

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses

Band: 70 (1979)

Heft: 4

Artikel: Weitspannungsleitungen mit isolierenden Abstandhaltern

Autor: Dätwyler, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-905353>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.11.2024

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

Weitspannleitungen mit isolierenden Abstandhaltern

Von R. Dätwyler

Kompaktleitungen stellen eine mögliche Lösung dar, um mehrere Leitungsstränge auf einem Mast aufzulegen. Eine Kosteneinsparung ist sicher möglich, wenn eine Parallelleitung damit vermieden werden kann. Man muss sich aber auch bewusst sein, dass mehrere Leitungsstränge auf einem Mast betriebliche Nachteile mit sich bringen. Wo die Vorteile einer Mehrfachleitung und die betrieblichen Nachteile von mehreren Leitungssträngen sich die Waage halten, muss jeder Betriebsinhaber die Ausführungsart selber bestimmen.

En utilisant pour les lignes à grande portée des étriers isolants entre les conducteurs, il est possible de fixer plusieurs ternes aux pylônes. Cela permet d'éviter la construction de lignes parallèles et d'économiser sur les coûts. Mais il faut savoir qu'une telle solution comporte des inconvénients dans le domaine de l'exploitation. Lorsque ceux-ci contrebalancent les avantages de lignes séparées, il importe de réfléchir par deux fois au moment de la décision.

1. Einleitung

Die Probleme, die sich beim Bau von neuen Freileitungen ergeben, beginnen schon bei der Auslegung unserer Gesetzesverordnung. Ein langwieriger und mühsamer Weg führt dann von der Starkstromvorlage über den Erwerb der Durchleitungsrechte bis zum Bau der Leitung. Die Zeitspanne zwischen der Beschlussfassung und der Inbetriebnahme der Leitung dauert in der Regel mehrere Jahre.

Immer wieder wird die Forderung gestellt, Parallelführungen zu vermeiden und die Leitungstrassen möglichst schmal zu halten. Dies vor allem in der Nähe von Unterwerken, wo mehrere Freileitungen zusammentreffen. Die gleichen Probleme stellen sich auch, wenn neue Baugebiete in der Nähe bestehender Leitungen erschlossen werden. Ganz schwierig wird die Situation, wenn eine schon durch Bauten eingengegte Leitung später noch erweitert werden muss. Als Alternative muss die Leitung dann meistens verkabelt oder die Freileitung selbst noch schmaler gebaut werden.

In solchen Fällen wurde nun verschiedentlich versucht, die nach der bekannten deutschen Abstandsformel 0210 errechneten Leiterdistanzen zu reduzieren und dafür die Leiterseile mit isolierten Abstandhaltern miteinander zu verbinden. Diese bei den Centralschweizerischen Kraftwerken (CKW) auch angewandte VDE-Vorschrift verlangt, dass sich unter Spannung stehende Leiter nicht berühren dürfen.

Der Einfachheit halber werden solche Leitungen nachstehend als «Kompaktleitungen» bezeichnet. Darunter werden Weitspannleitungen verstanden, die sich dadurch unterschei-

den, dass die Phasenabstände kleiner als errechnet gewählt werden. Damit die Betriebssicherheit trotzdem gewährleistet ist, sind die einzelnen Leiter mit isolierenden Abstandhaltern miteinander zu verbinden.

2. Massnahmen zur Stabilisierung der Leiter

Schon vor rund 50 Jahren wurden zur Stabilisierung der Leiter bei einer 50-kV-Weitspannleitung des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich in der Gegend von Fällanden isolierende Abstandhalter eingebaut (Fig. 1). Dies konnte dem Heft Nr. 2 der STEMAG-Nachrichten vom Jahre 1928 entnommen werden.

Dazumal wurde folgendes geschrieben:

«Bei grossen Spannweiten ist es bekanntlich erforderlich, den Leiterabstand verhältnismässig gross zu wählen mit Rücksicht auf die grosse Gefahr des Zusammenschlagens der verschiedenen Phasen. Trotz alledem lässt sich aber das Zusammenschlagen von Leitern nicht vermeiden, wenn aussergewöhnliche Umstände, wie stürmische Winde oder im Winter das Abwerfen von Rauheif oder Schneelast eintreten. Vielfach sind damit umfangreiche Störungen verbunden, nicht selten ist das Abschmelzen der Leiter.

An der vorgenannten Leitung wurde vom Elektrizitätswerk der Stadt Zürich eine ganz neuartige Massnahme getroffen, die das Zusammenschlagen der Leiter verhindert.

In der Mitte zwischen den beiden Masten sind die einzelnen Phasen durch Distanzstücke gegeneinander abgestützt. Die Konstruktion der Distanzhalter besteht aus 4 Steatit-Stub-Isolatoren, von denen je zwei hintereinander geschaltet und mit einem Stab verbunden sind.»

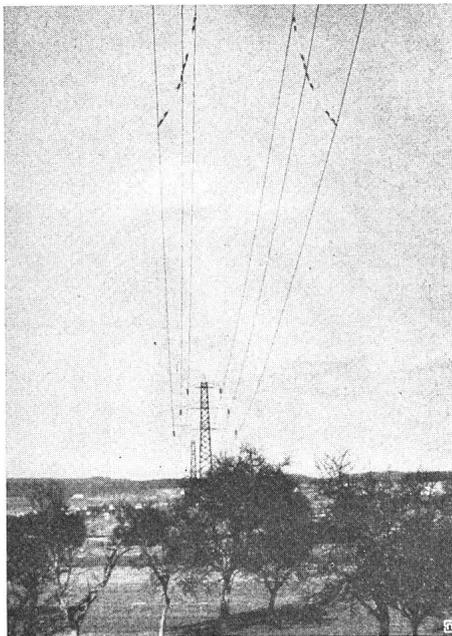


Fig. 1
50-kV-Weitspann-
leitung
mit isolierenden
Abstandhaltern bei
Fällanden
im Jahre 1928

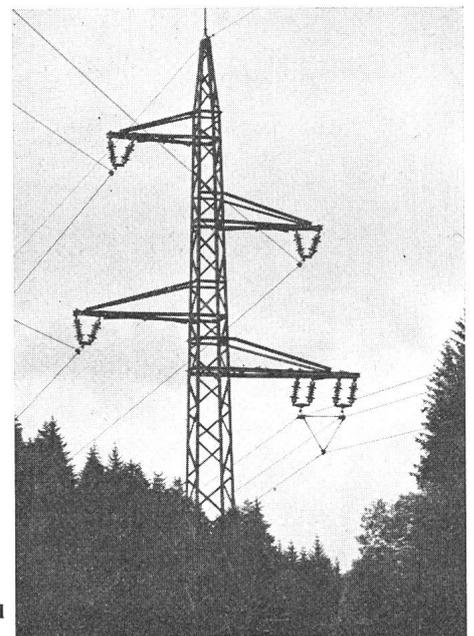


Fig. 2
Weitspann-Kompakt-
leitung bei Schenkonzell
(BRD)

Vor etwa 10 Jahren haben die Badenwerke im nördlichen Schwarzwald bei Schenkonzell eine Weitspann-Kompaktleitung mit isolierenden Abstandhaltern gebaut (Fig. 2).

Die folgenden Ausführungen sind der Veröffentlichung von Herrn Moser, Ingenieur der Badenwerke, in der Elektrizitätswirtschaft vom Jahre 1969 entnommen:

«Diese Bauart wurde gewählt, weil der Bau einer neuen Doppel-leitung auf dem Trasse der bestehenden Einfachleitung grosse Schwierigkeiten und erhebliche Mehrkosten verursacht hätte. Vor allem wären breitere Waldschneisen und neue Maststandorte zu erwerben gewesen. Somit wurde nach einer neuen Lösung gesucht, um auf dem Trasse der bestehenden Gittermastenleitung einen zweiten Strang auflegen zu können. Auf den bestehenden Gittermasten wurde dann ein vierter Ausleger montiert. An diesem konnte eine Kompaktleitung befestigt werden. An Stellen, wo der Bodenabstand bei Talkreuzungen nicht ausreichte, ist dann auch die obere Leitung gebündelt, d.h. kompakt gebaut worden. Als Bündel wurde eine Dreieckanordnung gewählt. Der Nachzug dieser drei zusätzlichen Leiter bedingte eine Verstärkung der bestehenden Gittermasten. Als isolierende Abstandhalter sind Kunststoffisolatoren von 75 cm Länge gewählt worden.»

Die Ausführungen mit horizontalen Leiteranordnungen haben dann in der Schweiz einige Anwendungsbeispiele gefunden. Die Nordostschweizerischen Kraftwerke haben in Oftringen bei zwei Spannweiten einer zweisträngigen 50-kV-Leitung die Leiter mit Kunststoffisolatoren distanziert, um das Zusammenschlagen zu verhindern (Fig. 3).

Bei dieser Leitung hätte bei den Spannweiten von 386 m und 428 m ein Leiterabstand von 2,93 bzw. 3,17 m gewählt

werden müssen. In diesem Fall konnten aber auf den bestehenden Masten anstelle eines 50-kV-Leitungsstranges deren zwei mit einer Leiterdistanz von 2,5 m aufgelegt werden.

Infolge Durchleitungsschwierigkeiten mussten bei einer Betonmastenleitung der CKW in Immensee der 50- und 12-kV-Strang sowie das Erdseil auf einer Ebene montiert werden, und zwar so, dass die einzelnen 50- und 12-kV-Phasenleiter und das Erdseil abwechslungsweise nebeneinander zu liegen kommen. Damit das Trasse nicht allzubreit wurde, und weil dieser Leitungsabschnitt ebenfalls starken Windeinflüssen ausgesetzt ist, wurden in dieser Spannweite isolierende Distanzhalter eingebaut (Fig. 4).

Die Spannweite beträgt etwa 170 m. Die mit zwei Gelenken ausgerüsteten 1,5 m langen Distanzhalter sind aus Kunststoff. Bis heute hat sich diese Anordnung bewährt.

Eine weitere Anlage, bei der die einzelnen Leiter mit isolierten Abstandhaltern distanziert sind, befindet sich im Bahnhof Goldau. Bei starkem Föhnsturm haben sich die Leiter, die zum Schaltposten führen, berührt und Kurzschlüsse verursacht. Seit dem Einbau dieser Distanzisolatoren ist die Anlage störungsfrei in Betrieb (Fig. 5).

Zufälligerweise stellte ich auf einer Wanderung im Gebiet von Arosa fest, dass die 50-kV-Zuleitung zum EW Arosa offenbar schon beim Bau mit isolierenden Abstandhaltern ausgerüstet worden ist (Fig. 6).

Alle diese Kompaktleitungsanlagen haben die CKW bewogen, die Probleme, wie sie sich bei 20 und allfällig bei 50 kV ergeben, näher zu untersuchen.

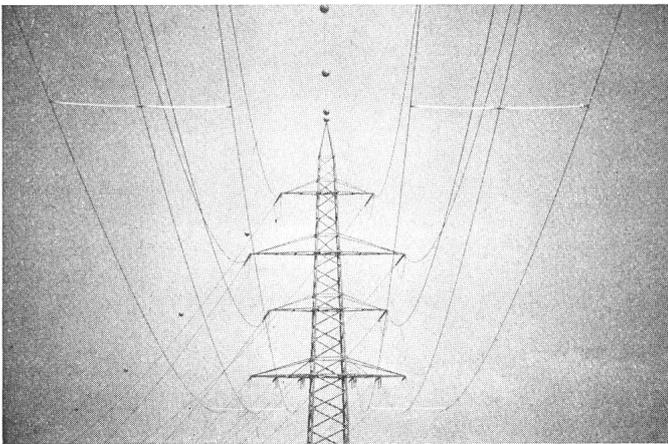


Fig. 3 50-kV-Leitung der NOK mit Kunststoff-Distanzhaltern

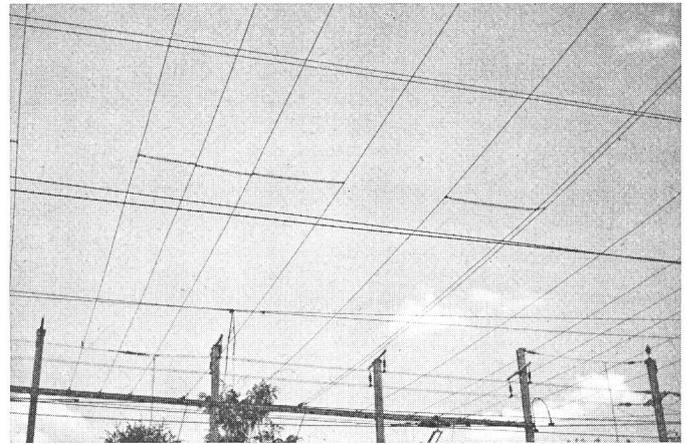


Fig. 5 Kompaktleitung im Bahnhof Goldau

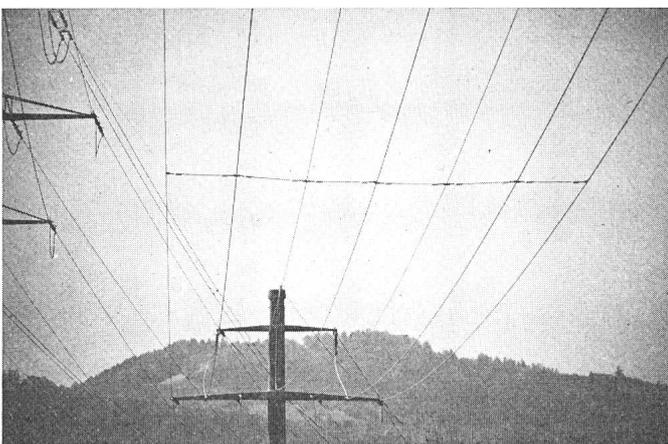


Fig. 4 50- und 12-kV-Leitung der CKW mit isolierenden Distanzhaltern aus Kunststoff

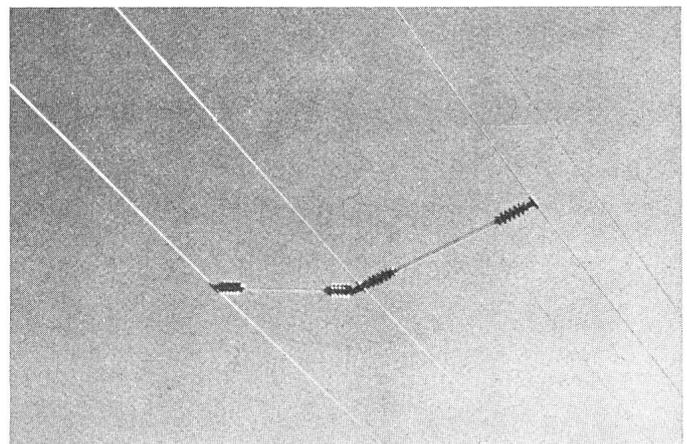


Fig. 6 50-kV-Zuleitung zum EW Arosa

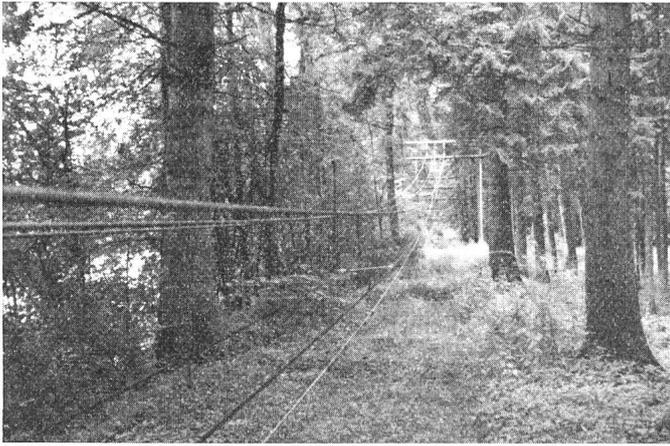


Fig. 7 Versuchsanlage auf dem Areal des Kraftwerkes Rathausen

Bis jetzt hat anscheinend niemand nähere Abklärungen über das Verhalten bei verschiedenen Betriebszuständen solcher Leitungen durchgeführt.

In Zusammenarbeit mit befreundeten Werken, insbesondere mit den Bernischen Kraftwerken, haben die Centralschweizerischen Kraftwerke an mehreren Besprechungen die technischen Belange erörtert. Interessant war vor allem, die Unterschiede zwischen Dreieck- und Horizontalanordnung herauszufinden sowie das Verhalten der Leiter bei starken Windeinflüssen und das Abfallen von Schnee- und Eislasten an einzelnen Seilen festzustellen. Von grossem Interesse war aber auch das Verhalten der Leiterseile und der isolierenden Abstandhalter bei Kurzschlüssen und stehenden Flammbögen.

Es gab noch andere Überlegungen zu machen. Zum Beispiel kann die Übertragungskapazität einer Leitung gesteigert werden, je näher die Leiter montiert sind. Nur sind solchen Minimalabständen aus praktischen Gründen wieder Grenzen gesetzt.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur näherer Untersuchung dieser Probleme wurde auf dem Areal des Kraftwerkes Rathausen eine Dreieck- und eine Horizontalspannweite übereinander und vom Boden aus «berührbar» aufgebaut (Fig. 7).

Daten dieser Versuchsanlage:

- Länge 174 m
- 240 mm² Aldreyseil
- Reglage 2,5 kg pro mm² bei 10 °C
- Durchhang 4,20 m

Bei dieser spannungslosen Versuchsstrecke sind anstelle der Isolatoren Eisenstäbe mit Klemmen eingebaut worden. So war es möglich, die Phasenleiterabstände beliebig zu variieren.

Um das Verhalten der Kompaktleitungen bei starkem Wind festzustellen, wurden die Leiter mechanisch in starke Schwingungen versetzt. Diese Versuche ergaben, dass sich das Horizontalbündel viel stabiler verhält. Damit das mechanische Verhalten bei beiden Systemen gleichwertig war, musste beim Dreieckbündel die doppelte Anzahl Abstandhalter eingebaut werden.

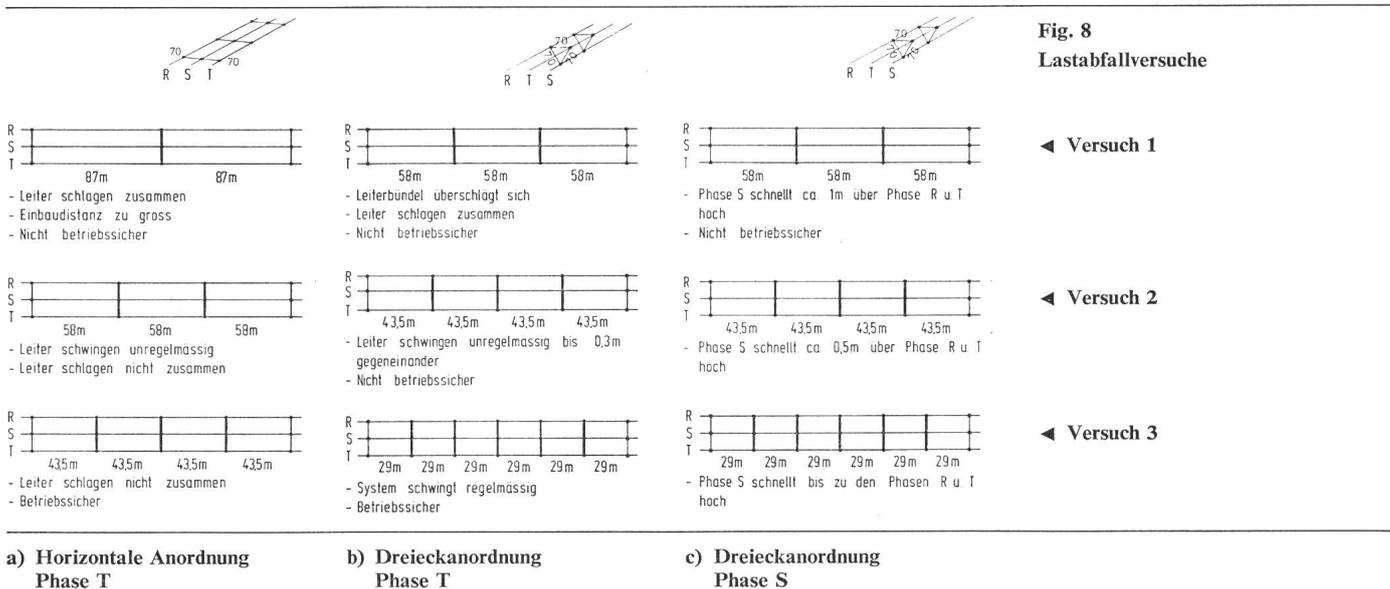
Ein Dreieckbündel lässt sich auch bei grösserer Distanzierung der Leiter verhältnismässig leicht überdrehen. Es ist im Verhalten labiler. Ein Horizontalbündel lässt sich nicht oder nur mit sehr grosser Gewaltanwendung überdrehen.

Schneelastabwürfe wurden besonders sorgfältig untersucht. Auch hier ist vorweg zu erwähnen, dass sich das Horizontalbündel stabiler als das Dreieckbündel verhält. Um das Zusammenschlagen der Leiter beim Dreieck- und Horizontalbündel bei gleichen Versuchsverhältnissen zu verhindern, muss beim Dreieckbündel auch wieder die doppelte Anzahl Distanzhalter eingebaut werden (Fig. 8).

In Zusammenarbeit mit der EPUL, der Firma Panel-Gardy, der Porzellanfabrik Längenthal, der Compagnie Vaudoise d'Electricité und den Centralschweizerischen Kraftwerken konnten vom 22. bis 25. November 1977 in Préverenges Hochstromversuche durchgeführt werden.

Das Versuchsprogramm sah vor:

1. Versuche zur Bestimmung des mechanischen Verhaltens von Kompaktleitungen bei Kurzschlüssen. Geplant waren 2- und 3phasige Kurzschlüsse mit ca. 10 bis 20 kA Stromstärke und variabler Dauer.
2. Versuche zur Bestimmung des Verhaltens der Phasenabstandhalter bei Kurzschlusslichtbögen mit variabler Stromstärke und Dauer.



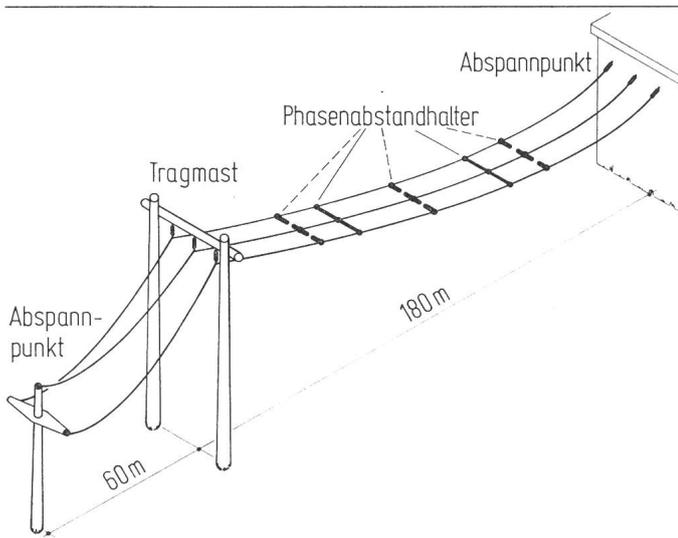


Fig. 9 Anordnung auf dem Versuchsgelände der SAPAG bei Préverenges
Phasenabstandhalter $2 \times 0,9$ m:
— 60 m Distanz
- - - 45 m Distanz

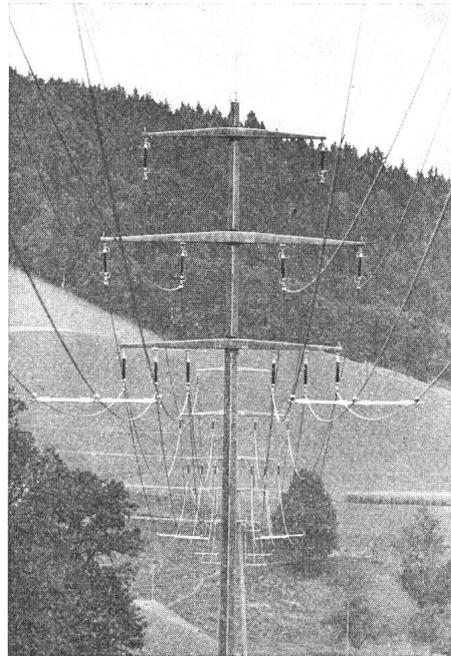
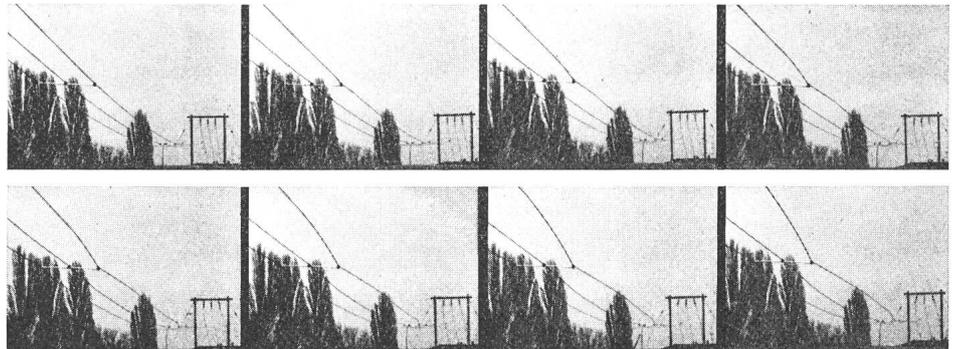


Fig. 11
Kompaktleitung mit
Horizontalanordnung

Fig. 10
Ausschwingphase der Leiterseile
beim Kurzschlussversuch
(Bildfolge von links nach rechts)



Auf dem Gelände des Leistungsversuchsorts der SAPAG bei Panel-Gardy in Préverenges wurde wieder eine Kompaktleitung aufgebaut (Fig. 9).

Die Versuchsanlage wurde wie folgt erstellt:

2 Spannweiten von 180 und 60 m, reguliert mit $2,5 \text{ kg/mm}^2$ bei 10°C

3 Leiterseile 240 mm^2 Ad

Eingebaute Isolatoren L 75/8

Die ersten Kurzschlussversuche wurden mit zwei eingebaute Abstandhaltern mit Distanzen von 60 m durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass bei Stromstärken von etwa 17 kA die Leiter zusammenschlagen und das ganze Leiterbündel stark ausschwingt.

In der Folge wurde dann die Spannweite mit drei Abstandhaltern mit Abständen von 45 m bestückt. Bei dieser Anordnung waren die Ausschwingungen sichtbar kleiner. Die Leiterseile berührten sich beim Zurückschwingen nur noch selten oder überhaupt nicht mehr.

Die Bilderserie in Fig. 10 zeigt die Ausschwingphase der Leiterseile beim Ablauf eines Kurzschlussversuches (zeitlicher Bildabstand ca. $\frac{1}{20}$ Sekunde).

Somit stimmen auch diese Kurzschlussversuche mit den in Rathausen durchgeführten mechanischen Versuchen von Schnee- oder Eislastabwürfen recht gut überein.

4. Schlussfolgerungen

Aus den verschiedenen Versuchen können die folgenden Schlüsse gezogen werden:

- Die Dreieckanordnung ist teurer als eine Horizontalanordnung. Dies resultiert vor allem aus den komplizierten Konstruktionen, die auf den Abspannmasten anzubauen sind. Zudem müssen mehr und in Dreieck angeordnete Isolierstäbe eingebaut werden.

- Die Dreieckanordnung kann zur Anwendung kommen, wenn eine bestehende Leitung aus verschiedenen Gründen erweitert oder verstärkt werden muss und dabei die bestehende Trassebreite aus baulichen Gründen nicht verändert werden kann.

- Horizontalanordnungen können wie eine konventionelle Leitung an den Masten abgespannt oder aufgehängt werden. Bei der Montage ergeben sich keine zusätzlichen Aufwendungen. Der Einbau der isolierenden Phasen-Abstandhalter kann von einem auf den Seilen fahrenden Wagen aus erfolgen (Fig. 11).

Wenn eine Betonmasten- oder Gittermastenleitung von Grund auf neu geplant und gebaut werden muss, so ist eine Horizontal-Kompaktleitung sicher vorteilhafter und preiswerter.

Adresse des Autors

R. Dätwyler, Vizedirektor der Centralschweizerischen Kraftwerke, Hirschengraben 33, 6002 Luzern.