

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 35 (1944)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Les caractéristiques électriques des lignes à 150 kV des Forces Motrices Bernoises  
**Autor:** Jean-Richard, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056944>

### **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:** 25.12.2024

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

beliebig viele Bedienungsstellen vorgesehen und so die Bequemlichkeit der Bedienung erhöht werden. Dies ist besonders wichtig in Gängen und Treppenhäusern.

Die *Einfachheit des Schemas* kommt bei mehreren Bedienungsstellen zur Geltung: Wechsel- und Kreuzungsschaltungen mit ihren komplizierten Schaltern und 3fach-Leitungen fallen weg; an deren Stelle tritt der für alle Fälle gleiche Druckknopf, der in immer gleicher Weise mit einfacher Abzweigung an die Steuerleitung angeschlossen wird. Die Leitungen für Energiezuführung können, wie erwähnt, auf dem kürzesten Wege und ohne Rücksicht auf die Bedienungsstellen verlegt werden.

Die *Gefahrlosigkeit* der Betätigung ermöglicht, die Bedienungsstellen an Orten vorzusehen, wo dies sonst nicht, oder nur unter Verwendung umständlicher Schutzvorrichtungen und Verlegungsarten, möglich wäre.

Die *Einfachheit des Betätigungsvorganges* — für Ein- und Ausschalten dasselbe einfache Druckorgan — schafft neue Möglichkeiten zur Erleichterung der Betätigung, z. B. mit dem Fuss, dem Knie, dem Ellbogen, den Rädern von Fahrzeugen, durch Druck oder Stoss auf Gummischläuche usw. Oft wird auch

die vollständige Geräuschlosigkeit des Bedienungsorganes als grosser Vorteil gewertet.

Das *Anwendungsgebiet* der neuen Installations-technik ist gross. Vor allem eignet sie sich für Lampen oder Lampengruppen mit vielen Bedienungsstellen, wie in Treppenhäusern, Gängen, Fabrikhallen, für Nachtwächterbeleuchtung: Oft zeigt es sich, dass die Möglichkeit, mit wenig Kosten weitere Bedienungsstellen zu schaffen, dazu führt, solche in einer Zahl vorzusehen, die früher gar nicht in Betracht gekommen wäre.

Ferner wird das System vorteilhaft bei langen Steuerleitungen Verwendung finden, wenn z. B. eine Lampe in 20 m Entfernung eingeschaltet werden soll (Beleuchtung vom Gartentor aus, Beleuchtung in Fabrikhöfen, auf Estrichen).

Ein weiteres Anwendungsgebiet bilden nasse Räume, z. B. Waschküchen, Badezimmer, Ställe, nasse Fabrikationsräume, ferner feuer- und explosionsgefährliche Anlagen, z. B. Benzinlager u. a. m.

Besondere Vorteile zeigen sich auch bei Neuinstallationen in alten Gebäuden und Anlagen, da die kleinen Röhren sich leicht so unterbringen lassen, dass keine Maurer- und Malerarbeiten nötig werden, vor allem wieder unter vorhandenen Leitungen.

## Les caractéristiques électriques des lignes à 150 kV des Forces Motrices Bernoises

Par Ch. Jean-Richard, Muri près Berne

621.315.1(494)

*C'est le résultat de mesures électriques effectuées sur les lignes à 150 kV des Forces Motrices Bernoises.*

*Es wird das Resultat wiedergegeben von elektrischen Messungen, welche an den 150-kV-Leitungen der BKW durchgeführt wurden.*

Les lignes électriques à 150 kV des Forces Motrices Bernoises ont suivi une certaine évolution. La dernière étape en est constituée par la ligne de Innertkirchen—Wimmis—Mühleberg de 99,61 km, dont un exposé substantiel a paru dans ces colonnes<sup>1)</sup>.

Précédemment la ligne de Mühleberg—Bassecourt avait fait l'objet de nos recherches en 1927 et celle de Innertkirchen—Bickigen en 1929<sup>2)</sup>.

Ces recherches ont porté principalement sur les pertes par aimantation. Nous les récapitulons ci-après dans la fig. 1. Il en résulte qu'elles ont d'abord augmenté pour disparaître dans la suite. Ce résultat a été obtenu par le câblage judicieux des fils d'aluminium des conducteurs, toutes autres conditions étant égales.

L'avantage du nouveau câblage se traduit également par un *échauffement des conducteurs* moindre de 30 % pour la même puissance transmise.

La *résistance ohmique* moyenne en exploitation normale est de 20 ohms par phase et 100 km pour les lignes affectées de pertes par aimantation et de 17 ohms pour la ligne de Innertkirchen—Wimmis—Mühleberg. Quant à la *réactance* les valeurs sont de 46 et de 43 ohms par phase et 100 km.

Rappelons en outre que les *pertes par effet couronne* sont pratiquement limitées à des tensions au dessus de 150 kV<sup>3)</sup>.

La ligne de Innertkirchen—Wimmis—Mühleberg a fait l'objet d'autres recherches encore au mois de juillet 1943, dont nous rendons compte ci-après.

L'*impédance homopolaire*, soit celle par rapport à la terre, est représentée par la fig. 2. Il est à remarquer qu'elle apparaît comme fonction linéaire du nombre de phases alimentées et ceci indépendamment de ce que la ligne simple jumelle soit mise à la terre aux deux extrémités ou non. Nous attribuons ce résultat au fait que les trois conducteurs de chacune des deux lignes jumelles sont disposés dans l'air assez près les uns des autres et pratiquement dans un plan vertical.

Cette disposition produit un autre résultat encore, à savoir celui que l'extrapolation des valeurs ainsi obtenues jusqu'à l'axe des ordonnées au point zéro de l'abscisse donne une valeur égale à l'impédance symétrique par phase et ceci de nouveau indépendamment de ce que la ligne simple jumelle soit mise à la terre aux deux extrémités ou non.

La ligne de Innertkirchen—Wimmis—Mühleberg traverse d'Innertkirchen à Wimmis une région

<sup>1)</sup> Bull. ASE 1944, No. 3, p. 57...69.

<sup>2)</sup> Bull. ASE 1937, No. 13, p. 290...291.

<sup>3)</sup> Bull. ASE 1931, No. 9, p. 210...215.

montagneuse et de Wimmis à Mühleberg une région de plaine. La fig. 3 montre le *courant de terre* de ces deux tronçons rapporté à 100 km en fonction de la tension de service. Il est à remarquer que

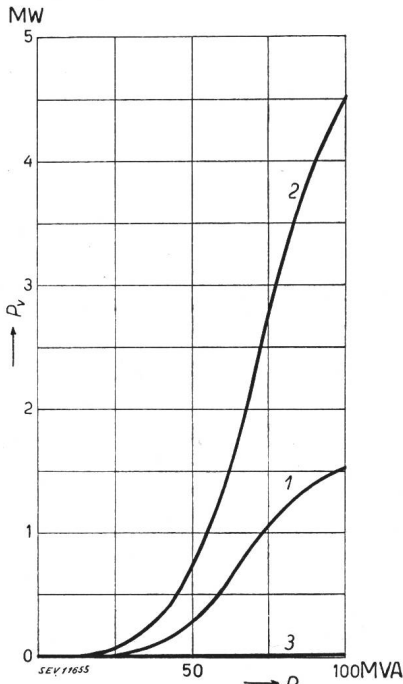


Fig. 1.

Pertes par aimantation ( $P_v$ ) par ligne simple et 100 km en fonction de la puissance transmise ( $P$ ), à 141 kV

- 1 Mühleberg-Bassecourt 1927.  $2 \cdot 1 \cdot 3$
- 2 Innertkirchen-Bickigen 1929.  $2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 2'$
- 3 Innertkirchen-Mühleberg 1943.  $2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 2'$

dans la plaine le courant de terre est plus grand qu'à la montagne. Ceci est dû aux ravins nombreux que franchit la ligne entre Innertkirchen et Wimmis. En outre les courants de terre sont les mêmes pour chacune des deux lignes jumelles.

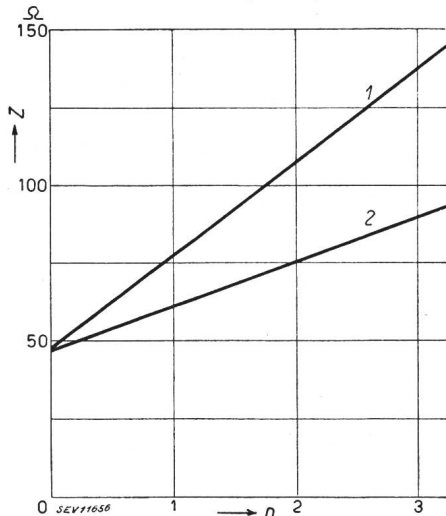


Fig. 2.

Impédance par rapport à la terre, par ligne simple, par 100 km et par phase

- 1 La ligne simple jumelle hors service.
- 2 La ligne simple jumelle court-circuitée et à la terre aux deux extrémités.
- Z Impédance.
- n Nombre des phases alimentées.

Lorsque les deux lignes jumelles sont exploitées parallèlement le courant de terre par ligne jumelle diminue moins à la montagne que dans la plaine. Ce phénomène est dû à l'éloignement qui se produit à la montagne entre la terre et les conducteurs de la ligne.

Si les deux lignes jumelles appartiennent à deux services différents, c'est deux fois le courant de terre par ligne jumelle en service séparé qui intervient. Il y a donc nettement avantage à exploiter les deux lignes jumelles en parallèle.

La *résistance ohmique* et la *réactance* des deux lignes jumelles branchées en série sont de 6% plus grandes que la résistance ohmique et la réactance de chacune des deux lignes jumelles branchées en parallèles, la comparaison étant faite pour une même longueur de conducteur et 50 MVA de puissance transmise par ligne jumelle.

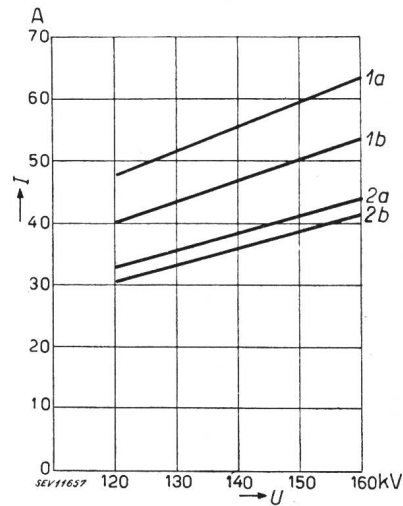


Fig. 3.

Courant de terre par ligne simple et 100 km

- 1a La ligne simple jumelle hors service, en plaine.
- 1b La ligne simple jumelle hors service, en montagne.
- 2a La ligne simple jumelle en service parallèle, en plaine.
- 2b La ligne simple jumelle en service parallèle, en montagne.

La *charge à vide* de chacune des deux lignes jumelles est de 5700 kVar à 141 kV par 100 km, indépendamment de la manière dont l'autre ligne jumelle est exploitée. La même charge à vide a été constatée aussi sur la ligne de Innertkirchen—Bickigen.

En court-circuit la *répartition des courants* sur une des lignes jumelles, l'autre étant hors service, est inégale. La différence des courants entre la phase la plus chargée et celle qui est le moins chargée est de 14%. Si les deux lignes jumelles sont chargées parallèlement, la différence n'est plus que de 1,8%. Ceci est dû à la disposition des phases, selon laquelle le sens de rotation des phases est le même pour les deux lignes jumelles. En exploitation normale la répartition des courants est principalement dictée par la charge. Au cas où elle est symétrique, les chutes de tension sont affectées de la différence relative des courants, constatée en court-circuit. Ainsi il y a avantage à exploiter les deux lignes jumelles en parallèle pour

rendre les chutes de tension aussi égales que possible. D'ailleurs, en procédant de cette façon on arrive à un minimum de pertes par rapport à l'énergie transmise.

A vide, la somme des trois courants d'une des lignes jumelles, l'autre étant à la terre, est de 1,32 % d'un des courants de phase. Si les deux lignes jumelles sont exploitées en parallèle, la somme des six courants est de moins de 1 ‰ de l'un d'eux.

Ainsi la disposition des phases, en suivant le même sens de rotation pour les deux lignes jumelles, pratiquée pour toutes les lignes doubles à 150 kV des Forces Motrices Bernoises, est bien celle qui donne les résultats les plus avantageux tant au point de vue électrique que magnétique.

A ces avantages s'ajoute pour la ligne de Innertkirchen—Wimmis—Mühleberg l'élimination des pertes par aimantation stipulée en 1927.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### 20 Jahre elektrischer Betrieb der Uetlibergbahn und der Sihltalbahn

621.331 : 625.1(494)

Am 28. Juni 1923 ist die Uetlibergbahn zum elektrischen Betrieb übergegangen, und nach der Eröffnungsfeier vom 31. Mai 1924 hat die Sihltalbahn am 3. Juni 1924 den fahrplanmäßigen Betrieb mit elektrischer Traktion aufgenommen.

#### 1. Fahrleitungen<sup>1)</sup>

Die im Jahre 1875 eröffnete Uetlibergbahn und die Sihltalbahn, deren Betriebsaufnahme in das Jahr 1892 fiel, benützen die 1,25 km lange Strecke zwischen Zürich-Selnau und Zürich-Giesshübel gemeinsam. Diese Tatsache war bei der Elektrifizierung beider Bahnen mit verschiedenen Stromarten für die Ausgestaltung der Fahrleitungen massgebend.

Da die Sihltalbahn im Bahnhof Sihlbrugg mit der SBB verbunden und durch ein Gütergeleise Giesshübel-Wiedikon an das SBB-Netz angeschlossen ist, kam für sie in erster Linie das Traktionssystem der SBB (Einphasen-Wechselstrom 15 000 V, 16 2/3 Hz) in Frage. Die ersten Studien der Elektrifizierung der Sihltalbahn wurden im Jahre 1920 durchgeführt, als der Marktkohlenpreis 223 Fr./t betrug. Da aber im Laufe

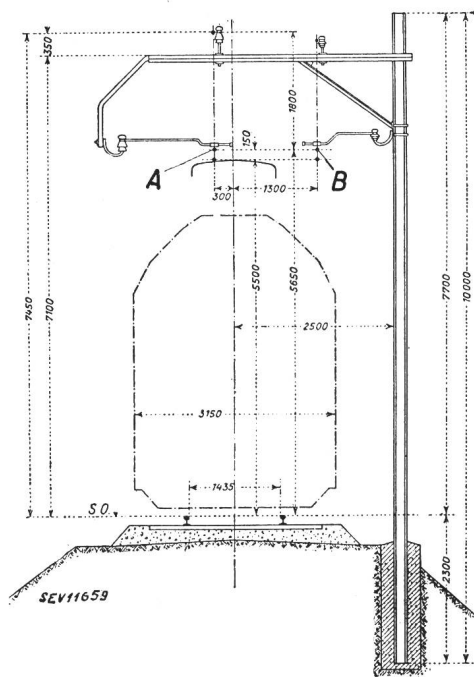


Fig. 1. (Nach SBZ)

Anordnung der Fahrleitung beider Bahnen auf der Strecke Selnau—Giesshübel

- A Fahrdraht der Sihltalbahn, 15 000 V, 16 2/3 Hz.  
B Fahrdraht der Uetlibergbahn, 1200 V Gleichstrom.

des Jahres 1921 zufolge des Sinkens der Kohlenpreise die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes nicht mehr nachweisbar war, wurde die Elektrifizierung vorläufig verschoben.

<sup>1)</sup> H. Lang. Die Fahrleitungen der Sihltalbahn und der Uetlibergbahn. Schweiz. Bauztg., Bd. 85 (1925), Nr. 26, S. 335.

Erst am 3. April 1923 hat die ausserordentliche Generalversammlung der Aktionäre den zur Durchführung der Elektrifizierung erforderlichen Kredit bewilligt und den Verwaltungsrat mit dem Vollzug des Beschlusses beauftragt.

Unterdessen war auch die Uetlibergbahn an die Elektrifizierung herangetreten. Im Hinblick auf einen späteren Umbau auf Meterspur mit Anschluss an das Netz der städtischen Strassenbahn in der Gegend des Triemli, wurde Gleichstrom mit 1200 V Spannung im Fahrdraht gewählt.

Die auf der Strecke Selnau-Giesshübel getroffene Anordnung der Fahrleitungen beider Bahnen (Fig. 1) bildete die Grundlage für die Montage des Fahrdrabtes auf der ganzen Strecke jeder Bahn, nämlich: Der Fahrdraht der Sihltalbahn ist über dem Geleise aufgehängt, mit wenig Abweichung von der Geleisemitte. Die Fahrleitung der Uetlibergbahn dagegen verläuft 1,3 m seitlich von der Mitte des Lichtraumprofils.

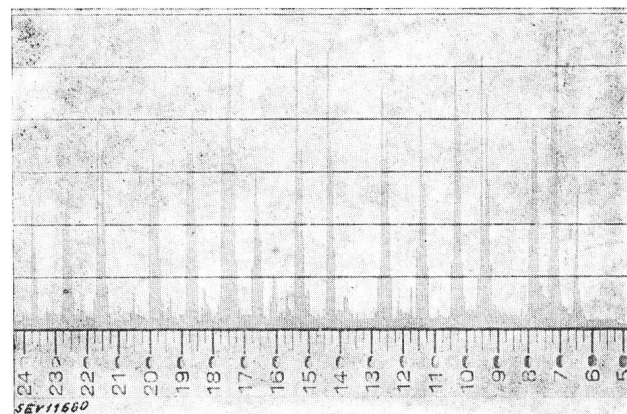


Fig. 2.

Belastungsdiagramm der Uetlibergbahn, 1200 V Gleichstrom, an einem Werktag

(Maxigrammstreifen vom 17. Mai 1939)

Abszisse: Zeit in h; Registrierperiode 5 min.  
Ordinate: Leistung; Maßstab: 1 Teilstrich = 44 kW.

Bei Kreuzungen der Fahrleitung der Sihltalbahn (15 kV) mit den Gleichstromfahrleitungen der Uetlibergbahn und der Städtischen Strassenbahn Zürich wurden Streckentrenner eingebaut, so dass das Drahtkreuz nach allen vier Richtungen von der übrigen Fahrleitung isoliert ist und im normalen Betrieb nicht unter Spannung steht. In Richtung der Sihltalbahn wurde das spannungslose Stück des Fahrdrabtes kleiner gewählt als die Distanz zwischen den Stromabnehmern der Motorwagen, so dass bei der Durchfahrt kein Stromunterbruch eintritt. Die Fahrleitungen beider Bahnen wurden durch die Firma Kümmler & Matter A.-G., Aarau, projektiert und montiert.

Die Energielieferung erfolgt bei der Uetlibergbahn durch das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (Fig. 2) und bei der Sihltalbahn durch die Schweizerischen Bundesbahnen.

#### 2. Rollmaterial

Beim Uebergang zum elektrischen Betrieb wurden bei der Uetlibergbahn zweiachsige Motorwagen mit je 2 Motoren von 74 kW eingesetzt. Auf der Maximalsteigung von 70 ‰ befördern diese Triebfahrzeuge 2 Anhängewagen, wobei das