

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 11 (1920)
Heft: 6

Artikel: Starkstromkabel und Freileitung
Autor: Wyssling, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061798>

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>

konstante; andererseits ist die Dauer des Auferregungsvorganges, wenn man sie von etwa 4% der Spannung ab rechnet, um sie mit den aus der Charakteristik von Fig. 16 hergeleiteten Kurven vergleichen zu können, ca. 5,5 Sekunden, also das 8-fache der Zeitkonstante. Diese Zahlenwerte stehen in Uebereinstimmung mit den numerischen Selbsterregungszeiten, die wir in Fig. 19 gewonnen haben, wobei man beachten muss, dass die Sättigung der Versuchsmaschine etwa der dem Punkte 0,8 *E* der Charakteristik in Fig. 16 entsprach. Ein genauer Vergleich der oszillographierten Kurven in Fig. 30 und 31 mit Kurven, die aus der berechneten Zeitkonstante nach Gleichung (53) und der Charakteristik der Maschine gewonnen werden, zeigt tatsächlich völlige Uebereinstimmung der gemessenen und gerechneten Erscheinungen.

Starkstromkabel und Freileitung.

Vom Generalsekretariat des S. E. V. (Prof. Dr. W. Wyssling).

Unter dem vorgesezten Titel enthält die Zeitschrift „*Heimatschutz*“ der Schweizer. Vereinigung für Heimatschutz, Jahrgang 1920, Heft Nr. 1 einen Aufsatz aus der Feder von Prof. Dr. W. Kummer, dessen Angaben uns nicht überall den Erfahrungen der Praxis zu entsprechen scheinen und die, in Laienkreisen missverstanden wie das bei technischen Dingen begreiflicherweise leicht vorkommt, bereits zu unrichtigen Auffassungen und ungerechtfertigten Forderungen geführt haben, die dem, auch vom genannten Autor erstrebten Ziele der wirtschaftlichen Ausnützung unseres fast einzigen Nationalgutes nicht förderlich sind.

Wir haben von jeher den Bestrebungen, welche eine möglichst gute Anpassung der Leitungsanlagen unserer Elektrizitätswerke an das Naturbild und die Schonung der Naturschönheiten bezweckt, unsere vollste Aufmerksamkeit geschenkt und in Wort und Schrift dieselbe unterstützt. Wir anerkennen auch die Bemühungen des Heimatschutzes bezüglich der ästhetischen Ausgestaltung der elektrischen Anlagen durchaus und haben seinen Vertretern dazu auch unsere Zeitschrift zur Verfügung gestellt.¹⁾ Es sei auch gar nicht bestritten, dass besonders mit Bezug auf Leitungsanlagen ästhetisch noch sehr viel gedankenlos gesündigt wird und manches besser gemacht werden könnte. Der Schreiber dieser Zeilen²⁾ persönlich darf wohl sagen, dass er auch in der Praxis, als Erbauer vieler Leitungen, Transformatorstationen und Kraftwerke überall nach Kräften für ästhetische bzw. gute architektonische Gestaltung nicht ohne Erfolg gewirkt hat. Dennoch kann er sich den Aeusserungen im genannten Aufsatz in manchen Punkten nicht anschliessen, da sie wesentlich weiter gehen, als den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Prof. Dr. Kummer stellt allgemein den Satz auf, dass alle Freileitungen „von erheblichem Verkehrswert“ „mit für die Allgemeinheit und für die Inhaber elektrischer Anlagen ohne weiteres erträglichem Opfern durch unterirdische Kabel ersetzt werden“ können und sollten. Er bezeichnet sodann als Leitungen von erheblichem Verkehrswert die „Oberspannungsleitungen“, unter welchen er sowohl die Hochspannungsleitungen von 100 ÷ 150 000 Volt wie sie u. a. für das schweizerische Sammelnetz als nötig erwiesen und z. T. im Bau sind, als auch die schon viel verbreiteten Uebertragungsleitungen „von 40 ÷ 50000 Volt“ versteht. Für die Zwischenspannungsleitungen („von 8000 ÷ 16 000 Volt“) kommt auch Hr. Prof. Dr. Kummer zum Schlusse, dass hier „Erdkabel im allgemeinen nur für städtische Anlagen zu fordern“ seien, und ebenso bezüglich der Niederspannungsleitungen (Ortsnetze).

In erster Linie wird die rein technische Seite dieser Forderung zu untersuchen sein. Nach dieser Richtung wird es im genannten Aufsatz als „völlige Verdrehung der Tatsachen“ bezeichnet, „wenn behauptet wird, man könne unterirdische Kabel nicht für gleich hohe Spannungen bauen wie Freileitungen“. Es wird dabei auf *Bauvorschläge* einer ersten Autorität für unterirdische Kabel für 184 000 bzw. 159 000 Volt hingewiesen. Es sei nicht in Abrede gestellt, dass die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, solche Kabel her-

¹⁾ Siehe u. a. den Aufsatz von Dr. P. Nüesch, Bulletin No. 12, 1918.

²⁾ „Zufälligerweise“ ebenfalls Mitglied der Heimatschutz-Vereinigung.

stellen zu können. Aber für die Praxis erprobt, so dass Fabriken die erforderliche Garantie und darnach die Elektrizitätsunternehmen das Risiko dafür, die in solchen Fällen erforderlichen vielen Millionen hineinzustecken, übernehmen könnten, sind sie nicht. So findet sich denn auch auf derselben Seite des Aufsatzes die Angabe, dass „die praktische Anwendung sehr hoher Spannungen auf unterirdische Kabel rückständig ist gegenüber ihrer Anwendung auf Freileitungen; für erstere liegt die praktisch erreichte Spannungsgrenze heute bei etwa 70 000 Volt, für letztere bei 170 000 Volt“. Damit sind aber gerade jene *Höchstspannungsleitungen*, die heute (grösstenteils als sogen. Weitspannleitungen mit Eisenpylonen) zu erstellen und z. T. im Bau sind, von der Ausführung in *Kabel noch ausgeschlossen*. Da auch die 70000 Volt-Kabel für *Drehstrom* nach dem Urteil vieler Fachleute heute noch als etwas problematisch gelten müssen, ist aber weiter *ein Teil der „gewöhnlichen Hochspannungs“- Leitungen für Kabel ausgeschlossen*. Von diesen sind bei uns nicht nur solche für „40 ÷ 50 000“ sondern auch für ca. 70 000 Volt im Betriebe und es werden deren noch mehr nötig sein. Es blieben sonach, rein vom Standpunkte technisch befriedigender Sicherheit gesprochen, wirklich nur die Oberspannungsleitungen bis ca. 50 000 Volt als durch Kabel ersetzbar, wenn man den Fall des Gotthardbahn-Einphasenkabels als vollauf bewährt annimmt.

Gewiss werden Fortschritte in der Kabelherstellung erzielt werden. Prof. Kummer sagt, es könne „schon das nächste Jahr die Parität bringen“ (zwischen möglicher Kabel- und Freileitungsspannung) „*wenn man nur will*“. Der letzte Satz ist in gewissem Sinne ein Vorwurf an die Fachgenossen, besonders an die Kabelfabriken. Wir halten dafür, dass diesen damit Unrecht geschehe: Die Kabeltechniker „wollen“ gewiss, seit Jahren in heissem Bemühen, sichere und wirtschaftliche Kabel für höchste Spannungen herstellen, aber gerade weil das „Können“ schon solange diesem ernstesten „Wollen“ nicht folgte, ist es doch wohl starker Optimismus, die Lösung schon für das nächste Jahr zu erwarten.

Hoffen wir indessen trotzdem nach *technischer* Richtung das beste, so ist uns leider damit noch nicht geholfen, da die *wirtschaftliche* Seite der Sache entschieden lange nicht so günstig liegt, wie Prof. Kummer glaubt annehmen zu dürfen.

Im genannten Aufsatz ist angegeben, dass die Verlegung neuer Oberspannungsleitungen als unterirdische Kabel und die Umwandlung der bestehenden Oberspannungs-Freileitungen in Kabel eine *Verteuerung der Strompreise* von etwa 5 Prozent brächte. Wir wissen nicht, worauf diese Angabe basiert wurde, müssen aber leider sagen, dass unsere Untersuchungen hierüber zum Ergebnis *weit grösserer Verteuerung* führen.

Zur quantitativen Begriffsklärung über diese Verhältnisse seien zunächst ein paar Beispiele des *Preisvergleichs zwischen Frei- und Kabelleitungen* erwähnt. Gerade das Interesse für die Frage der Ersetzbarkeit des erstern Leitungssystems durch das zweite hat die Redaktion dieser Zeitschrift s. Z. veranlasst, eine Kabel erzeugende Firma zu bitten, in einem Aufsatz ein Beispiel von praktisch bedeutsamen Verhältnissen vergleichend darzulegen. Das Ergebnis war ein Artikel von Ing. *Yersin* von der Kabelfabrik Cortaillod ¹⁾. Er betrachtet eine Drehstromleitung mit drei Drähten von je 50 mm² Kupferquerschnitt für 50 000 Volt, einen der bei uns wichtigsten Schulfälle. Es ist dabei (mit Recht, wie auch in den weiterhin angeführten Beispielen) für beide Fälle derselbe Ohm'sche Widerstand, derselbe Kupferquerschnitt angenommen, als einzig mögliche einfache Vergleichsbasis. (Es ist also *nicht* darauf Rücksicht genommen, dass zwar bei relativ *geringer* Uebertragungslänge das Kabel in bezug auf Spannungsabfall etwas vorteilhafter ist, dafür aber gerade auf die *grossen* Distanzen überhaupt nicht soviel Strom und Leistung führen kann bei wesentlich gleichen Verlusten als wie die Freileitung.) Das Ergebnis dieses Autors, der doch sicherlich nicht zu ungunsten seiner eigenen Technik rechnete, ist das, dass er zu kilometrischen Kosten der Kabelleitung kommt, die *2,14-mal* so hoch sind wie die ebenfalls von ihm errechneten der Freileitung. Die letzteren waren dabei höher angenommen, als in allerjüngster Zeit auf Grund von Offerten für das Materielle und von Erfahrungszahlen für die Durchleitungsrechte und dgl. für Freileitungen festgestellt wurde bei einfacher Holzmasten-Ausführung, die hier noch möglich ist. Das *wahre Kostenverhältnis* ist daher wesentlich *höher*, wie auch das nachstehende Beispiel zeigt:

¹⁾ Bulletin 1919, No. 5, Seite 141.

Eine unserer grössten Unternehmungen legte sich gerade im Hinblick auf bestimmte Fälle ebenfalls die Frage der wirtschaftlichen Möglichkeit einer Kabelleitung von $3 \cdot 50 \text{ mm}^2$ Kupfer für 45 000 Volt Drehstrom vor. Neben der reinen Holzmastenleitung wurde Freileitung mit Gittermasten an Eck-, Abspann- und sonst wichtigen Punkten und sonst mit Holzmasten berechnet, ferner Weitspannleitung mit Eisenpylonen. Bei Freileitungen können Fehler, wenn solche eintreten, sehr rasch entdeckt und behoben werden, während schon das *Auf finden* solcher bei Kabeln oft erheblich Zeit erfordert, die Reparatur ebenfalls. Daher ist für betriebsmässige Gleichwertigkeit die Legung einer vierten Ader (vier statt drei einadrige Kabel) bei unterirdischer Leitung in Betracht zu ziehen. Das Nachziehen von weiteren Drähten zur Verstärkung ist ferner bei Freileitungen leicht und wird oft ausgeführt; bei Kabel kann das Analoge (Nachziehen von Kabeln) nur bei Verlegung in glatte Rohre erfolgen, wofür in fraglichen Projekten (als billigste) Zementrohre gerechnet wurden. Ein kräftiger (mechanischer) Kabelschutz ist in allen Fällen nötig und wurde in den andern beiden Fällen eingerechnet, ebenso überall die nötige Zahl Schächte für Verbindung und Unterteilung, die für wirklich betriebssicher zu haltende Linien unentbehrlich sind. Das Ergebnis der Kostenberechnung ist nun für die *45 000 Volt* folgendes:

Es betragen heute die verhältnismässigen *Kosten* für:

1. die Holzmasten-Freileitung	100 %
2. die Freileitung aus Gitter- und Holzmasten gemischt	345 %
3. die Freileitung nach Weitspannsystem mit Eisenpylonen	400 %
4. die unterirdische Kabelleitung mit 3 Leitern (Kabeln)	580 %
5. „ „ „ mit 3 + 1 Reserve-Kabel	1000 %
6. „ „ „ ebenso in Zementrohren	1200 %

Vergleichen wir also die (auch für solche Fälle mit Erfolg praktisch angewandte) Freileitungsausführung „1“ mit der (im Punkte der Betriebssicherheit bezw. deren rascher Wiederherstellung weniger guten) Kabelausführung „4“, so ist letztere *5,8 mal* so teuer; der Vergleich zwischen der, für genügende Erhaltung der Sicherheit in Betracht kommenden Kabelleitungsart „5“ mit der, reichlicher als erforderlich kunststruierten Freileitungsausführung „2“ liefert das Verhältnis *2,9*, mit der ebenfalls genügenden Holzleitung gar die Zahl *10*. Wird die, dieselbe Erweiterungsmöglichkeit wie „2“ bietende Kabelleitungsart „6“ mit dem „2“ verglichen, so ist das Verhältnis *3,5*.

Aehnliche Projektrechnungen für Drehstromleitungen wurden auch für *16 000 Volt* und für *10 000 Volt* gemacht, ebenfalls für den gebräuchlichsten Kupferquerschnitt von $3 \cdot 50 \text{ mm}^2$. Für die Freileitungen wurden die hierfür üblichen und genügenden Holzmastenleitungen angenommen.

Es ergeben sich dabei als relative *Kosten*

	für 16 000 Volt:	10 000 Volt:
1. für Holzmasten-Freileitung	100 %	100 %
2. für Kabelleitung (mit 3 Kabeln)	450 %	385 %
3. für Kabelleitung mit 3 + 1 Reserve-Kabel	820 %	705 %

Hier stellt sich das Verhältnis zur Freileitung also für Kabelleitungsart „2“ zu *4,5* bezw. *3,85*, und für Kabelleitungsart „3“ gar zu *8,2* bezw. *7*.

Lassen wir diese „Zwischenspannungsleitungen“ weg, ziehen wir also nur die *Oberspannungsleitungen* in Betracht, so ist für diese *allein* schon festzustellen, dass sie in jeder, dem praktischen Bedürfnis des Betriebs genügenden Ausführung, doch sicher *im Mittel 3 bis 4 mal so viel wie die entsprechenden Freileitungen kosten*.

Darnach wäre nun festzustellen, *welche Einwirkung dies auf das Ganze hat*. Die Verhältnisse der Elektrizitätswerke sind in diesem Belang besonders verschieden. Man kann unter allen Umständen nur mit ungefähren Mittelwerten rechnen, von denen im Einzelfalle erhebliche Abweichungen vorkommen. In diesem Sinne kann angenommen werden, dass von den Gesamtkosten der Elektrizitätswerke (Kraftwerke und Verteilanlagen, d. i. Unterwerke, Transformatorstationen und Leitungsanlagen) bei den *bisher* erbauten und bestehenden Werken ungefähr *20%* auf die Leitungsanlagen (Freileitungen) entfallen, wovon

i. allg. reichlich die Hälfte, also 10% des Ganzen, auf die Oberspannungsleitungen, und die übrigen 10% auf Zwischen- und Gebrauchsspannungs-Leitungen. Die *Jahreskosten* (Zins, Abschreibung, Erneuerung, Reparaturen, Unterhalt, Bedienung usw.) verteilen sich aber *nicht* im gleichen Verhältnis auf die einzelnen Teile der Anlage wie die Erstellungskosten. Begreiflicher Weise verursachen z. B. die Wasser- und Hochbauten einen verhältnismässig viel geringeren Prozentsatz an Unterhaltungskosten als die elektrischen Einrichtungen und gerade die Leitungen, die hierfür relativ am meisten erfordern. Man durfte *bisher* bei Grosswerken mit rund 8 ÷ 10% der Erstellungskosten als totalen Jahreskosten rechnen. Davon verbrauchten aber die (20 bzw. 10% der Anlagekosten umfassenden) gesamten bzw. Oberspannungs-Freileitungen nicht nur $\frac{1}{5}$ bzw. $\frac{1}{10}$, also 2 bzw. 1% des *totalen* Kapitals, sondern ca. 3 bzw. 1,5% vom letztern.

Würden nun die *Oberspannungsleitungen* als *Kabel* ausgeführt worden sein, so träten anstelle der 10% des Gesamtkapitals für die betreffenden Freileitungen 3 bis 4 mal mehr, d. h. 30 ÷ 40% des letztern. Diesen Zustand *jetzt* herbeizuführen erfordert aber nicht nur diese Mehrkosten, sondern auch die Abschreibung der dabei untergehenden Teilwerte der Freileitungen. Es ist daher eher viel zu *wenig* gerechnet, wenn wir statt dessen wenigstens die höhere der obigen Mittelzahlen der Kabelkosten rechnen. Die Freunde der Kabel heben andererseits hervor, dass deren Unterhaltskosten sehr gering seien. Solange keine eigentlichen Schäden eintreten, ist der Unterhalt allerdings fast verschwindend. *Tritt* aber — und dies kommt doch immer gelegentlich vor — dann einmal ein Fehler ein, so sind die Untersuchungs- und Reparaturkosten *sehr* hohe. Dies namentlich auch wegen der Grab- und Wiederherstellungsarbeiten am Kabel-Kanal und dem benützten Boden. Und in dieser Beziehung gestalten sich durch die enorme Steigerung der Handarbeitslöhne leider die Verhältnisse für die Kabel *immer ungünstiger*. Der Schreiber dies, der s. Z. eines der grössten Stadtkabelnetze legte und unterhielt, hält dafür, dass man keineswegs weniger als etwa $\frac{2}{3}$ der Unterhaltsquote der Freileitungen für die Kabel rechnen dürfe. (Andere wollen überhaupt nicht weniger rechnen.)

Dann erhält man für die

	<i>vergleichswisen Jahreskosten</i>	
der gesamten Erzeugungs- und Verteilungsanlagen unter <i>bisherigen</i> Verhältnissen:	<i>mit Freileitungen:</i>	<i>mit Kabeln für die Oberspannungsleitungen:</i>
für die Teile <i>ohne</i> die Oberspannungsleitungen	8,5	8,5
für die Oberspannungsleitungen	1,5	$1,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 4 = 4,0$
insgesamt die Vergleichsziffer:	10,0	12,5

Die Kosten des Ganzen im Jahre, d. h. die *Energiekosten*, nehmen also von 10,0 auf 12,5, *um 25% zu*, und nicht nur um 5% wie der erwähnte Artikel annimmt.

Die Verhältnisse der Betriebskosten haben sich in den letzten Jahren stark verändert. Der Prozentsatz der Anlagekosten, welchen die jährlichen gesamten Betriebskosten ausmachen, hat sich erhöht. Einmal sind die Arbeitslöhne und Gehälter, die einen Teil dieser Kosten ausmachen, über den Krieg bekanntlich auf das Doppelte und noch höher gestiegen, ferner in ähnlichem und höherem Masse die für Betrieb und Unterhalt nötigen Verbrauchs- und Ersatz-Materialien, und sodann sind heute bereits für einen Teil der investierten Kapitalien wesentlich höhere Zinsen zu bezahlen. Alle diese Einwirkungen zusammen bewirken, wie Feststellungen zeigen, durchschnittlich eine Erhöhung jenes *Prozentsatzes* um mindestens 2, sodass, wenn früher die gesamten Jahreskosten 10% des investierten Kapitals ausmachten, sie heute 12% davon betragen, wobei der Fünftel Vermehrung auf allen Teilen ungefähr gleichmässig auftritt. Für den *heutigen* Betrieb *bestehender* Werke wären demnach, gleich wie vorhin gerechnet, die

	<i>vergleichswisen Jahreskosten</i>	
der gesamten Anlagen:	<i>mit Freileitungen:</i>	<i>mit Kabeln für die Oberspannungsleitungen:</i>
für alle Teile exklusive Oberspannungsleitungen	10,0	10,0
für die Oberspannungsleitungen	2,0	$2,0 \cdot 4 \cdot \frac{2}{3} = 5,3$
insgesamt die Vergleichsziffern:	12,0	15,5

Die Jahresausgaben und damit die Energiekosten würden somit unter *heutigen* Verhältnissen durch Ausführung der Oberspannungsleitungen als Kabel mindestens im Verhältnis 120:155 d. h. *um mehr als 29% steigen*.

Diese, durch die Forderung der Oberspannungskabel allein notwendig werdende Erhöhung der Energiepreise um allermindestens einen Viertel, bekommt ein noch bedenklicheres Gesicht, wenn man sie zusammenhält mit der ***kommenden Erhöhung der Selbstkosten*** wegen *höherer Erstellungskosten der neuen Kraftwerke und Verteilanlagen*. Diese Verhältnisse sind geradezu erschreckend und sie bewirken bei uns, im Verein mit der Unmöglichkeit (die heute selbst für die bestfundierte Unternehmung besteht) die notwendigen unverhältnismässigen Geldmittel zu beschaffen, notgedrungene Zurückhaltung in dem so notwendigen Bau weiterer Kraftwerke. Es ist durch sorgfältige Untersuchungen, über die in dieser Zeitschrift berichtet wurde ¹⁾, festgestellt, dass heute neu zu erstellende (hydro-elektrische) Kraftwerke (ohne die Verteilungsanlagen) rund das 2,65fache wie vor dem Kriege kosten, von den Verteilungsanlagen die Transformatorstationen und die Freileitungen ungefähr das 2,5fache, die Kabelleitungen ca. das 3,5fache. Damit ergibt sich eine neue Verteilung der gesamten Anlagekosten für Erzeugung und Verteilung der Energie, gegenüber früher wie folgt:

	<i>mittlerer relativer Betrag der Gesamtanlagekosten</i>	
	<i>für bestehende Anlagen:</i>	<i>für neu zu erstellende Anlagen:</i>
Kraftwerke	60	(.2,65 = ca.) 155
Unter- und Transformerstationen	20	(.2,5 =) 50
Oberspannungs-Freileitungen	10	(.2,5 =) 25
Zwischen- und Gebrauchsspannungs-Freileitungen	10	(.2,5 =) 25
Für die gesamten Anlagen:	100	255

Berücksichtigen wir, dass die weiter oben ermittelte Verhältniszahl zwischen Kabelkosten und Freileitungskosten für Oberspannung bereits auch bei den letzteren mit den *neuen* Preisen berechnet ist, so finden wir, dass für neu zu erstellende Gesamtanlagen an Stelle der Relativkostenzahl „25“ für die Oberspannungsfreileitungen die Zahl „4 · 25 = 100“ eintreten würde bei Kabelsystem dieser Leitungen. In analoger Weise gerechnet wie früher, fänden wir also *für die absehbare Zukunft mit neuen Anlagen* die folgenden

	<i>Vergleichszahlen der Anlagekosten</i>	
	<i>bei Ausführung der Oberspannungsleitungen mit</i>	
	<i>Freileitungen:</i>	<i>Kabel:</i>
für alle Teile exkl. Leitungen	205	205
für die Leitungen exkl. Oberspannungsleitungen	25	25
für die Oberspannungsfreileitungen	25	100
	255	330

Zur Bestimmung der vergleichsweisen Jahreskosten ist wieder davon auszugehen (Seite 3 unten), dass die Jahreskosten der Freileitungen einen höheren Prozentsatz ihrer Anlagekosten ausmachen als bei den übrigen Anlagen, und bei den Kabeln dieser Prozentsatz zu etwa $\frac{2}{3}$ desjenigen bei Freileitungen anzunehmen ist. Die insgesamt ca. 12% der Anlagekosten, welche die Jahreskosten (mit Freileitungen) heute ausmachen, werden sich etwa zusammensetzen wie folgt:

Anlagen ohne die Leitungen	205/255 · 11% = 8,8%
Oberspannungsleitungen	25/255 · 16% = 1,6%
Uebrigere Leitungen	25/255 · 16% = 1,6%
	12,0%

¹⁾ Bulletin des S. E. V., 1919, No. 2, Seiten 42 u. ff.

		Damit bekommen wir als <i>vergleichsweise Jahreskosten</i>	
für neu erstellte Anlagen:		bei Ausführung der Oberspannungsleitungen mit	
		<i>Freileitungen:</i>	<i>Kabel:</i>
für alle Teile exkl. Leitungen	. 11% von 205 = 22,5		Dasselbe: 22,5
für die Oberspannungsleitungen	. 16% „ 25 = 4,0	$\frac{2}{3} \cdot 16\%$ von 100 = ca. 10	
für die übrigen Leitungen	. 16% „ 25 = 4,0		Dasselbe: 4
insgesamt die Vergleichsziffern:	12% von 255 = 30,5		36,5

Die Steigerung der Energiekosten durch Oberspannungskabellegung ginge also hier von 30,5 auf 36,5, d. h. sie betrüge 20%. Prozentual also etwas weniger als bei bestehenden Werken — der Trost ist indessen ein schlechter, wenn diese Zahlen andererseits zeigen, dass *überhaupt*, wenn einmal nicht mehr „alte“, relativ billig erstellte Anlagen die Selbstkosten bestimmen, sondern diese gegen die neuerstellten unbedeutend geworden, die *Selbstkosten der Energie im Verhältnis von 10:30,5 steigen werden*. Man kann einwenden, dass dieser Zustand niemals absolut erreicht werde; das ist theoretisch richtig, allein wenn den Bedürfnissen bei uns Genüge geleistet werden soll, so werden wir uns ihm bald nähern.

Auf jeden Fall werden die heute schon eingetretenen Teuerungen *in der allernächsten Zeit zu einer namhaften Erhöhung der Energiepreise unvermeidlich zwingen*; diese Erhöhung wird für die Detailpreise allgemein zu mindestens 20 bis 30% angenommen¹⁾, für den Engros-Bezug wird sie nach Umständen verschieden, aber z. T. noch höher sein. Und von diesem, als nur vorübergehend einzuschätzenden Zustand *steuern wir einem solchen mit zwei- und später dreifachen Selbstkosten der Energie zu*. Da muss man sich doch wohl fragen — und die Frage stellen wird heissen, sie verneinen —: *Ist es angezeigt und volkswirtschaftlich erträglich, nun heute auch noch, lediglich um der Aesthetik willen* (deren Beobachtung ja gewiss in bestimmtem Masse Berechtigung hat), *eine weitere Verteuerung herbeizuführen dadurch, dass man Kabel statt Freileitungen verlangt*, eine *Verteuerung* die schon dann, wenn Kabel nur für Oberspannungsleitungen durchgeführt werden, 25% und mehr betragen wird? Kann sich das Schweizervolk, und kann es sich *heute* derartiges leisten und täte man nicht besser, ihm bei aller (auch bei Elektrikern ebenso wie bei andern Menschen vorhandenen) Liebe für das Schöne, lieber die nüchterne, erreichbare Wirklichkeit zu zeigen, bei der es mit billigem Strom einige wirtschaftliche Vorteile genießt, anstatt — ungewollt, aber unvermeidlich — Begehrlichkeiten zu wecken, die kaum erfüllt werden können.

Der Aufsatz von Prof. Dr. Kummer verlangt „im allgemeinen“ nur die Verlegung der Oberspannungsleitungen in Kabel, für Zwischen- und niedere Gebrauchs-Spannung nur in gewissen Fällen. Es hält aber für das Laienpublikum schwer, solche technischen Unterscheidungen zu begreifen oder im Gedächtnis zu behalten, meistens werden sie überhaupt nicht beachtet. Die Folge hiervon ist, dass auch *Begehren für Kabelausführung der Zwischenspannungsleitungen und der Ortsnetze* in letzter Zeit zahlreich auftreten und darauf gestützt werden, es sei von fachmännischer Seite erwiesen, dass man das heute sehr gut „könne“. Welche Folgen das hätte, wird leider nicht bedacht oder ist zu wenig bekannt. Schon die Stromabonnenten *selbst*, die heute auf dem Lande die Frei-Zuleitung zum Hause meistens gratis, bei nicht zu grosser Entfernung jedenfalls um wenige Franken erhalten, würden sich diesen Zustand wahrscheinlich zurückwünschen, wenn sie für die kürzeste und kleinste Kabelabzweigung ins Haus gleich einige hundert oder tausend Franken zu zahlen hätten, wie das heute in den Städten mit Kabelortsnetz der Fall ist. Die Mehrkosten für Kabel sind in Städten heute enorm, da sie nicht nur durch die Kabelpreise, sondern besonders zufolge der Mehrkosten des weiter dazu Erforderlichen bestimmt werden: Kabelgraben und -Schutz, Pflasterung, Betonbelag, Verlegung anderer Leitungen und dgl. Heute noch mehr als schon immer ist ein *ganz erheblicher* Mehrpreis der Energie in Orten mit Kabelortsnetz gegenüber solchen mit Freileitungsnetz durchaus gerechtfertigt und unvermeidlich. Das sollten sich diejenigen, die Kabel im Orte verlangen, wohl überlegen.

¹⁾ Siehe Bulletin 1920, No, 2, Seite 52.

Unter denselben unanfechtbaren Annahmen und mit derselben Rechnungsweise wie wir sie oben anwandten, ist beispielsweise zu ermitteln, dass wenn *auch Zwischenspannungsleitungen und Ortsnetze in Kabel* verlegt würden, die Energiekosten eine *weitere Steigerung* von mindestens 25, eher 30% erfahren würden, sodass insgesamt gegenüber dem jetzigen System sich die Energie bei allgemeiner Einführung von Kabeln für die Leitungen *um 50÷60%* und mit Einschluss der bereits durch Teuerung eingetretenen Mehrkosten von 20÷30% somit *aus den bereits bestehenden Werken insgesamt auf 170 bis 190% der heutigen Preise verteuern würde*. Rechnet man dazu noch die weiter oben entwickelte sichere Perspektive der Verteuerung auf das Dreifache aus *neuen* Werken — selbst mit Freileitungen — so wird man doch zum Schlusse kommen, dass der Satz des erwähnten Aufsatzes, es lassen sich „mit für die Allgemeinheit und die Leitungsinhaber erträglichen Opfern“ auch nur die Oberspannungsleitungen durchwegs durch Kabel ersetzen, den nüchternen Tatsachen nicht entspricht.

Wenn in den Kreisen, die mit diesen Dingen direkt zu tun haben, sich gegen die Tendenzen, Kabelleitungen zu fordern, die vom Publikum sofort verallgemeinert werden, Widerspruch erhebt, so ist es sicherlich *nicht*, wie der erwähnte Aufsatz wiederholt antönt, lediglich bequeme „Gewohnheit“ und „intellektueller Widerstand der Fachleute“. Es ist gegenteils die Sorge der Leiter solcher Unternehmen, es könnten diese ihre volkswirtschaftliche Aufgabe nicht mehr erfüllen, wenn derart kostspieligen, sachlich nicht notwendigen Nebenforderungen entsprochen werden müsste. Den heutigen leitenden Ingenieuren bei unseren grossen Elektrizitätsunternehmen, die hier in Betracht kommen, darf man nicht mehr den Vorwurf machen, sie blieben aus blosser Gewohnheit oder intellektuellem Widerstand bei den Freileitungen. Auch an diesen Stellen besteht Sinn für Aesthetik und Liebe zur Heimat und die Projekte werden auch nach dieser Richtung erwogen. Die Festsetzung der bestmöglichen Einzelheiten ist für moderne Höchstspannungsleitungen keineswegs bequemer als für eine Kabelleitung, und das Kabelproblem wird immer und immer wieder erwogen. Aber wenn gerade durch sorgfältige technische Untersuchungen der Ingenieur in den meisten Fällen in denen die technische Möglichkeit bestünde, zum Ergebnis kommt, dass die Ausführung mit Bodenkabel die Wirtschaftlichkeit *für die Allgemeinheit* — keineswegs bloss die „Rendite“ für das Unternehmen — vernichtet, so ist es seine Pflicht, nicht durch Gefühlsmomente sich und andere darüber hinwegzutäuschen.

Es dürfte, zumal in der heutigen schwierigen Zeit, doch besser sein, das Schweizervolk erhalte seine Wasserkräfte möglichst überallhin in Form von elektrischer Energie zu einem Preise der ihm noch Vorteile schafft, als dass es zwar den Erfolg verzeichnen kann, die unschönen Leitungsstangen aus seinen Landschaften entfernt zu haben, dafür aber den Vorzug billiger Energie verliert. Man gebe sich grösstmögliche Mühe, das Landschaftsbild mit den Leitungen zu schonen so viel als die Rücksichten auf technische Güte und Wirtschaftlichkeit zulassen, dann kann freilich in manchen Fällen noch besseres erreicht werden als bisher — denn es bestehen neben schlechten Beispielen auch sehr viele gute, an die viel Bemühungen gewendet wurden, von denen aber niemand spricht. Der Wille zu bestmöglicher Lösung besteht, wir dürfen das aus vielen Erfahrungen versichern, auch bei den Elektrizitätswerken. Aber das Schema „Kabel statt Freileitungen“ gibt keine Lösung; es würde heute zu einem allseits unerwünschten Ergebnis führen. Wer weiss, vielleicht bricht die Zeit einmal an, wo man auch für diese Zwecke *weder* Kabel *noch* Freileitungen mehr braucht. —

Die Elektrizitätsindustrie in der 4. Schweizerischen Mustermesse und die Elektrizitätsausstellung in Luzern.

Vom Generalsekretariat (Ing. H. Zangger).

Die schweizerische Mustermesse fand wie gewöhnlich in der zweiten Hälfte des Monats April statt. Wie im letzten Jahre ist auch in der diesjährigen Ausstellung an der bewährten Konzentration der einzelnen Gebiete der Elektrizitätsindustrie in eine besondere Gruppe (die