

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 47 (1956)  
**Heft:** 14

**Artikel:** L'échauffement es conducteurs câblés de lignes aériennes  
**Autor:** Lang, V.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058215>

### **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:** 18.01.2025

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

Das Einregulieren des Durchhanges erfolgt in der Regel durch Einvisieren mittels Messlatten; bei grossen Durchhängen und Höhenunterschieden muss der Durchhang mit Nivellierinstrumenten eingemessen werden. Um das sogenannte Recken der Seile zu berücksichtigen, ist es üblich, das Seil mit etwa 3 % kleinerem Durchhang zu verlegen.

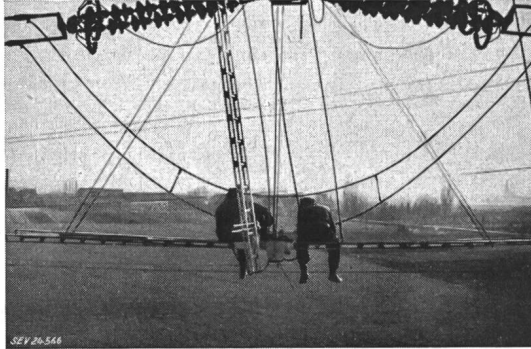


Fig. 24  
Schliessen der Stromschlaufe eines Zweierbündels  
mit senkrechter Anordnung

Als zugfeste Feldverbinder werden in der Regel die Kerbverbinder eingebaut. Für das Stahlaluminiumseil 240/40 werden z. B. zwei Kerbverbinder mit je 52 cm Länge benötigt. Die Erfahrung zeigt, dass unter dem mechanischen Zug der Kontakt-

druck so verstärkt wird, dass keine Störungen auftreten. In den zugentlasteten Verbindungen der Stromschlaufen ist vor allem dafür zu sorgen, dass der Kontaktdruck genügend gross ist, damit immer eine metallische Berührung zwischen Klemme und Seil vorhanden ist und eine Verschlechterung des Kontaktes durch Oxydation zuverlässig vermieden wird. In der Regel werden Kerbverbinder oder Deckelstromklemmen, mit kräftigen Federplatten zur Erzielung eines ausreichenden Kontaktdruckes versehen, eingebaut. Die sogenannte Alutherm-Schweissverbindung hat sich bis jetzt noch nicht im grossen Umfang durchgesetzt. Bei dieser Art der Verbindung erhält man an der Verbindungsstelle einen homogenen Gusskörper, der mindestens die gleiche Leitfähigkeit wie die verbundenen Seile hat. Für die zugentlastete Stromschlaufenverbindung braucht keine zusätzliche Verstärkung vorgesehen werden. Fig. 24 zeigt das Schliessen der Stromschlaufe eines Zweierbündels.

Mit dem Bau der ersten Bündelleitungen wurde in Deutschland vor 5 Jahren begonnen. Abgesehen von ganz vereinzelt Fällen, in denen infolge von Böen und Stürmen Zweierbündel umschlugen, ohne dass dadurch die Betriebsfähigkeit beeinträchtigt wurde, sind Störungen bis heute nicht bekannt geworden.

Adresse des Autors:

Dipl. Ing. H. Mors, Oberingenieur der Brown, Boveri & Cie., A.-G., Augusta-Anlage 7...11, Mannheim.

## L'échauffement des conducteurs câblés de lignes aériennes

Par V. Lang, Baden

621.315.145 : 621.3.017.71

*Description d'un abaque permettant de déterminer rapidement l'échauffement d'un conducteur quelconque, en fonction de la charge et pour différentes vitesses de vent.*

*Es wird die Verwendung eines Diagramms beschrieben, welches für einen beliebigen Leiter und für verschiedene Windgeschwindigkeiten, die Leiter-Erwärmung in Funktion der Belastung rasch abzulesen ermöglicht.*

Le constructeur de lignes aériennes a souvent besoin de déterminer, d'une manière simple et rapide, la température maximum d'un conducteur câblé chargé par le courant, pour différentes vitesses de vent. L'abaque (fig. 1) qu'utilise depuis plus de 20 ans la S. A. Motor-Columbus, Baden, est d'un emploi universel et suffisamment précis pour les différentes lignes aériennes. Il répond parfaitement aux exigences de la pratique. Nous en expliquerons brièvement la construction et en donnerons un exemple d'utilisation.

Les courbes de températures sur lesquelles est basé cet abaque, et qui indiquent la température des conducteurs en fonction de l'échauffement pour différentes vitesses de vent, ont été déterminées expérimentalement dans une petite soufflerie. Pour des raisons d'ordre technique, il n'avait été possible de procéder au soufflage que dans le sens longitudinal des conducteurs chauffés par court-circuitage, ce qui permettait d'obtenir une répartition uniforme du vent sur une longueur de mesure suffisante et des vitesses de vent jusqu'à 12 m/s. On avait

essayé des conducteurs câblés en différents métaux et de différentes sections.

Les résultats de ces mesures permirent de déterminer les coefficients  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  et les exposants  $a$  et  $b$  de l'équation (1) relative à la chaleur, pour l'état stationnaire. On sait que cet état s'établit dès que la température maximum du conducteur est atteinte, pour une intensité de courant donnée, et que toute l'énergie par effet Joule se dissipe dans l'air.

Dans ces conditions, on a :

$$I^2 R = Q = k_1 \cdot \Delta t^a (1 + k_2 v^b) + k_3 \left[ \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 \right] \quad (1)$$

où  $Q$  est la quantité de chaleur dissipée dans l'air, en  $W/m^2$  de surface du conducteur,

$\Delta t$  la surélévation de température du conducteur, en  $^{\circ}K$ ,

$v$  la vitesse du vent, en  $m/s$ ,

$T_1$  la température de l'air, en  $^{\circ}K$ , et

$T_2$  la température du conducteur, en  $^{\circ}K$ .

$$\Delta t = T_2 - T_1,$$

$$k_1 = 3,11, \quad k_2 = \frac{181 \cdot \Delta t}{199}, \quad k_3 = 2,5$$

$$a = 1,25, \quad b = \frac{1,04}{(\Delta t - 6,5)^{0,26}} + 0,5$$

$$(b = 1,54 \text{ pour } \Delta t \leq 7,5 \text{ } ^\circ\text{K})$$

L'abaque construit selon cette équation (1) comprend, dans la *moitié de gauche*, les éléments essentiels de la chaleur cédée par le conducteur. Ce sont:

2. Ordonnée, tout à droite, section du conducteur considéré.
  3. Axe des abscisses, à droite en bas, courants de charge du conducteur, de 1 à 3000 A.
  4. Lignes relatives à des conducteurs, pour quelques-unes des sections les plus courantes (parallèles à la directrice).
- L'axe principal des ordonnées, au centre de l'abaque, est l'échelle des puissances de chauffage en W/m<sup>2</sup> de surface du conducteur.
- Cette disposition permet une liaison directe entre les deux moitiés de l'abaque et de passer di-

conductibilité spécifique en mm<sup>2</sup>/Ωm: Cu 57, Br 36, Al 35, Ad 30, St. ≈ 6,5  
 Spezifische Leitfähigkeit in

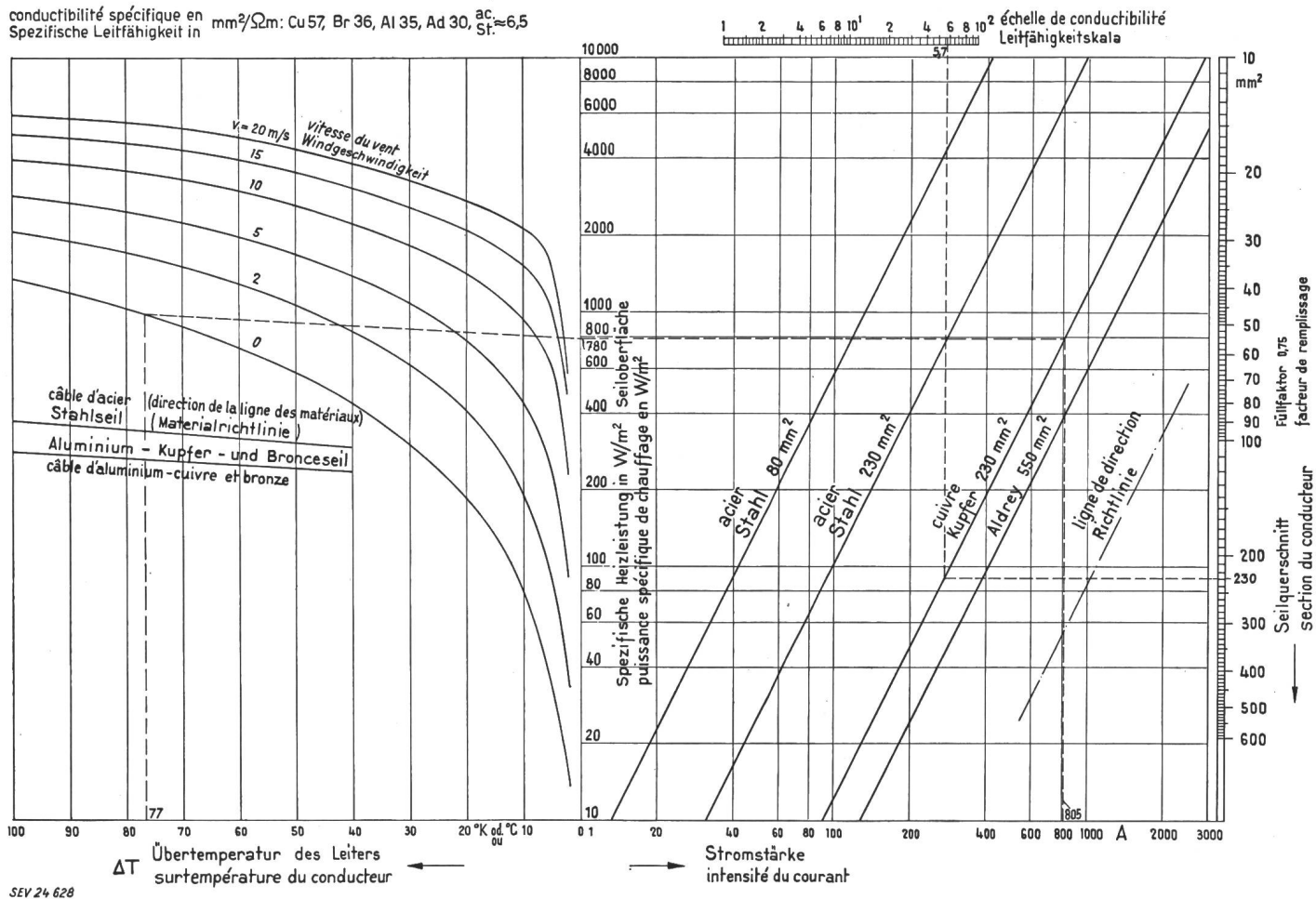


Fig. 1

Diagramme de l'échauffement du conducteur en fonction de la charge du courant pour des vitesses de vent de 0...20 m/s

1. Axe des abscisses, à gauche en bas, échelle des surélévations de température  $\Delta t$  du conducteur, avec valeurs croissantes de droite à gauche.

2. Courbes des températures,  $\Delta t$  en fonction de la puissance de chauffage, famille de courbes pour différentes vitesses de vent,  $v = 0 \dots 20$  m/s.

3. Directrices du métal, qui tiennent compte de l'accroissement de la puissance de chauffage, dû à la variation de résistance du métal correspondant, du fait de la variation de la température.

La *moitié de droite* de l'abaque comprend les éléments de la chaleur produite. Ce sont:

1. Axe des abscisses, à droite en haut, échelle des conductivités du métal du conducteur considéré.

rectement de la droite à la gauche. Au point de vue physique, elle correspond au fait que la chaleur produite est égale à la chaleur dissipée (du moins quand il s'agit de l'état stationnaire).

Les lignes en traits interrompus concernent un exemple devant servir à expliquer l'emploi de cet abaque:

Un conducteur en cuivre de 230 mm<sup>2</sup> est chargé avec 805 A. On désire connaître son échauffement  $\Delta t$  en période de calme plat ( $v = 0$  m/s).

Partant de l'échelle des conductivités (point 57, Cu), on coupe avec la ligne en traits interrompus verticale la ligne en traits interrompus horizontale (échelle des sections), au point 230 mm<sup>2</sup>. Par ce point, parallèlement à la directrice, on trace la

Suite de la partie générale à la page 641  
 Suivent «Les pages de l'UCS»

Suite de la page 632

**L'échauffement des conducteurs câblés de lignes aériennes (Suite)**

ligne du conducteur, qui caractérise cette section et ce métal. Sur cette ligne viennent se couper toutes les valeurs de la charge, élevées verticalement, avec les valeurs de la puissance de chauffage correspondant à cette section.

Dans notre exemple, 805 A sur l'échelle des charges, élevé verticalement jusqu'à l'intersection avec la ligne pour les conducteurs en cuivre de 230 mm<sup>2</sup>, indique une puissance de chauffage de

780 W/m<sup>2</sup> (ligne en traits interrompus horizontale vers la gauche, jusqu'à l'échelle des puissances de chauffage). En élevant, à partir du point 780, sur cette échelle, une ligne oblique vers la gauche, parallèle à la ligne du métal (cuivre), on obtient sur la courbe  $v = 0$  un point d'intersection, dont l'abscisse sur l'axe  $\Delta t$  (à gauche en bas) indique 77 °K (ou °C). On a ainsi déterminé l'échauffement du conducteur et le but désiré est atteint.

Adresse de l'auteur:

V. Lang, ing. électr. dipl. EPF, S. A. Motor-Columbus, Baden (AG).

**Technische Mitteilungen — Communications de nature technique**

**Anwendung des Lee-Effektes in der Stimmforschung**

534.785 : 534.852

[Nach W. Meyer-Eppler: Verzögerte Rückkopplung als Mittel der Stimmforschung. Elektron. Rdsch. Bd. 10(1956), Nr. 4, S. 91...93]

Die menschliche Sprache hängt ausser der Funktionstüchtigkeit der Phonations- und Artikulationsorgane auch von der Beschaffenheit des Schallsinnorgans ab. Wird dieses gestört, so können schwere Störungen in der Sprache vorkommen, ja diese kann sogar völlig unkenntlich werden.

Um die Steuerung des Sprechvorganges durch das Ohr zu beeinflussen, wendete 1950 B.S. Lee eine verzögerte phonoakustische Rückkopplung an. Fig. 1 zeigt die Versuchsanordnung. Der Versuchsperson, die normalerweise die eigene

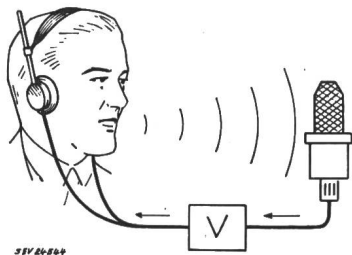


Fig. 1

**Versuchsanordnung zur phono-akustischen Rückkopplung**

Die eigene Sprache wird den Ohren des Sprechenden über ein Mikrophon, einen Verzögerungsmechanismus (mit gleichzeitiger Verstärkung) V und einen Kopfhörer dargeboten

Stimme nicht nur durch das Ohr hört, sondern auch durch unmittelbare Knochenleitung, wird die Stimmaufnahme durch das Ohr unterbunden, indem ihr ein gutsitzender Kopfhörer angelegt wird, welcher durch einen, für die Versuchsperson unsichtbaren Verstärker zu einem Mikrophon führt. Die Versuchsperson hört demnach die eigene Stimme, ausser durch Knochenleitung, nur durch Vermittlung des Mikrophons. Tritt nun zwischen den durch Knochenleitung gehörten Laut oder zwischen der Sprache und jener durch das Mikrophon gehörten, eine messbare Verzögerung auf, so entsteht durch die verzögerte Rückkopplung der sog. Lee-Effekt, eine Beeinträchtigung der Sprache, die bei geeigneter Verzögerung (zwischen 0,1...0,2 s) und bei labilen Versuchspersonen zu einer überraschenden Beeinträchtigung des Sprechvermögens führt.

Als Beispiel und zur Illustration des Gesagten sei ein Auszug eines schriftlich fixierten Test-Gesprächs, beim welchem eine Verzögerung von 170 ms angewendet wurde, wiedergegeben:

Versuchsleiter: «Fällt Ihnen das Sprechen sehr schwer?»

Versuchsperson: «Also ich meine geine, ganz kurz, wenn Sieje überlegen, was Sie sprechen wollen, nä, und sprechen dasnas Ganze schnell hintantana- hinteinander, jaa, dann klapp-

tat es, wenn Sie aber überlegen, dann stottetn- stottetsn- (skandierend): stot-tern-Sie!»

Ausser Sprachschwierigkeiten kann der Lee-Effekt das Ansteigen der Stimmfrequenz und die Verlangsamung der Sprache verursachen. Bei gelernten Sängern kann auch der Glanz der Stimme verloren gehen.

Mit dem Lee-Effekt ist es möglich, die Hörschärfe zu prüfen, da auch bei Vorlesen von Texten die Stimme lauter und höher wird, bzw. das Sprechtempo sich verringert. Es dürfte dann nicht schwer fallen, die Resultate mit jenen bekannter Testpersonen zu vergleichen.

Auch solche, die Schwerhörigkeit simulieren, können erlarzt werden, da der Lee-Effekt nur bei echten Schwerhörigen ausbleibt. Zuletzt soll noch erwähnt werden, dass der Lee-Effekt Wege zur psychiatrischen Diagnose bei schizoiden und paranoiden Tendenzen eröffnet.

E. Schiessl

**Messeinrichtung zur Messung des elektrostatischen Feldes in der Atmosphäre**

621.317.321 : 551.594.11

[Nach J. S. Carroll, S. B. Hammond und E. H. Stewart: Measuring and Recording Atmospheric Electrostatic Potential. Trans. AIEE Bd. 74(1955), Part I: Communications and Electronics, Nr. 20, S. 517...520]

Die Einrichtung zur Messung des elektrostatischen Feldes in der Atmosphäre besteht aus einer radioaktiven Sonde, die mit Hilfe einer poloniumbestrichenen Folie gebildet wird, und einem Influenzvoltmeter («rotierendes Voltmeter») mit Verstärker und Registrierinstrument.

Fig. 1 zeigt diese Anordnung. Die Sonde 1 nimmt infolge der Leitfähigkeit der umgebenden, ionisierten Luft deren Potential an, und teilt es über das geschirmte Kabel 2 dem obern Halbzylinder des Influenzvoltmeters 3 mit.

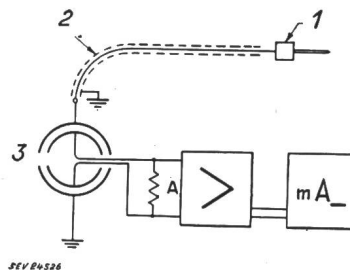


Fig. 1  
Prinzipschaltung des Messgerätes

- 1 Mess-Sonde
- 2 abgeschirmtes Kabel
- 3 rotierender Kondensator

Der Zweck dieses Influenzvoltmeters ist die Umwandlung der Gleichstromaufladung in eine Wechselspannung zwischen den beiden innern, rotierenden Halbzylindern des Instrumentes. Diese Wechselspannung, deren Frequenz durch die Drehzahl des «rotierenden Voltmeters» gegeben ist, kann durch einen üblichen Tonfrequenzverstärker dem Gleichstrom-Registrierinstrument am Ausgang zugeführt werden.

Die Anordnung zeichnet sich dadurch aus, dass sie sehr stabil arbeitet, so dass sie ihre Eichung für lange Zeit bei-