**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 15 (1924)

**Heft:** 7

**Artikel:** Die Elektronenröhre als Hochspannungsrelais

**Autor:** Imhof, A.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-1061834

**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:** 09.08.2025

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

den Doppelerdschluss im Hochspannungsnetz erzeugen, welcher dann wie in Fig. 6 das Niederspannungsnetz gefährdet.

Die Lösung dieser Aufgabe muss ausschliesslich in einer Verbesserung der Erdung und nicht etwa in einer Verbesserung der Ableiter gesucht werden (siehe Vortrag von Hr. Schiesser)[9]). Allerdings ist sie in vielen Fällen ausserordentlich schwierig.

Aus obigen Gründen ist auch in den Fig. 6 und 9 für alle Stationen die allgemeine Disposition der Erdungsanlage angedeutet.

Zur Vermeidung von Ueberschlägen gehört selbstverständlich auch die sachgemässe Ausführung von Leitungskreuzungen von verschiedener Spannung, wobei hauptsächlich eine mechanisch sichere Ausführung gefordert werden muss.

Die kapazitive Beeinflussung spielt bei Niederspannungsnetzen eine weit grössere Rolle als bei Mittelspannungsnetzen, weil die kapazitive Beeinflussung ungefähr dieselbe, das Uebersetzungsverhältnis dagegen meistens ein viel grösseres ist, so dass die relative Höhe der Ueberspannungen im Verhältnis zur Betriebsspannung eine höhere ist. Als Abhilfe kommt eine Durchschlagssicherung im Nullpunkt der Niederspannungswicklung der Transformatoren oder deren Pole in Frage, wenn nicht ohnehin der Nullpunkt dieser Transformatoren direkt geerdet ist.

Aufmerksamkeit ist auch der Erdleitung von Ableitern zu schenken, dann, wenn diese Ableiter nur kleinen inneren Widerstand besitzen. In diesem Falle entstehen naturgemäss beim Ueberschlag des Ableiters Sprungwellen, welche sich in die Erdleitung hinein fortpflanzen und dort Ueberspannungen von der Höhe der eingestellten Ueberschlagsspannung des Ableiters darstellen. Aus diesem Grunde müssen die Erdleitungen bis zum gemeinsamen Erdungspunkte entsprechend isoliert werden, sonst entsteht die Gefahr des Ueberschlagens solcher Sprungwellen auf unter Spannung stehende Anlageteile, wo dann wieder Lichtbögen entstehen. Es sei aber bemerkt, dass fast alle heute in der Schweiz gebräuchlichen Ableiter so hohe innere Widerstände besitzen, dass die ganze Erscheinung überhaupt nicht in Betracht kommt; die Grenze für die Gefährlichkeit liegt ungefähr bei 3000 Ohm.

*Zusammenfassend* ergeben sich für Ueberspannungsnetze folgende Schutzmassnahmen: Ableiter in Unterstationen und bei den Abnehmern (gegen atmosphärische Ueberspannungen); sorgfältige Ausführung der Erdung in Transformatorenstationen und sichere Ausführung von Leitungskreuzungen (gegen Uebertritt von Ober- und Unterspannung); Durchschlagssicherungen (gegen kapazitive Beeinflussung durch Oberspannung) bezw. Nullpunktserdung.

Die Kommission des S.E.V. und V.S.E. würde es sehr begrüssen, wenn Betriebsleiter, welche den Ueberspannungsschutz ihres Netzes entsprechend der Wegleitung ändern und vereinfachen wollen, sich an das Generalsekretariat oder dann persönlich an ihnen bekannte Mitglieder der Gruppe *b* wenden würden, um in Zweifelsfällen Aufschluss über die Anwendung der Wegleitung zu erhalten. Die Zusammenarbeit wäre jedenfalls für beide Teile eine sehr fruchtbare und im Interesse aller gelegen.

---

# Die Elektronenröhre als Hochspannungsrelais.

Von Prof. *A. Imhof*, Winterthur.

*Es ist im nachstehenden Aufsatz die Anwendung der Elektronenröhre als Relais in der Signaltechnik, insbesondere zur Fernanzeige des Spannungszustandes, beschrieben.*

*L'auteur parle de l'application du tube à trois électrodes à la signalisation et particulièrement de son emploi comme relai pour signaler à grande distance l'état de tension d'un réseau.*

Die in der Nachrichtenübermittlung zu der bekannten beispiellosen Bedeutung gelangte Elektronenröhre hat auch in der Mess- und Signaltechnik schon eine Reihe von Anwendungen gefunden. In der Messtechnik bietet die starke Variation des Elektronenstromes mit der Temperatur der Glühkathode gewisse Schwierigkeiten,

während dies bei relaisartigen Vorrichtungen weniger störend wirkt. Im folgenden sei ein *Röhren-Hochspannungsrelais* kurz beschrieben, das der Verfasser im Auftrag der Firma Trüb, Täuber & Co. entworfen und damit Versuche unternommen hat. Die Aufgabe ist hervorgegangen aus dem Problem, statische Hochspannungsmesser zur Fernanzeige des Spannungszustandes nach dem Schaltraum zu verwenden und diese Vorrichtung auch an schon bestehenden Instrumenten anbringen zu können. Es durfte also nur ein rein statisch wirkendes Relais, das zudem zur Spannungsteilung nur kleine Kapazitäten erfordert, in Betracht kommen und hierfür erweist sich die Röhre mit Gitter als geeignet. Um sich jeder praktischen Situation anpassen zu können, soll zudem zur Speisung des Plattenkreises wie auch für die Glühkathodenheizung Gleich- und Wechselstrom verwendbar sein.

Zwischen die Hochspannungsleitung und die Erde werden zwei hintereinander geschaltete Kondensatoren kleiner Kapazität $C_1$ und $C_2$ angeschlossen und so dimensioniert, dass die auf den geerdeten Kondensator entfallende Spannung klein ist. Diese wird an das Gitter $G$ einer Elektronenröhre angelegt und zwar in dem Sinne, dass der Plattenstrom hierdurch erlöscht oder wenigstens sehr klein wird. Fig. 1 zeigt die Schaltung. In den Plattenkreis kommt entweder ein Drehspulrelais $S$, das Signale betätigt oder direkt ein Drehspul-Signalapparat. Die Wirkung des Gitters ist etwas verschiedenartig, je nachdem die Plattenspannung eine Gleichspannung ist oder eine mit der Gitterspannung synchrone Wechselspannung. Im ersteren Falle erzeugt man bei spannungslosem Gitter den Anoden-Sättigungsstrom. Wird nun das Gitter während einer halben Periode positiv, so kann der Anodenstrom trotzdem nicht höher wachsen; wird das Gitter während der nächsten Halbperiode negativ, so wird der Anodenstrom hierdurch auf Null reduziert. Resultierend findet eine starke Schwächung des Anodenstromes statt, wodurch ein Drehspulrelais in Bewegung gesetzt wird.

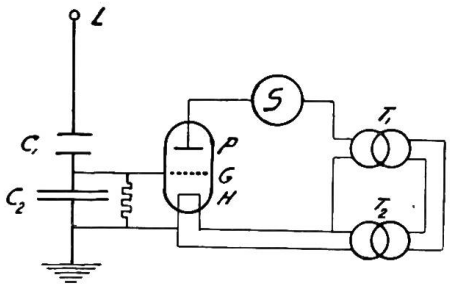


Fig. 1.
$L$ = Hochspannungsleitung.
$C_1$ u. $C_2$ = Kondensatoren kleiner Kapazität zur Spannungsteilung.
$P$ = Platte der Elektronenröhre.
$G$ = Gitter der Elektronenröhre.
$H$ = Heizdraht der Elektronenröhre.
$S$ = Drehspulrelais oder Signalapparat.
$T_1$ u. $T_2$ = Kleintransformatoren.

Im zweiten Falle wird bei spannungslosem Gitter die Gleichrichtung der Röhre benützt, um ein Drehspulrelais zu betätigen. Die Platten-Wechselspannung wird so angeschlossen, dass die Platte immer dann positiv ist, wenn das Gitter gerade negativ ist. Im Moment einer positiven Gitterhalbwelle wird der ganze Emissionsstrom ins Gitter fliessen und muss durch den nach Erde geschalteten hochohmigen Widerstand abgeleitet werden; im Moment einer negativen Gitterhalbwelle ist die Platte $P$ positiv, aber da das Gitter je nach Grösse des Durchgriffs den Emissionsstrom mehrmals stärker beeinflusst als die Anode, fliesst auch dann nur ein ganz kleiner Plattenstrom. Praktisch genügend genau gelten diese Ueberlegungen noch, wenn Gitter- und Anodenspannung nicht genau in Phasenopposition stehen.

Zur Verwendung gelangen nur Röhren mit grossem Sättigungsstrom. Besonders wichtig ist aber, dass deren Lebensdauer gross sei, ansonst die Wirtschaftlichkeit der Meldevorrichtung unannehmbar wird. Bei normaler Heizung beträgt die Lebensdauer der Röhren mit reinem Wolframdraht nur etwa 600 bis 1000 Stunden. Eine geringe Senkung des Heizstromes wirkt hierauf sehr günstig, verringert aber den Plattenstrom ausserordentlich stark. Günstiger liegen die Verhältnisse bei den neueren Oxydkathodenröhren mit Heizstromstärken von nur 60 – 150 mA, je nach Fabrikat, bei zudem grossem Emissionsstrom (Sättigungsstrom mehrere mA). Dieselben bieten den weiteren Vorteil, dass ihr Emissionsstrom viel weniger von Schwankungen des Heizstromes abhängig ist als bei reinem Wolframheizdraht. Die für Heizung und Plattenkreis nötigen Leistungen sind so gering, dass zum gleichzeitigen Betrieb mehrerer Relais Transformatoren von der Grösse gewöhnlicher Klingeltransformatoren genügen.

Da die Kapazität der Spannungsteilerkondensatoren sehr klein sein kann, genügen zu anderen Zwecken vorhandene Stütz- oder Durchführungsisolatoren zur Herstellung des Spannungsteilers. Zum Beispiel kann ein Stützisolator in der Nähe des Fusses mit einem Metallring versehen werden, an welchem das Gitter der Elektronenröhre angeschlossen wird. Oder in durchschlagsicherer Distanz der Hochspannungsleitung wird eine kugelige Elektrode, getragen durch einen kleinen Stützisolator, aufgestellt. Der diese Elektrode tragende Isolator ist selbst der eine Kondensator des Spannungsteilers.

Betreffend die zu erwartende Betriebssicherheit kann in günstigem Sinne erwähnt werden, dass bei unerwünschtem Ausbleiben des Heizstromes, der Plattenspannung oder sonstigem Röhrendefekt „Hochspannung vorhanden" angezeigt wird, dass also durch solche Störungen von der nötigen Vorsicht nicht Umgang genommen wird.

## Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

**Aus den Geschäftsberichten bedeutenderer schweiz. Elektrizitätswerke.**

*Jahresbericht pro 1923 des Elektrizitätswerkes der Stadt Luzern.* (Stromverteilendes Werk ohne Eigenerzeugung.)

| | 1923 | Vorjahr |
|---|---|---|
| Bezogene Energie | 16 220 200 kWh | 14 992 637 kWh |
| Der Anschlusswert betrug Ende 1923 | 20 614 kW | 19 067 kW |

Davon entfallen 6769 auf Glühlampen
8253 auf Apparate
5564 auf Motoren.

Die gesamten Einnahmen betrugen, einschliesslich die Entschädigung für Besorgung des Betriebes des Elektrizitätswerkes Luzern-Engelberg . . . .

| | 1923 Fr. | Vorjahr Fr. |
|---|---|---|
| Die gesamten Einnahmen betrugen einschliesslich Entschädigung für Besorgung des Betriebes des Elektrizitätswerkes Luzern-Engelberg . . . . | 3 510 642.– | 3 694 611.– |
| wovon die Stromeinnahmen betrugen . | 2 551 270.– | 2 481 917.– |
| Die gesamten Ausgaben betrugen einschliesslich Betrieb d. Elektrizitätswerkes Engelberg . . . . | 2 033 933.– | 2 302 237.– |
| Ausserdem wurden aufgewendet für Zinsen, Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds . . | 438 969.– | 466 759.– |
| Der an die Stadtkasse abgelieferte Reinertrag beläuft sich auf | 1 123 324.– | 928 700.– |

Der Buchwert der Aktiven betrug Ende 1923 Fr. 5 937 831.–, gegenüber Fr. 6 168 901.– Ende 1922, wovon Fr. 4 138 000.– den Wert des Aktienanteils Luzern-Engelberg A.-G. darstellen.

*Jahresbericht pro 1923 des Elektrizitätswerkes Luzern-Engelberg A.-G.* (Stromproduzierendes Werk.)

| | 1923 kWh | Vorjahr kWh |
|---|---|---|
| Total abgegebene Energie | 30 608 047 | 27 552 758 |
| Davon wurden durch eigene Anlagen produziert | | |
| hydraulisch . . . . | 29 719 927 | 27 147 738 |
| kalorisch . . . . . | 2 120 | 3 020 |
| von C. K. W. bezogen . | 886 000 | 402 000 |
| Die Abgabe verteilt sich auf Elektrizitätswerk der Stadt Luzern . . . . | 16 220 020 | 14 990 637 |
| die C. K. W. . . . . | 6 314 000 | 4 826 000 |
| Das eigene Verteilgebiet, einige Grossabonnenten, Verbrauch der Grundwasseranlage und Leitungsverluste . . . . | 8 074 027 | 7 736 121 |

Der Anschlusswert im eigenen Verteilgebiete beträgt heute 3215 kW.

| | 1923 Fr. | Vorjahr Fr. |
|---|---|---|
| Die gesamten Betriebseinnahmen betrugen . | 1 108 372.– | 1 050 409.– |
| wovon die Stromeinnahmen ausmachten . | 1 102 909.– | 1 045 083.– |
| Die Betriebsausgaben, inkl. Steuern, Konzessionsgebühren usw., betrugen . . . . . | 432 831.– | 413 930.– |
| Ausserdem für Passivzinsen und Abschreibungen auf den Anlagen . . . . . | 482 914.– | 541 450.– |
| Der Reingewinn betrug | 197 141.– | 111 029.–, |

wovon Fr. 185 150.– verwendet wurden zur Ausrichtung einer Dividende von $4^1/_4$ % an die Prioritätsaktien und 4 % an die Stammaktien.

Der Buchwert der Aktiven beträgt Ende 1923 noch Fr. 6 891 906.–, Ende 1922 Fr. 7 112 463.–.

*Richtigstellung. Die Kraftwerke Brusio* schreiben uns, dass die im Laufe des Jahres 1923 gelieferte Energiemenge, welche wir im Bulletin 1924, No. 6, Seite 302, auf 130 Millionen kWh geschätzt hatten, um etwa $^1/_6$ geringer ist. Sie teilen uns ferner mit, dass die im Jahresbericht genannten Verhandlungen eine Erneuerung des Vertragsverhältnisses zum Zwecke haben, um den definitiven Verzicht der Società Lombarda auf das bei der Gründung zugestandene Kaufrecht herbeizuführen. Seither sei es zu einer schweizerischerseits befriedigenden Verständigung mit einem langfristigen Lieferungsvertrag und dem Verzicht auf das Kaufrecht gekommen, die mit der Erteilung der Ausfuhrbewilligung perfekt werden soll.