mit absoluter Sicherheit auf das Verhalten anderer Kabel geschlossen werden darf, so kann man trotzdem folgendes festhalten:

1. Kabel, die für eine Betriebsspannung von 8...10 kV gebaut sind, dürfen, wenn Muffen und Endverschlüsse ersetzt sind, in der Regel für eine Spannung von 16 kV verwendet werden.

2. In ausgedehnten Kabelnetzen, wo keine Freileitungsanschlüsse bestehen und man daher nicht mit atmosphärischen Überspannungen zu rechnen hat, kann man eventuell sogar auf die Auswechslung der Endverschlüsse verzichten und nur die Muffen verstärken. Durchschläge im Kabel treten dann in der Regel nicht ein, weil zuerst die Endverschlüsse überschlagen werden.

3. Es empfiehlt sich, für lebenswichtige Anschlüsse (Spitäler, Pumpwerke von Wasserversorgungen, Schmutzwasserpumpwerke und dgl.) nur dann alte Kabel für eine höhere Spannung zu verwenden,

wenn diese Betriebe mindestens von zwei Seiten her gespiesen werden können. Ist nur eine einseitige Speisung vorhanden, so ist eine Kabelauswechslung angezeigt.

4. Vor dem Übergang auf eine höhere Spannung sollte an den Kabeln mindestens eine Gleichspannungsprobe durchgeführt und der dabei auftretende Ableitstrom kontrolliert werden. Ein Kabel kann als gesund bezeichnet werden, wenn sich der Ableitstrom im Verlauf der Prüfung langsam reduziert. Andernfalls müsste die Prüfdauer verlängert und gegebenenfalls die schwache Stelle des Kabels ermittelt werden.

5. Die Durchführung dielektrischer Verlustmessungen lohnt sich nur für ganz wichtige Anlagen. Bedingung ist auch, dass für die Aufstellung der Messeinrichtungen genügend Platz zur Verfügung steht, damit Fremdfeldbeeinflussungen vermieden werden. Auch ist selbstverständlich eine genügend grosse Leistung verfügbar zu halten.

#### Adresse des Autors:

E. Schilling, Ingenieur, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Schöntalstrasse 8, Zürich 4.

## Emploi de poteaux en bois jumelés avec isolateurs suspendus pour lignes à 22 kV

Par G. Muller, Strasbourg

621.315.668.1

*On montre par un cas concret et tout à fait exceptionnel le parti que l'on peut tirer de supports en bois en les jumelant judicieusement et en rendant économiquement possible l'introduction de chaînes d'isolateurs suspendus, grâce à des portées moyennes de 100 mètres.*

*An einem konkreten und aussergewöhnlichen Beispiel wird gezeigt, wie Holzmasten, die richtig zu Kuppelmasten zusammengebaut sind, nutzbringend verwendet werden können, falls durch die Wahl von mittleren Spannweiten von 100 m die Verwendung von Hängketten-Isolatoren gerechtfertigt ist.*

Au cours de l'année 1936, la Société Electricité de Strasbourg s'est vue dans l'obligation d'élever la tension de 13 à 22 kV sur une vieille ligne existante d'une longueur de 11 km. Les isolateurs en porcelaine, sur tige, étaient montés sur des consoles qui ne permettaient pas le remplacement pur et simple des isolateurs existants, cependant qu'un grand nombre de poteaux-bois étaient encore réutilisables. Le tracé de la ligne était sinueux, et une rectification de celui-ci s'imposait.

Par suite de difficultés de crédits, la reconstruction à neuf de la ligne ne fut pas possible. Il fut

décidé de tirer un avantage maximum du matériel existant, tout en modernisant l'exploitation. C'est ainsi qu'on se décida à équiper la ligne d'isolateurs suspendus et d'un câble de terre.

L'emploi d'isolateurs suspendus implique le choix de portées relativement grandes, de l'ordre de 100 à 150 m, pour qu'une ligne puisse être économique et cette condition posa de suite le problème de l'implantation des supports. Il est en effet évident qu'avec des supports en bois les portées ne peuvent pas être augmentées indéfiniment, non seulement à cause de la résistance des supports eux-mêmes;