

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 34 (1943)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Erwärmungsversuch an einem verlegten 6-kV-Kabel  
**Autor:** Wanner, O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061714>

### **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:** 03.04.2025

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

stück vom Kraftwerk Augst aus an sämtlichen 5 Kabeln unter dem Bleimantel ein Temperaturmessband angebracht (Fig. 1). Dieses besteht aus einem Baumwollband von ca. 10 mm Breite, in welchem 4 isolierte Kupferdrähte von 0,3 mm  $\varnothing$  und 1 Stahl-

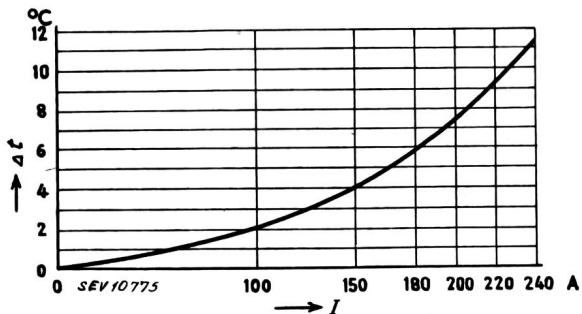


Fig. 8.

Temperatur-Differenz zwischen Kupferleiter und Bleimantel

draht von 0,5 mm  $\varnothing$  (zwecks Erhöhung der Zerreissfestigkeit) eingewoben sind. Je 2 der Kupferdrähte sind in der ersten Muffe nach dem Kraftwerk zu einer Schleife verbunden. An 3 Kabeln befindet sich in der Mitte um den zentralen Bei-

Meßschleifen ist die Temperatur des Bleimantels, mit den zentralen Meßschleifen die Temperatur der Kupferleiter bestimmt worden. Da die von den Stromleitern entwickelte Wärme nur nach aussen abfließen kann, so hat das Zentrum des Kabels die gleiche Temperatur wie die Leiter selbst. Aus Fig. 2...7 sind die Temperatur-Zu- und Abnahmen des Bleimantels und der Leiter ersichtlich. In Fig. 8 ist die Temperaturdifferenz zwischen Kupferleiter und Bleimantel im Beharrungszustand bei Dauerlast in Funktion der Stromstärke aufgezeichnet.

Nach Durchführung der Versuche wurden die äusseren Meßschleifen an ein Registrierinstrument (Sechsfarbensreiber) angeschlossen, das die Bleimantel- sowie die Bodentemperatur fortlaufend registriert (Fig. 9). Durch Addition der vom Registrierinstrument aufgezeichneten Bleimanteltemperatur und der Temperaturdifferenz zwischen Kupferleiter und Bleimantel, welche nach Fig. 8 der Dauerbelastungsstromstärke entspricht, wird die Leitertemperatur bestimmt. Es wäre möglich, die zentralen Meßschleifen zur Registrierung zu benutzen, was jedoch aus Sicherheitsgründen nicht zu empfehlen ist.

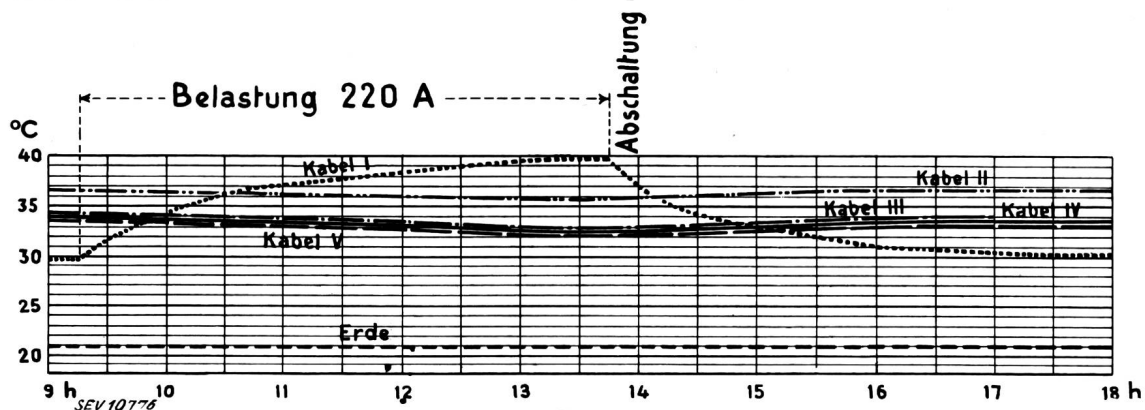


Fig. 9.

Aufzeichnung der Kabel- und Bodentemperaturen durch Registrier-Instrument

lauf ebenfalls ein Band mit je 2 Meßschleifen. Die Enden der Messdrähte sind im Kraftwerk an zugänglicher Stelle an Klemmen geführt.

Nachdem im unbelasteten Zustand des Kabels die Widerstände der Meßschleifen sowie deren Temperatur bestimmt waren, wurden mit konstanter Stromstärke verschiedene Erwärmungsversuche (Fig. 2, 4 und 6) und sodann Abkühlungsversuche (Fig. 3, 5 und 7) durchgeführt. Mit den äusseren

Diese Messeinrichtung ermöglicht die ständige Ueberwachung der Kabeltemperaturen (Fig. 9). An Hand der gemachten Messungen können auch Erwärmungskurven für Ueberlast aufgestellt werden. Daraus könnte in einem Spezialfall (Störung einer andern Uebertragungsleitung, wenn die Ueberlastung der Kabel für kurze Dauer erforderlich wäre) zum voraus bestimmt werden, nach welcher Zeit die noch zulässige Temperatur erreicht wird.

## Erwärmungsversuch an einem verlegten 6-kV-Kabel

Von O. Wanner, Basel

621.315.2.017.71

Erwärmungsmessungen an der Kabelanlage Voltastrasse-Kleinbasel über die Dreirosenbrücke ergaben, dass die Temperaturdifferenz zwischen Bleimantel und Umgebung am grössten ist (18°) bei Verlegung in Mannesmannrohren, die auf Holzrosten in freier Luft in der Brücke liegen, kleiner (12°), wo die Kabel in einem Betonkanal unter dem Trottoir eingelegt sind, und noch kleiner (8,8°) wo die Kabel normal, d. h. im Erdboden, ca. 1,2 m tief, in Sand eingebettet und mit Zementpanzern zugedeckt sind. Gemessen wurde ferner die Leitererwärmung. Die Messresultate sind in Kurven dargestellt.

Des mesures d'échauffement opérées dans l'installation de câbles de la Voltastrasse au Petit-Bâle ont montré que l'écart entre la température de la gaine de plomb et l'ambiance atteint son maximum (18° C) là où les câbles sont tirés dans des tubes Mannesmann. Il est nettement plus faible (12° C) dans les caniveaux en béton aménagés sous les trottoirs et atteint un minimum (8,8° C) là où les câbles sont simplement logés dans le sol à 1,2 m de profondeur, dans du sable et recouverts par une chappe de béton. L'échauffement des conducteurs a également été mesuré. Les résultats des mesures sont reproduits par des diagrammes.

Vom Unterwerk Voltastrasse aus sind nach Kleinbasel durch die Dreirosenbrücke 6-kV-Kabelleitungen verlegt, die drei charakteristische Verlegungsarten aufweisen:

1. Zwischen Unterwerk (Grossbasel) und Brücke sind die Kabel im Erdboden in ca. 1,2 m Tiefe in Sand gebettet und mit Zementpanzern und Zementsteinen zugedeckt.

2. In der Brücke, welche eine Länge von 255 m hat, sind die Kabel in Mannesmannrohre von 100 mm  $\varnothing_i$  und 108 mm  $\varnothing_a$  eingezogen. Die Rohre ruhen auf einem Rost aus Holzbrettern. In einem Reserverohr ist zur Ermittlung der Umgebungstemperatur ein Temperaturmesskabel eingezogen.

3. Auf der Seite Kleinbasel sind die Kabel in der Zufahrtsrampe zur Brücke in einen Betonkanal unter dem Trottoir eingelegt.

Einige Kabel haben auf diesen drei Teillängen Temperaturmessschleifen unter dem Bleimantel<sup>1)</sup>, die ermöglichen, die mittlere Bleimanteltemperatur während des Betriebes zu messen. Um die Temperaturverhältnisse auf den drei Teilstrecken zu ermitteln, wurden an einem Kabel am 2. und 3. August 1941 Erwärmungs- und Abkühlungsversuche durchgeführt. Das Kabel wurde zuerst mit 200 A im Kurzschluss belastet. Die graphische Auswertung des Versuchs ist in Fig. 1 dargestellt. Der Zusammenhang zwischen Leitertemperatur und Bleimanteltemperatur wurde bereits früher untersucht<sup>2)</sup>.

Die Temperaturdifferenz zwischen Bleimantel und Umgebung ist mit 18° C am grössten bei der Verlegung in Mannesmannrohren, weniger gross mit 12° C bei der Verlegung im Kanal der Kleinbasler Brückenrampe und noch kleiner mit 8,8° C bei der normalen Verlegung im Erdboden (in Grossbasel). Die Dauer bis zum Erreichen der maximalen Uebertemperatur beträgt ca. 8 Stunden für die Anordnung in der Rohrleitung und ca. 3 Stunden für das normal im Erdboden verlegte Kabel.

Die Temperatur des Messkabels durch die Brücke stieg dauernd an, und zwar von 14,6° C auf 20,7° C, um am folgenden Morgen wieder auf 17,7° Celsius abzusinken. Grösser war die Schwankung, gemessen an einem Temperaturelement im Kabelkanal der Rampe Kleinbasel. Die Temperatur stieg von 19,7° C auf 28,2° C; am folgenden Morgen wurden 22,4° C gemessen.

1) Fig. 1 des vorhergehenden Artikels.

2) Fig. 8 des vorhergehenden Artikels.

Sehr gering waren hingegen die Schwankungen der Bodentemperaturen auf der Grossbasler Seite. Die Variationen lagen innert 0,5° C während der ganzen Versuchsdauer.

Während der Versuche herrschte warmes Sommerwetter mit leichtem Wind rheinaufwärts, bedeckter Himmel zwischen 13 h und ca. 15 h, sonst während der ganzen Versuchsdauer Sonne.

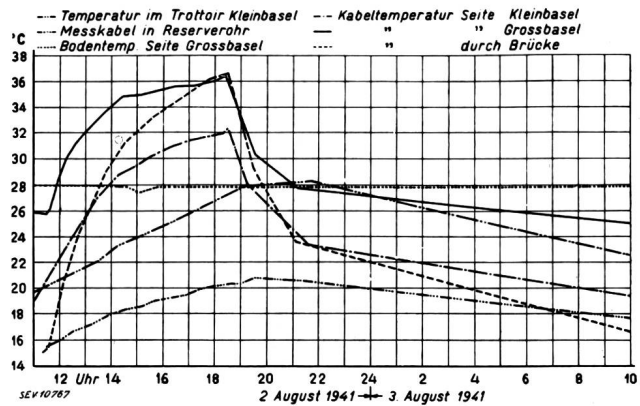


Fig. 1.

Nach den Angaben des VDE beträgt die zulässige Erwärmung im Dauerbetrieb für Hochspannungskabel 25° C; die VDE-Tabelle gibt hierfür als extrapolierten Wert bei der Verlegung im Erdboden 250 A an. Auf Grund der an der Augster Leitung durchgeführten Versuche ergibt sich ein Temperaturgefälle zwischen Leiter und Bleimantel von 7° C bei 200 A Belastung. Die Uebertemperatur von 25° C wird somit erreicht:

für 200 A in der Rohrleitung  
entsprechend 80 % des VDE-Wertes  
für 220 A im Kanalstück  
entsprechend 87 % des VDE-Wertes  
für 245 A in der Rampe Grossbasel  
entsprechend 98 % des VDE-Wertes

Bei tieferen Boden- und Aussentemperaturen kann die zulässige Belastung des Kabels gesteigert werden. Die Versuche vom 2. und 3. August ermöglichen die Berechnung dieser maximalen Belastung für kurzzeitigen und Dauerbetrieb. Die benachbarten Kabel waren während der Versuche (Samstag) sehr schwach belastet; ihr Einfluss auf die Erwärmung des gemessenen Kabels kann vernachlässigt werden.

## Die Wärmestrahlung

### Zusammenfassung der für die Praxis wichtigen Strahlungsgesetze

Von O. Sauter, Aarau.

536.33

Die Begriffe, die zur Charakterisierung eines strahlenden Körpers dienen, werden erläutert und die physikalischen Gesetze der Wärmestrahlung kurz repetiert. Dann folgen die in der Praxis üblichen Formeln zur Berechnung der Wärmestrahlung technischer Oberflächen. Eine Tabelle enthält die Strahlungszahlen für Temperaturen bis ungefähr 200° C für die gebräuchlichsten technischen Oberflächen. Der Artikel stellt eine für den Praktiker bestimmte Zusammenstellung der wichtigsten, der Literatur entnommenen Angaben auf dem Gebiete der Wärmestrahlung dar.

Exposé des caractéristiques d'un corps rayonnant et rappel des lois physiques du rayonnement thermique. Formules pratiques pour le calcul du rayonnement thermique de surfaces techniques. Tableau des indices de rayonnement des surfaces les plus courantes jusqu'aux températures d'environ 200° C. Destiné aux praticiens, cet article fournit les données les plus importantes parues à ce sujet dans la littérature technique.