Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 22 (1931)
Heft: 9

Artikel: Einfluss von Korona-Erscheinungen auf Freileitungsdrähte
Autor: Zeerleder, V.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058580

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

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

tern. Die Spannung U_0 ist bei 760 mm Barometerstand und einer Temperatur von 25° C durch den Gradienten 30 kV_{max}/cm an der Leiteroberfläche gegeben.

Bei den Seilen, wie sie in Hochspannungsfreileitungen gewöhnlich verwendet werden, hat die angegebene Gleichung ebenfalls Gültigkeit, doch ist hier die kritische Spannung U_0 nicht mehr durch den Spannungsgradienten von 30 kV_{max}/cm bestimmt, sondern liegt um ca. 15 bis 20 % tiefer. Ausserdem hat die Gleichung nur Gültigkeit oberhalb der theoretischen Glimmspannung (Gradient 30 kV_{max}/cm); unterhalb der Spannung U_0 folgt die Verlustkurve der Gleichung

$$P = q \cdot \varepsilon^{-h\,(U_0 - U)^2}$$

(ε = Basis der natürlichen Logarithmen, q und h = Konstanten) und zwischen U_0 und der theoretischen Glimmspannung sind die Verluste durch die Summe der aus beiden obigen Gleichungen erhaltenen Werte bestimmt.

Vernachlässigt man bei der Untersuchung unserer Messresultate zunächst den Einfluss der Luftdichte, so ergeben sich folgende Werte:

Theoretische Glimmspannung der Leitung:

$$U_{0\,eff} = \frac{30{,}0}{\sqrt{2}} \cdot 2\, r_a \ln \left[\frac{a}{r}\right]$$

damit wird $U_{0\,eff} = 242\ kV_{verk.}$

r_a = Leiteraussenradius = 1,88 cm
a = Leiterabstand = 405 cm

Kritische Spannung unter Annahme eines Ungleichmässigkeitsfaktors M_0 von 0,83

$$U_{0\,eff} = 0{,}83 \cdot 242 = 201\ kV.$$

Aus den Versuchen 1 bis 3 hingegen resultiert eine kritische Spannung U_0 von 173 kV . Dieser Unterschied ist sehr wahrscheinlich durch den Einfluss von Lufttemperatur und Barometerstand in den Höhenlagen des Leitungstracés bedingt; unter der Annahme eines Barometerstandes von 600 mm und einer Temperatur von 10° C ergibt sich hierfür ein Korrektionsfaktor von

$$\frac{600}{760} \cdot \frac{273 + 25}{273 + 10} = 0{,}83$$

und damit eine Reduktion der kritischen Spannung auf 201 · 0,83 = 167 kV, sowie der theoretischen Glimmspannung auf 242 · 0,83 = 201 kV.

Unsere Untersuchungen fanden also in jenem Beanspruchungsgebiet statt, wo das zweite Peeksche Gesetz Gültigkeit hat. Aber die Messresultate sowohl des ersten als auch ganz besonders diejenigen der Versuche 5 bis 8 lassen sich mit der Formel nicht in Uebereinstimmung bringen. Es wäre wohl möglich, für die aufgenommenen Kurven 1 bis 9 mathematische Formulierungen zu finden, aber diese hätten infolge der grossen Veränderungen der Absolutwerte der Verluste sicher nur akademischen Wert.

Der Hauptgrund, weshalb die an Versuchsleitungen kurzer Länge gewonnenen Gleichungen hier versagen, scheint uns in der Variation der atmosphärischen Einflüsse längs der Leitung zu liegen.

Literatur.

F. W. Peek, Dielectric Phenomena in High Voltage Engeneering, 2. Ausgabe, 1920.

Arnold Roth, Hochspannungstechnik, 1927.

W. W. Lewis, Some Transmission Line Tests, J. A. I. E. E. 1921, S. 492.

Roy Wilkins, Corona Loss Tests on the 202 Mile 60 Cycle 220 kV Pit-Vaca Transmission Line of the Pacific Gas & Electric Company, J. A. I. E. E. 1924, S. 1109.

Wood, 220 kV Transmission Big Creek, J. A. I. E. E. 1922, S. 471.

Carroll, Brown & Dinapoli, Corona Loss Measurements on an 220 kV, 60 Cycle Three Phase Experimental Line, J. A. I. E. E. 1930, S. 987.

Dr. E. Bormann, Dielektrische Verlustmessungen an Drehstromkabeln bei betriebsmässiger Beanspruchung, VDE-Fachbericht-Sonderheft 1928 und ETZ 1928, S. 238.

W. Spielhagen, Messung kleiner Wechselstromleistungen bei grossen Phasenverschiebungen, Archiv f. Elektrotechnik, Bd. XXIII, Mai 1930.

Einfluss von Korona-Erscheinungen auf Freileitungsdrähte.

Von Prof. Dr. *v. Zeerleder*,
Versuchsabteilung der Aluminium-Industrie A.-G. Neuhausen (AIAG).

621.3.014.4 : 621.315.1.014.4

Auf Grund von theoretischen Erörterungen, Erfahrungen und Versuchen wird gezeigt, dass sich Freileitungsdrähte aus Aluminium und Aluminiumlegierungen (z. B. Aldrey) gegenüber den Wirkungen des Korona-Effektes mindestens ebenso günstig verhalten wie Kupferleiter. Die angeführten Versuche wurden zum Teil von der AIAG ausgeführt, zum Teil durch die Materialprüfanstalt des SEV.

Se basant sur des considérations théoriques, des expériences et des essais, l'auteur montre que les conducteurs de lignes aériennes en aluminium ou en alliage d'aluminium (par exemple Aldrey) se comportent tout au moins aussi favorablement que les conducteurs en cuivre vis-à-vis de l'effet corona. Les essais mentionnés ont été exécutés en partie par l'AIAG elle-même et en partie par la station d'essai des matériaux de l'ASE.

Hochspannungsleitungen werden nach Möglichkeit so konstruiert, dass die spannungsführenden Teile nicht glimmen, dass also keine Korona-Erscheinungen zu erwarten sind. Diese sind unerwünscht, da sie einen nicht unwesentlichen Effektverlust darstellen (Strahlungsverluste) und da sie Störungen in Telephon- und Radioanlagen verursachen. Ferner begünstigen sie die Einleitung von Ueberschlägen, da sie die umgebende Luft ionisieren. Sie sind von verschiedenen Autoren besonders für Freileitungen aus Aluminium als gefährlich bezeichnet worden.

Im Zusammenhang mit dieser Frage soll im folgenden auf zwei Punkte eingegangen werden. Der eine ist chemischer Natur und befasst sich mit der durch Korona-Bildung angeblich erhöhten Korrosion, der zweite ist physikalischer Natur und folgert logisch, dass erhöhte Korrosion eine rauhe Oberfläche schafft und dass an dieser schon bei einer geringeren Spannung die kritische Glimmspannung und damit ein rapides Anwachsen des Strahlungsverlustes beginnt.

1920 hat F. W. Peek von Seilbrüchen berichtet [1]), die angeblich auf die beim Glimmen entstehenden Stickoxyde zurückzuführen waren. Durch die Luftfeuchtigkeit habe sich Salpetersäure gebildet und diese den Draht so stark korrodiert, dass Bruch eintrat.

Dieser Gedanke, dass chemische Reaktionen durch Ionisation der den Leiter umgebenden Luftschicht eintreten können, hat im ersten Moment viel für sich, nimmt man doch in der Nähe solcher Leitungen öfters den charakteristischen Geruch nach Ozon wahr, dessen Bildung sicher durch die Aktivierung von Sauerstoff durch elektrische Entladungen verursacht ist. Es ist also sehr wohl denkbar, dass auch nitrose Gase (und damit Salpetersäure) entstehen.

Es wurden Versuche angestellt, die Bildung der nitrosen Gase absichtlich zu begünstigen und in besonderen Anlagen aus der Not eine Tugend zu machen und auf diese Weise Salpetersäure zu gewinnen. Diese Versuche schlugen völlig fehl, indem keine messbaren Mengen von Salpetersäure nachgewiesen werden konnten. Trotzdem wollen wir versuchen, uns von der maximalen Menge der möglicherweise entstehenden Säure ein Bild zu machen.

McEachron stellte fest [2]), dass bei der Korona-Entladung (im Gegensatz zur Funkenentladung) die Bildung von Stickoxyden gegenüber der von Ozon zurücktritt. Aber auch wenn wir annehmen, dass gleichviel Stickoxyde wie Ozon gebildet werden, kann diese Menge nur sehr gering sein, da einerseits der Ozongeruch nur unter besonders günstigen Bedingungen (Windstille) wahrnehmbar ist und anderseits unser Geruchsorgan dafür eine ausserordentlich grosse Empfindlichkeit aufweist, indem es einen Teil Ozon in 500 000 Teilen Luft erkennen lässt. Von dieser geringen Menge ist auch bei Windstille nur ein kleiner Bruchteil in unmittelbarer Nähe des Drahtes und damit schädlich, da die Verdünnung mit Luft bei nitrosen Gasen nicht nur durch Diffusion erfolgt, sondern durch die Strömung wirksam unterstützt wird, die wegen ihres hohen spezifischen Gewichtes eintritt. Die nitrosen Gase werden also den Draht auch im ungünstigsten Falle nicht als gleichmässige Wolke umgeben, sondern rasch zu Boden sinken. Nun tritt aber dieser ungünstigste Fall völliger Windstille sehr selten ein. Schon bei schwacher Luftbewegung sinkt der wirksame Teil der Spur des bei Windstille am Draht befindlichen Gases auf unmessbar kleine, unschädliche Werte herab.

Aber selbst wenn Salpetersäure in messbarer Menge entstünde, so hätte sie auf Aluminiumleitungen nicht denselben schädlichen Einfluss wie auf solche aus Kupfer, denn bekanntlich wird Aluminium von ganz verdünnter wie von hochkonzentrierter Salpetersäure so wenig angegriffen, dass man zum Transport der letzteren oft Aluminiumtanks verwendet. Im Gegensatz dazu wird Kupfer von dieser Säure bei jeder Konzentration angegriffen. Ein Schaden hätte sich also bei den bisher allgemein üblichen Kupferleitungen weit stärker auswirken müssen.

Damit ist aber immer die Möglichkeit noch nicht ausgeschlossen, dass die Korona-Bildung auf eine andere Art die Korrosion von Aluminium- und Aldrey-Leitungen beschleunigt. Um diese Frage abzuklären, hat die AIAG in den Jahren 1927 bis 1929 im Wallis einen dahingehenden Versuch durchgeführt. Auf dem Gestänge einer bestehenden Leitung wurden Aldrey- und Telephonbronzedrähte [3]) von 2 mm Durchmesser in einem Abstand von 1350 mm ohne starke Zugbeanspruchung ausgespannt. Ein Teil dieser Drähte wurde während der Versuchsdauer von 10 655 Stunden unter eine mittlere Spannung von 55 000 V gesetzt. Die übrigen Drähte waren während der Versuchsdauer nicht unter elektrischer Spannung und dienten als Kontrolldrähte. Nach Abbruch dieser Versuchsanlage wurden alle Drähte in der Versuchsabteilung der AIAG einer eingehenden Vergleichsuntersuchung unterworfen. Die Resultate dieser Untersuchung sind in den Tabellen I und II zusammengestellt.

Prüfresultate der Versuchsdrähte aus Aldrey.

Tabelle I.

	Kontroll-Draht	Prüfdraht		Prozentuale Aenderungen des Prüfdrahtes	
		ungereinigt	oberflächlich gereinigt	ungereinigt	oberflächlich gereinigt
Draht-Durchmesser in mm	2,00	2,025	2,00	+ 1,25	—
Zugfestigkeit . .	35,4	34,8	35,5	— 1,7	+ 0,3
Dehnung ($l = 20$ cm)	7,0	6,5	6,5	— 7,1	— 7,1
Biegung ($r = 2{,}5\ d$)	3	3	—	—	—
Torsion ($l = 10$ cm)	15 bis 16	13 bis 14	—	—13	—
Elektr. Leitfähigkeit bei 20° . .	31,0	30,1	30,9	— 2,9	— 0,3

[1]) Dielectric Phenomena, Auflage 1920, Seite 201.

[2]) Trans. Am. Electrochem. Soc., Bd. 44, S. 71 (1923).

[3]) Telephonbronze wurde mit Rücksicht auf die bei der gegebenen Spannweite ungenügende Festigkeit entsprechender Kupferdrähte gewählt. Es kann angenommen werden, dass Telephonbronze in bezug auf Korrosion sich ähnlich verhält wie Kupfer.

Prüfresultate der Versuchsdrähte aus Telephonbronze.
Tabelle II.

	Kontroll-Draht	Prüfdraht		Prozentuale Aenderungen des Prüfdrahtes	
		un-gereinigt	ober-flächlich gereinigt	un-gereinigt	ober-flächlich gereinigt
Draht-Durchmesser in mm	1,945	1,965	—	+ 1,0	—
Zugfestigkeit . .	49,9	48,4	49,3	— 3,0	— 1,2
Dehnung ($l = 20$ cm)	1,5	1,0	1,0	—33,3	—33,3
Biegung ($r = 2{,}5\ d$)	10	11 bis 12	—	+15	—
Torsion ($l = 10$ cm)	60 bis 62	56 bis 58	—	— 6,6	—
Elektr. Leitfähigkeit bei 20° . .	35,9	34,9	35,6	— 2,8	— 0,8

Der Einfluss der hohen Spannung auf die Festigkeitseigenschaften äussert sich vor allem in einem Rückgang der Dehnung bei der Telephonbronze um ein Drittel, während bei Aldrey dieser Rückgang nur 7 % beträgt. Auch der Rückgang der Zugfestigkeit ist bei Telephonbronze bedeutend grösser. Die geringe Aenderung der Leitfähigkeit ist bei beiden Materialien praktisch dieselbe. Man ersieht aus diesen Zahlen, dass der Festigkeitsrückgang bei Aldrey bedeutend kleiner ist als bei Telephonbronze und dass von einer Beschleunigung der Korrosion durch das Unterspannungsetzen bei Aldrey nicht die Rede sein kann.

Damit ist die chemische Seite der in der Einleitung gestellten Frage dahin beantwortet, dass der Korona-Effekt Aluminium eher weniger stark angreift als Kupfer. Es bleibt noch die physikalische Seite. Es ist bekannt, dass Aluminiumleitungen mit der Zeit etwas aufgerauht werden. Dies kann davon herrühren, dass Reste von Ziehfett am Draht haften bleiben, die mit der Zeit oxydieren, wobei die entstehenden Fettsäuren lokal schwache Oberflächenoxydation hervorrufen können. Es bestand deshalb die Möglichkeit, dass dadurch die kritische Spannung heruntergesetzt und der Stromverlust entsprechend erhöht wird.

E. Wilson hat darüber eine Untersuchung angestellt [4]), die aber leider keine eindeutigen Schlüsse zu ziehen erlaubt, da ihr verschiedene Mängel anhaften. So sind die die Glimmspannung zur Hauptsache beeinflussenden Drahtdurchmesser nicht angegeben und es wird eine Legierung mit 2,3 % Ni zum Vergleich herangezogen, während unbeanspruchtes Material für Paralleluntersuchungen offenbar nicht mehr zur Verfügung stand. Letzteres ist um so mehr zu bedauern, als es heute nicht leicht fallen dürfte, Material zum Vergleich zu erhalten, das bis 23 Jahre im Gebrauch stand. In den Versuchen wird hauptsächlich festgesellt, dass die Nickellegierung zum Anfassen eine glattere Oberfläche aufwies als das Reinaluminium und dass dementsprechend beim ersteren die kritische Spannung 60 000 V und bei letzterem nur 45 000 V betrug. Ferner wird bei 113 000 V das Glimmen des Reinaluminiumdrahtes als sehr unregelmässig beschrieben im Vergleich zu der Erscheinung am glatten nickelhaltigen Draht. Wurde bei ersterem die rauhe Oberflächenschicht entfernt, so resultierte ein Glimmen, das an das eines glatten Drahtes erinnerte.

[4]) Trans. of the Faraday Soc., Bd. 25, S. 496 bis 502 (1929).

Angeregt durch vorstehende Versuche hat sich die Materialprüfungsanstalt des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins mit dieser Frage befasst. Es wurden ihr dazu fabrikneue Aldreydrähte und solche, die schon 4 bis 5 Jahre in Gebrauch gestanden hatten, alle von 2 mm Durchmesser, zur Verfügung gestellt.

Ein erster Versuch bezweckte die Feststellung der visuellen Glimmentladungserscheinungen an einem neuen und einem gebrauchten Aldreydraht. Die beiden Drahtmuster wurden unter genau gleichen Verhältnissen geprüft, wobei sie nacheinander an derselben Stelle vertikal aufgehängt und mit ca. 7 kg belastet wurden. Der minimale Abstand von den Betonwänden des Prüfraumes betrug 1,6 m. Die Beobachtung erstreckte sich auf eine Drahtlänge von 4,2 m. Die Spannung wurde, mit 15 kV beginnend, bis auf 250 kV gesteigert, wobei über 100 kV keine neuen Erscheinungen beobachtet wurden. Der Versuch ergab, «... dass zwischen den beiden Drähten kein wesentlicher Unterschied bestand. Immerhin zeigten sie insofern einen Unterschied in der Glimmerscheinung, als diejenige des blanken Drahtes gegenüber derjenigen des

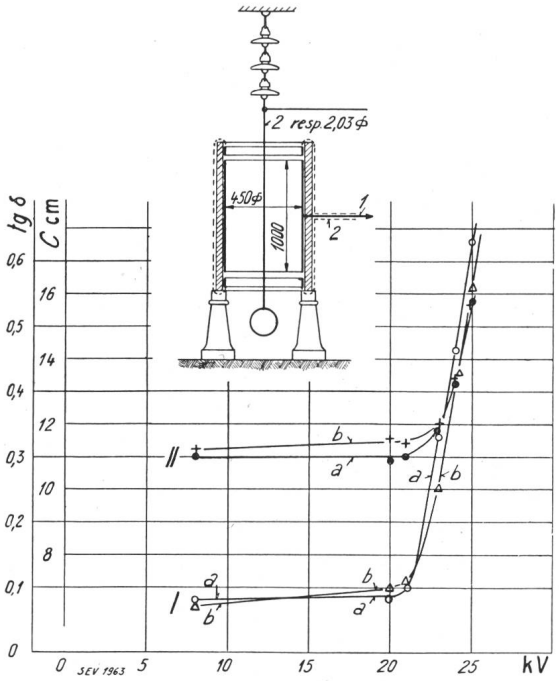

Fig. 1.
Verlustmessung an einem Luftkondensator mittels Scheringbrücke.
Relative Feuchtigkeit 87 %. Temperatur 20,5 °C.
I Verlustfaktorkurven (tg δ)
II Kapazitätskurven (*C* cm)
a Draht blank
b Draht oxydiert
1 Messbelag
2 Abschirmung

rauhen Drahtes bei derselben Spannung ruhiger und weniger intensiv erschien».

In einem zweiten Versuch wurden die beiden Drahtmuster in quantitativer Hinsicht untersucht. Zu diesem Zweck wurde aus dem Drahtmuster und einem stanniolverkleideten Hartpapierzylinder ein Luftkondensator gebaut von 450 mm Innendurchmesser und 1000 mm Höhe. In der Achse des Zylinders wurden nacheinander die Prüfdrähte durch ein Gewicht gestreckt aufgehängt und die Kapazität und die Verluste dieser Anordnung in Abhängigkeit der angelegten Spannung bestimmt (Fig. 1). Die absolute Messgenauigkeit der Verlustbestimmung ist bei der gewählten Anordnung wegen der Kleinheit der Messkapazität zwar gering, aber da es sich in erster Linie um einen Vergleichsversuch handelt, für die Beurteilung der Prüfobjekte unwesentlich.

Die Glimmgrenze betrug für beide Drahtmuster 21,5 kV. Im Moment des Ueberschreitens der kritischen Spannung setzte ein rascher Anstieg des Verlustfaktors (tg δ) [5]) ein. Der Verlauf der beiden Verlustkurven in Abhängigkeit von der Spannung zeigt quantitativ zwar keine wesentlichen Unterschiede, wohl aber scheint ein prinzipieller Unterschied im Kurvenverlauf zu bestehen. Beim grossen Ueber- und Unterschreiten der kritischen Spannung von 21,5 kV liegen die Verlustfaktoren des oxydierten Drahtes etwas tiefer, wenig unterhalb der Glimmspannung, jedoch höher als die des blanken Drahtes. Diese Erscheinung dürfte für die Oxydation charakteristisch sein.

Als wichtiges Ergebnis dieser Untersuchung ist hervorzuheben, dass die scheinbare Aufrauhung, die das Aldrey im Laufe der Zeit erleidet, die Glimmspannung *nicht* heruntersetzt und die Korona-Verluste bei gegebener Spannung nur unwesentlich positiv oder negativ beeinflusst.

Das Problem des Korona-Effektes an Freileitungen ist sehr kompliziert und noch nicht völlig abgeklärt. Die vorstehend besprochenen Versuche zeigen jedoch, dass Aluminiumdrähte sich hinsichtlich Beständigkeit gegenüber dem Korona-Effekt mindestens ebenso günstig verhalten wie Kupferdrähte. Weder findet unter Strombelastung eine erhöhte Korrosion statt, noch wird die Glimmspannung und damit der Strahlungsverlust im Laufe der Zeit ungünstig beeinflusst.

Aehnlich günstige Resultate ergaben übrigens auch Versuche, welche kürzlich in Amerika an Probeleitungen für 220 kV mit Kupfer- und Aluminiumleitern ausgeführt wurden [6]).

[5]) $\delta + \varphi = 90°$; φ = Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung.

[6]) Carroll, Brown und Dinapoli: Corona Loss Measurements on a 220 kV, 60 Cycle Three-Phase Experimental Line. J. A. I. E. E. 1930, S. 987.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Neuheiten aus dem «Haus der Elektrotechnik» während der Leipziger Technischen Frühjahrsmesse 1931.

606.4(43)

Einem Bericht von Prof. Dr. Dettmar, Hannover, entnehmen wir im folgenden Angaben über einige wenige, uns besonders interessant scheinende, im «Haus der Elektrotechnik» 1931 gezeigte Gegenstände.

In der ausserordentlich reichhaltigen Schau der Wärmegeräte, zu welcher Prof. Dettmar bemerkt, dass sie unter der absoluten Herrschaft des Herdes stand, der im übrigen nirgends etwas grundsätzlich Neues aufwies, sondern lediglich im einzelnen konstruktiv vollkommener durchgearbeitet war, zeigte die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. Heizplatten aus porzellanähnlicher Masse, bei der die Heizdrähte direkt unter der Oberfläche eingebettet sind. Auf die rotglühende Platte herabtropfendes kaltes Wasser soll diese nicht beschädigen. In gleicher Bauart war ein Muffelofen für gewerbliche Zwecke mit einer Innentemperatur von 800° ausgestellt.

Das Sachsenwerk, Niedersedlitz, zeigte einen Gleichstrom-Nebenschlussmotor mit verlustloser Regelung im Bereiche von 1 : 9; das Himmelwerk Tübingen führte einen Motor für die Schuh- und Lederindustrie mit 20 000 U/m vor.

In der Abteilung Messinstrumente zeigte die AEG ein Oberwellen-Messgerät nach Prof. Hüter, mit welchem die 3., 5., 7. und 9. Oberwelle direkt in Volt abgelesen werden kann; es hat die Dimension 38 × 22 × 20 cm und wiegt 12 kg. Der bekannte Dietze-Anleger (Hartmann & Braun) wird nun unter Verwendung von Trockengleichrichtern auch für ganz kleine Messbereiche von z. B. 0 bis 2 A brauchbar gebaut. Dieselbe Firma zeigte das im Bull. SEV 1931, Nr. 6, beschriebene elektrostatische Synchronoskop. Siemens & Halske zeigte ein Kreuzfaden-Pyrometer für Messungen zwischen 900° und 1800°.

Grosses Interesse erweckte eine 50-kW-Glühlampe der Osram Berlin, deren Lichtstrom von $1{,}1 \cdot 10^6$ Lumen 2750mal demjenigen einer 40-W-Lampe beträgt. Eine ähnliche Grenzleistung im Gebiet des Kabelbaues ist das von den Siemens-Schuckert-Werken vorgeführte Stück eines 220-kV-Kabels mit Oelfüllung, samt Endverschlüssen.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.*)

Aus den Geschäftsberichten bedeutenderer schweizerischer Elektrizitätswerke.

Elektrizitätswerk der Stadt Luzern, pro 1930.

(Stromverteilendes Werk ohne Eigenproduktion.)

	1930	Vorjahr
	kWh	kWh
Bezogene Energie	25 920 610	24 865 464
	kW	kW
Anschlusswert auf Jahresende	37 780	34 665

	1930 Fr.	Vorjahr Fr.
Die gesamten Einnahmen betrugen	4 464 027	4 330 788
wovon die Stromeinnahmen	3 050 733	2 966 578
Ausserdem Einnahmen an Zinsen, Dividenden usw.	244 809	242 822
Die gesamten Ausgaben betrugen	3 002 759	2 852 162
wovon für Strombezug	763 564	814 619
Ausserdem wurden aufgewendet für Zinsen, Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds	344 140	341 894

*) Die Energieproduktionsstatistik wird in der nächsten Nummer erscheinen.