

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 7 (1916)  
**Heft:** 5  
  
**Artikel:** Kupfersparen und Eisenleitungen für Starkstrom  
**Autor:** Burri, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059562>

### **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:** 17.05.2025

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

## Kupfersparen und Eisenleitungen für Starkstrom.

Von Ing. A. Burri, Zollikon.

Wenn die Werke nicht darauf verzichten wollen, die Hochkonjunktur, welche für sie infolge des Petrolmangels und der drohenden Kohlenteuerung entstanden ist, auszunutzen, so müssen Mittel und Wege gefunden werden, um auf andere Weise Kupfer zu erhalten. Fast alle grössern Werke verfügen nun über grosse Kupfermengen in den Hochspannungsleitungen und Ortsnetzen. In No. 1, Seite 14, Jahrgang 1915 des „Bulletin“ ist bereits darauf hingewiesen worden, dass für elektrisch schwachbelastete Hochspannungsleitungen verzinkte Eisendrähte verwendet werden können, und unseres Wissens haben denn auch viele grössere Werke dieser Anregung Folge geleistet. Nun besteht aber noch die Möglichkeit, die früher gebauten und elektrisch nur wenig belasteten Hochspannungsleitungen von 4 mm  $\varnothing$  Kupfer durch verzinkte Eisenleitungen zu ersetzen und auf diese Weise viel Kupfer zu gewinnen, das dann anderweitig Verwendung finden kann. Von dieser Erwägung ausgehend haben denn auch die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich untersucht, was aus ihren bestehenden Hochspannungsleitungen in dieser Beziehung herauszuholen sei. Das Resultat dieser Untersuchung war folgendes: Es sind za. 100 km 4 mm  $\varnothing$  Hochspannungsleitungen von je mehr als 1 km Länge vorhanden, welche durch Eisendrähte ersetzt werden können. Dies entspricht einem Kupfergewicht von za. 33 Tonnen, oder das kg zu Fr. 3.— gerechnet, einem Wert von za. Fr. 100,000.—. Das Gewicht des Ersatzes in Eisen (dieses gerechnet zu 4 mm  $\varnothing$ )<sup>1)</sup> beträgt za. 29 Tonnen, oder das kg zu Fr. 0.45 = Fr. 13,000.—. Die Demontage des Kupfers und die Montage der Eisendrähte kosten bei rationeller Arbeitseinteilung und in der Annahme, dass man es nicht mit industriellen Gebieten zu tun hat und infolgedessen am Tage ausgeschaltet werden kann, za. Fr. 180 pro Leitungskilometer, oder für 100 km za. Fr. 12,000.—. Durch den Ersatz des Kupfers durch Eisen kann man also nicht nur 33 Tonnen Kupfer für anderweitige Zwecke frei bekommen, sondern auch noch das Konto der bestehenden Anlagen um Fr. 75,000.— vermindern, ohne deren Leistungsfähigkeit zu beeinträchtigen.

Im weitem lassen sich unter Umständen aus den Sekundär-Netzen heraus ziemliche Kupfermengen gewinnen. Dies ist insbesondere bei Netzen der Fall, welche vor der allgemeinen Einführung der Metallfadenlampen gebaut worden sind und zwar zu einer Zeit, wo das Kupfer noch relativ billig war, z. B. in den Jahren 1907—1911. Damals hatte man meistens nur Kohlenfadenlampen, welche za. 3,5 Watt pro Kerze absorbierten, zur Verfügung, währenddem heute die Metalldrahtlampe mit nur za. 1,2 Watt Stromverbrauch fast überall eingeführt ist. Zur Berechnung der Leitungsquerschnitte wurde denn auch ein mittlerer Stromverbrauch von 50 Watt pro Lampe und als gleichzeitige max. Belastung 60—70 % des Gesamtanschlusses angenommen. Heute rechnen wir mit za. 25 Watt pro

<sup>1)</sup> *Anmerkung des Generalsekretärs.* Hier muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass immerhin nicht überall Eisendraht von 4 mm  $\varnothing$  eingesetzt werden darf. Der spezifische Widerstand des Eisens solcher Drähte ist mindestens za. 128  $\Omega$  per km und mm<sup>2</sup>, gegenüber za. 17  $\Omega$  bei Kupfer, d. h. er ist za. 7,5 mal grösser; bei vielen Sorten rechnet man besser mit 8fachem Widerstand gegenüber Kupfer. Die hier in Betracht kommenden Leitungen, bisher aus Kupferdraht mit 4 mm  $\varnothing$ , werden Hochspannungsleitungen zu einzelnen Transformatorenstationen sein. Nehmen wir dafür beispielsweise Drehstrom und 8000 Volt Spannung und nehmen wir weiter die meist vorkommenden mittleren Verhältnisse solcher Leitungen an, bei denen der Spannungsabfall aus Selbstinduktion der Leitung noch geringen Einfluss hat, und rechnen wir ferner damit, dass in diesen nur die äussersten Enden eines meist doch ziemlich ausgedehnten Verteilnetzes darstellenden „Zuleitungen“ nur noch etwa 1 ÷ 2 % Spannungsabfall zugelassen werden können, so würde der Eisendraht von 4 mm  $\varnothing$  noch genügen

|                                                      |     |     |     |     |     |    |
|------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| für einen Transformator der Leistung . . . . .       | 10  | 20  | 30  | 40  | 50  | kW |
| bei einer Streckenlänge dieser Leitung von za. . . . | 6,1 | 3,1 | 2,0 | 1,5 | 1,2 | km |

Ein Eisendraht von 5 mm  $\varnothing$  würde für za. 1 1/2fache Entfernung oder Leistung oder für dasselbe bei za. 6000 Volt Spannung genügen. Es dürfte daher doch öfters *stärkerer* Eisendraht als solcher von 4 mm  $\varnothing$  nötig sein, was aber der Vorteilhaftigkeit der Anwendung an sich keinen nennenswerten Eintrag tut.

Lampe und als max. Belastung nur etwa 40 % des Anschlusswertes. Die Kohlenfadenlampen sind überdies in Bezug auf die Lichtintensität sehr empfindlich bei Spannungsschwankungen, währenddem die Metalledrahtlampen diesen Nachteil in erheblich vermindertem Masse aufweisen. Man konnte denn auch früher in Lichtnetzen höchstens za. 2 bis 3 % Spannungsabfall zulassen, währenddem bei Metalledrahtlampen ein Verlust von 4 % noch keine, dem Auge bemerkbare Beeinträchtigung der Lichtintensität hervorruft.<sup>1)</sup>

Aus diesen Darlegungen geht hervor, dass viele der in den Jahren 1907—1911 gebauten Ortsnetze für die heutigen Verhältnisse unter Umständen doppelt so starke Drahtquerschnitte aufweisen, als für den vorhandenen Anschluss notwendig wäre. Selbstverständlich ist die Ersparnis beim Auswechseln der Drähte bei kleineren Querschnitten nur gering und wohl nur rationell durchführbar bei Drahtdurchmessern von etwa 5 mm an aufwärts und in Leitungssträngen mit wenig Abzweigungen. Immerhin wird es sich lohnen, in Ortsnetzen, wo keine wesentliche Anschlussvermehrung zu erwarten ist, eine Nachrechnung der Leitungsquerschnitte auf Grund der wirklichen Anschlusswerte durchzuführen und zu prüfen, ob sich eine Reduktion des Querschnittes wegen der relativ hohen Auswechslungskosten lohnt oder nicht.

Durch die verschiedenen angegebenen Mittel lassen sich sicher in der ganzen Schweiz herum ganz bedeutende Quantitäten Kupfer gewinnen, die für Erweiterungen und Neuanschlüsse gute Dienste leisten werden.

\* \* \*

## Die Verwendung von Aluminium für Freileitungen.

Von Generalsekretär *Prof. Dr. Wyssling*.

Gegenüber unserm altgewohnten Freileitungsmaterial Kupfer kann bei entsprechenden Preisverhältnissen das Aluminium die wirtschaftliche Ueberlegenheit erreichen. Das ist allbekannt. Das Vertrauen in das technische Genügen dieses Metalls für Freileitungen ist dagegen bei uns, im Gegensatz zu Nordamerika und einigen anderen Ländern, noch keineswegs allgemein. Der Grund dafür liegt zum Teil vielleicht in einigen ungünstigen Ergebnissen anfänglicher, unsachgemäss ausgeführter Anlagen, in viel grösserem Masse aber wohl in der Gewohnheit in der Verwendung von Kupfer und in der Scheu, die Verantwortlichkeit für die Anwendung eines neuen Mittels zu übernehmen, dessen Verhältnisse und Eigenschaften im allgemeinen zu wenig bekannt und geläufig sind.

Die weitgehende und rasche Einführung des Aluminiums als Freileitungsmaterial in Nordamerika mag freilich auch dadurch gefördert worden sein, dass (abgesehen von den dem Al günstigen Preisverhältnissen zur Zeit der ersten grösseren Anlagen) dort die Produzenten des weissen Metalls sich der Sache sehr intensiv angenommen zu haben scheinen, Montageregeln aufstellten, Garantien übernahmen und sich selbst der Montage annahmen, wie dies später auch in Frankreich der Fall gewesen zu sein scheint.

Der Zweck der nachstehenden Abhandlung soll sein, dem Praktiker, besonders den Leitungsbaubeamten unserer Elektrizitätswerke, die besonderen Verhältnisse der Verwendung von Aluminium für Freileitungen zusammenfassend darzulegen und die einfachen Regeln zu geben, die dabei zu befolgen sind.

Wir benützen dazu ausser unsern eigenen Berechnungen und Erfahrungen und den wertvollen Mitteilungen einiger Fachkollegen u. a. auch die am Schluss in einem besonderen Literaturverzeichnis vermerkten Publikationen.

### Uebersicht der Eigenschaften des Aluminiums.

Eine solche Uebersicht mag zunächst vorausgeschickt werden. Dabei wird es am zweckmässigsten sein, auch gleich das Kupfer als dasjenige Material, dessen Eigenschaften

<sup>1)</sup> *Anmerkung des Generalsekretärs.* Die Niederspannungs-Verteilungen für Lichtnetze demnach von vorneherein auf 4 % Spannungsabfall zu berechnen, möchten wir immerhin doch nicht allgemein empfehlen.