

Ueber die Störungen in den Schwachstromleitungen durch den elektrischen Betrieb mit Einphasenstrom auf der S.B.B.-Strecke Bern-Münsingen-Thun

Autor(en): **Schuler, H.W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **77/78 (1921)**

Heft 15

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-37331>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Ueber die Störungen in Schwachstromleitungen durch den elektrischen Betrieb mit Einphasenstrom auf der S.B.B.-Strecke Bern-Münsingen-Thun. — Anciens puits neuchâtelois. — Der Eisenbahnbau Tongern-Aachen. — Technische Kommission des Verbandes Schweizer Brücken- und Eisenhochbau-Fabriken. — Miscellanea: Selbstentzündung der Kohle. Autogenschweissung von kupfernen Lokomotiv-

Feuerbüchsen. Neue Bauart von Bockkranen mit grosser Spannweite. Normalien des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller. Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. — Konkurrenzen: Neubau der Schweizerischen Volksbank in Freiburg. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein: Jahresbericht 1920/21; Einladung. Stellenvermittlung.

Band 78.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 15.

Ueber die Störungen in Schwachstromleitungen durch den elektr. Betrieb mit Einphasenstrom auf der S. B. B.-Strecke Bern-Münsingen-Thun.

Von H. W. Schuler, Elektroingenieur, Worblaufen-Bern.

Im Sommer 1917, als die fortwährend zunehmende Kohlennot immer weitergehende Einschränkungen des Zugverkehrs erforderte, wurde der Vorteil der elektrisch betriebenen Bahnlagen immer grösser und sinnfälliger. Damals ertönte der erste Schrei nach „mehr“ Elektrifikation. Unter den Linien, deren Bereitstellung für den elektrischen Betrieb nicht, wie es am Gotthard der Fall war, von der Fertigstellung eines Kraftwerkes abhängig waren, musste die Wahl vor allem auf die S. B. B.-Linie Scherzigen-Thun-Münsingen-Bern als die zur unverzüglichen Elektrifizierung geeignetste fallen. Infolge des stark verminderten Verkehrs der Lötschbergbahn waren die Bernischen Kraftwerke im Stande, genügend Einphasen-Energie zu erzeugen, um auch den Bedarf der Strecke Bern-Thun decken zu können, deren Fahrleitung in einfacher Weise in Scherzigen an die bereits bestehenden der Lötschbergbahn angeschlossen werden konnte. Dem Mangel an Konstruktionsmaterialien, der die Bauarbeiten am Gotthard stark verzögerte, hoffte man dadurch zu begegnen, dass für diese „Notelektrifizierung“ soweit nötig als Ersatz im Inland erhältliche Materialien verwendet werden sollten. Da das Kupfer für die Fahrdrähte rechtzeitig in der Schweiz eintraf, konnte von der zuerst vorgesehenen Verwendung von eisernen Fahrdrähten abgesehen werden. Dagegen wurden, den herrschenden Verhältnissen angepasst, an Stelle eiserner Maste solche aus Holz, an Stelle der Tragseile aus Stahl solche aus Eisen, an Stelle besonderer, für die Befestigung des schweren Drahtwerkes eigens konstruierter Bahnisolatoren, normale Delta-Isolatoren verwendet. Die Verwendung von Aluminium an Stelle von Kupfer für die Uebertragungsleitungen längs der Bahn und für die Umgehungsleitungen in den Stationen ergab sich durch den Mangel an Kupfer ohne weiteres. Für die Tragwerke in den Stationen, für die, wegen der grossen Zahl der ohne Zwischenstützpunkten zu überspannenden Geleisen, Holzkonstruktionen nicht in Frage kommen konnten, war es möglich, das nötige Profileisen in der Schweiz aufzubringen.

Die Bauleitung wurde Herrn Ingenieur L. Thormann in Bern übergeben, der im Interesse der möglichst raschen Durchführung der Bauarbeiten im wesentlichen den Auftrag erhielt, soweit möglich die von ihm bereits am Lötschberg ausgeführten Fahrleitungs-Konstruktionen zu verwenden. Ausser begleitenden Angaben über die allgemeine Schaltanordnung, über den Umfang der mit Fahrleitungen auszurüstenden Geleise und über die besonders zum Schutz der Schwachstromleitungen gegen induktive Störungen einzubauenden Einrichtungen wurde ihm in der Durchführung des Baues und in der Wahl der Materialien, der Konstruktionen und der Apparate freie Hand gelassen.

Der Beschluss, die Strecke Scherzigen-Thun-Bern so rasch als möglich zu elektrifizieren, bot eine willkommene Gelegenheit, die Fahrleitungsanlagen so auszubauen, dass an ihnen eingehende Versuche durchgeführt werden konnten zur Bestimmung der Grösse der Beeinflussung der Schwachstromleitungen längs der Bahn durch Strom und Spannung der Fahrleitung. Es wurde daher längs

der Bahn eine Uebertragungsleitung verlegt, bestehend aus zwei Aluminiumseilen, die in Verbindung mit Autotransformatoren so geschaltet wurden, dass sie mit den Fahrleitungen der beiden Geleise und mit den Schienen zusammen ein Dreileitersystem bildeten. Es wurden ferner Saugtransformatoren eingebaut, deren Primärwicklung in Serie mit der Fahrleitung und deren Sekundärwicklung in Serie mit einer längs der Bahn verlegten, isolierten Erdleitung geschaltet werden konnten.

Die Wirkung dieser beiden „Schutzsysteme“ ist kurz folgende: Beim Dreileitersystem sollen in den beiden Aussenleitern (Fahrleitung und Uebertragungsleitung) gleiche Ströme fliessen, die um 180° in der Phase gegeneinander verschoben sind. Die induktive Wirkung des Fahrleitungsstromes auf eine parallel geführte Schwachstromleitung wird also kompensiert durch diejenige des Uebertragungsstromes. Da ferner die Spannung in der Fahrleitung ebenfalls um 180° in der Phase verschoben ist gegen die Spannung in der Uebertragungsleitung, wird auch die störende Einwirkung der Fahrleitungsleistung auf die parallel geführte Schwachstromleitung durch diejenige der Uebertragungsleistung kompensiert.

Die Saugtransformatoren¹⁾ sollen den Schienenstrom und den aus den Schienen in die Erde übergetretenen Strom aus Schiene und Erde heraus „saugen“ und in die isolierte Erdleitung pressen, die in der Nähe des Fahrdrabtes verlegt ist. Die in der parallel geführten Schwachstromleitung durch den Fahrleitungsstrom induzierte Spannung, wird je nach der Lage des isolierten Erdleiters

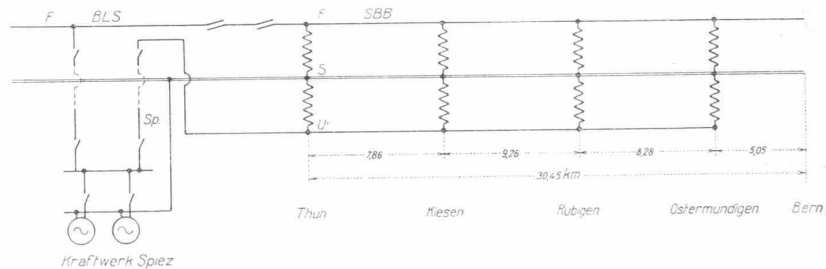


Abb. 1. Schaltplan der Leitungsanlagen der Strecke Bern-Thun.
Sp = Speiseleitung, F = Fahrleitung, S = Schienen, U = Uebertragungsleitung.

relativ zum Fahrdrabt und zur Schwachstromleitung und je nach der Grösse des durch diesen Erdleiter fliessenden Stromes, mehr oder weniger vollkommen kompensiert durch die von diesem Strom induzierte Spannung.

Die Versuche mit diesen beiden Schutzsystemen sollten vor allem zeigen, welche Wirkung ihr Einbau in die Gotthard-Fahrleitung auf diese Fahrleitung selbst und auf die benachbarten Schwachstromleitungen haben würde.

Es soll hier noch darauf hingewiesen werden, dass diese nun mit Rücksicht auf die Schwachstromleitungen in die Fahrleitungsanlagen eingebauten Schutzsysteme auf keinen Fall so weitgehend wirken können, dass nicht die Benützung der Erde als Leiter in Telephon- und Telegraphen-Stromkreisen aufgegeben werden müsste.

Beschreibung der Anlage.

Die Energie zum elektrischen Betriebe der Strecke Scherzigen-Thun-Bern wird über eine einpolige Speiseleitung, bestehend aus zwei Aluminiumseilen von je 84 mm Querschnitt, von den Bahnsammelschienen des Kraftwerkes Speiz zum Unterwerk Thun der S. B. B. geleitet. Diese Speiseleitung ist normal mit der Fahrleitung der Lötsch-

¹⁾ Vergl. Band LXIX, S. 290 (23. Juni 1917).

Ueber die Störungen in Schwachstromleitungen durch den elektr. Betrieb auf der Strecke Bern-Münsingen-Thun.

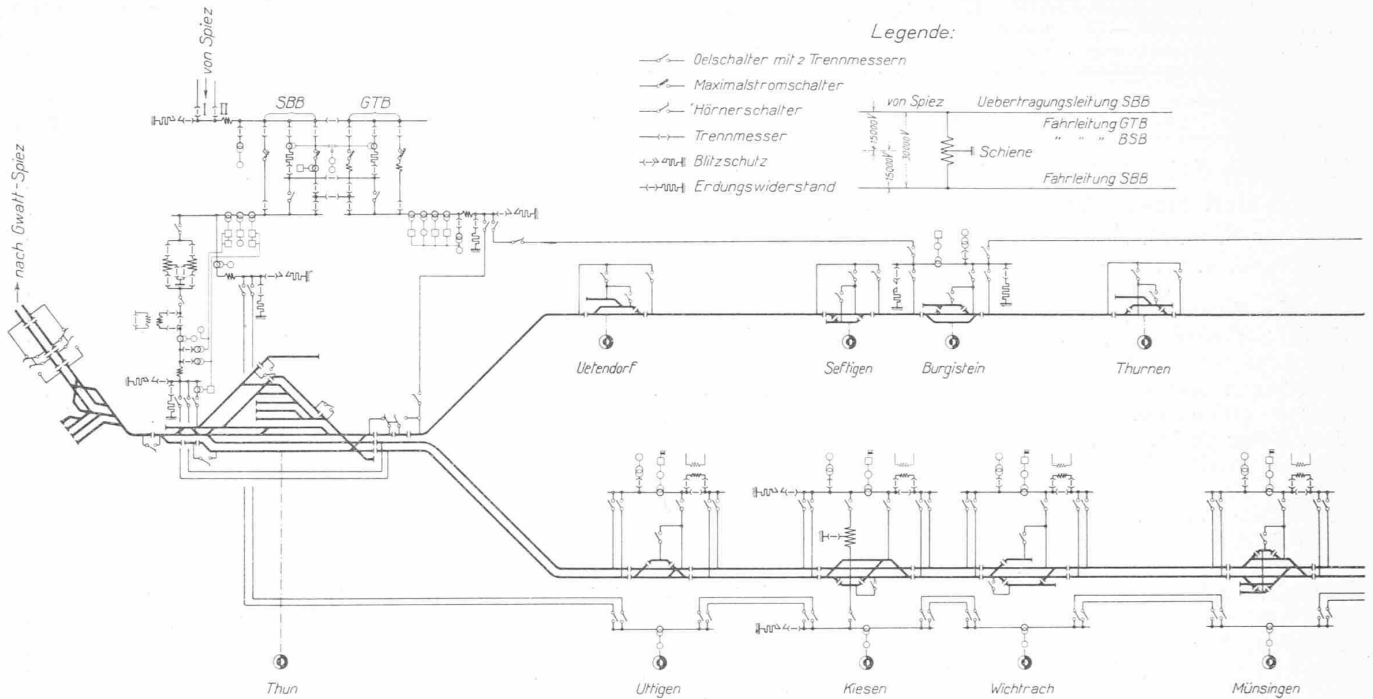


Abb. 3. Schaltungsplan der vom Unterwerk Thun aus gespeisten Bahnstrecken mit Einphasenwechselstrom-Betrieb (Fortsetzung siehe Abb. 4 nebenan).

bergbahn (B. L. S.) parallel geschaltet (Abbildung 1). Der Erdpol der Generatoren ist über die Schienen der Löttschbergbahn mit dem der S.B.B. verbunden. Die Spannung am Fahrdrat beträgt normal 15000 Volt, die Frequenz 15 Perioden in der Sekunde.

Die Speisung der Fahrleitungen erfolgt über einen „Hauptschalter“ im Unterwerk Thun, der bei Ueberlast und bei Kurzschlüssen durch ein momentan wirkendes Höchststromrelais ausgeschaltet wird. Bei Scherzügen ist eine spannungslose Schutzstrecke in die Fahrleitung der freien Strecke eingebaut. Dadurch ist es möglich, die S. B. B.-Fahrleitung ganz unabhängig vom Spannungszustand der Fahrleitung der Löttschbergbahn einzuschalten,

Signalen bis zu den Schaltposten bestehen aus Aluminiumseilen von 100 mm² Querschnitt. Aus gleichen Seilen bestehen die beiden längs dem Fahrleitungsgestänge geführten Leiter der Uebertragungsleitung. Die für 1000 Volt isolierte Erdleitung wird durch zwei Kupferdrähte von je 28,5 mm² Querschnitt gebildet. Die Schienen bestehen auf dem grössten Teil der Strecke aus dem S. B. B.-Profil I, dessen Querschnitt 58,5 cm² beträgt. Die Stösse der innern Stränge der beiden Geleise sind durch Schienenverbindungen von rund 50 mm² Kupferquerschnitt überbrückt. Ungefähr alle 250 m sind die äussern Schienen mit den innern und die innern unter sich durch 6 mm-Kupferdrähte verbunden.

Im Unterwerk Thun wird die Spannung der Speiseleitung durch Autotransformatoren von 15000 Volt auf 30000 Volt transformiert, derart dass die Spannung zwischen den beiden Enden der Autotransformatoren-Wicklung und dem an die Schienen angeschlossenen Mittelpunkt derselben je 15000 Volt beträgt. Die Autotransformatoren werden zwischen Fahrleitung und Uebertragungsleitung geschaltet (AT in Abbildung 2), wodurch ein Dreileitersystem gebildet wird. Da nur von der Fahrleitung aus den Fahrzeugen direkt Energie zugeführt wird, ist das Dreileitersystem immer nur einseitig belastet. Der Ausgleich erfolgt über die Autotransformatoren, von denen je einer in Kiesen, Rubigen und Ostermundigen aufgestellt ist.

Es sind folgende zwei Schaltungen möglich:

1. Anschluss der Speiseleitung Spiez-Thun an die Fahrleitung und Speisung der Uebertragungsleitung über die Autotransformatoren (Direkter Anschluss gemäss dem Schema in Abbildung 2 a).

2. Anschluss der Speiseleitung Spiez-Thun an die Uebertragungsleitung und Speisung der Fahrleitung über die Autotransformer (Indirekter Anschluss, Abbildung 2 b).

Daneben sei der Vollständigkeit halber noch der symmetrische Anschluss erwähnt, welcher der Anordnung der New-York, New-Hawen und Hartfordbahn¹⁾ entspricht, hier aber nur möglich wäre, wenn die Bahngeneratoren nicht einseitig geerdet wären oder wenn ein Transformator 1 : 1 zwischengeschaltet würde (Abbildung 2 c).

¹⁾ Vergl. die ausführliche Beschreibung der elektrischen Strecken dieser Bahn in Band LXVII, S. 81 (12. Februar 1916). Red.

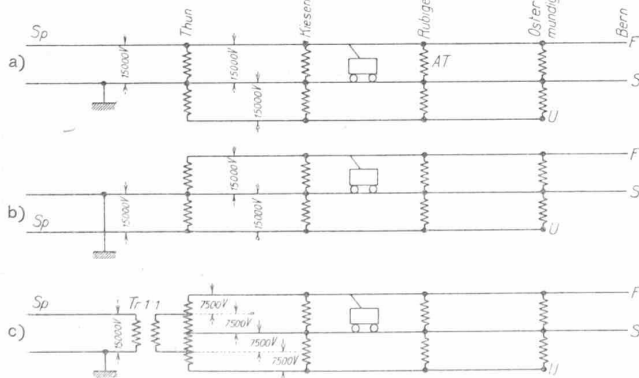


Abb. 2. Schaltmöglichkeiten der Leitungsanlagen der Strecke Bern-Thun bei Dreileitersystem mit Autotransformatoren.

a) Direkter Anschluss, b) Indirekter Anschluss, c) Symmetrischer Anschluss.

abzuschalten und zu erden, da ein Parallelschalten der beiden Fahrleitungssysteme beim Zusammenschlusspunkt derselben durch die beiden Stromabnehmer eines Fahrzeuges nicht möglich ist.

Die Fahrleitung der zweigleisigen Strecke besteht für jedes Geleise aus einem kupfernen Fahrdrat von 107 mm² Querschnitt und aus einem eisernen Tragsseil von 85 mm² Querschnitt. Die Umgehungsleitungen von den Streckentrennungen der Fahrleitung bei den Einfahr-

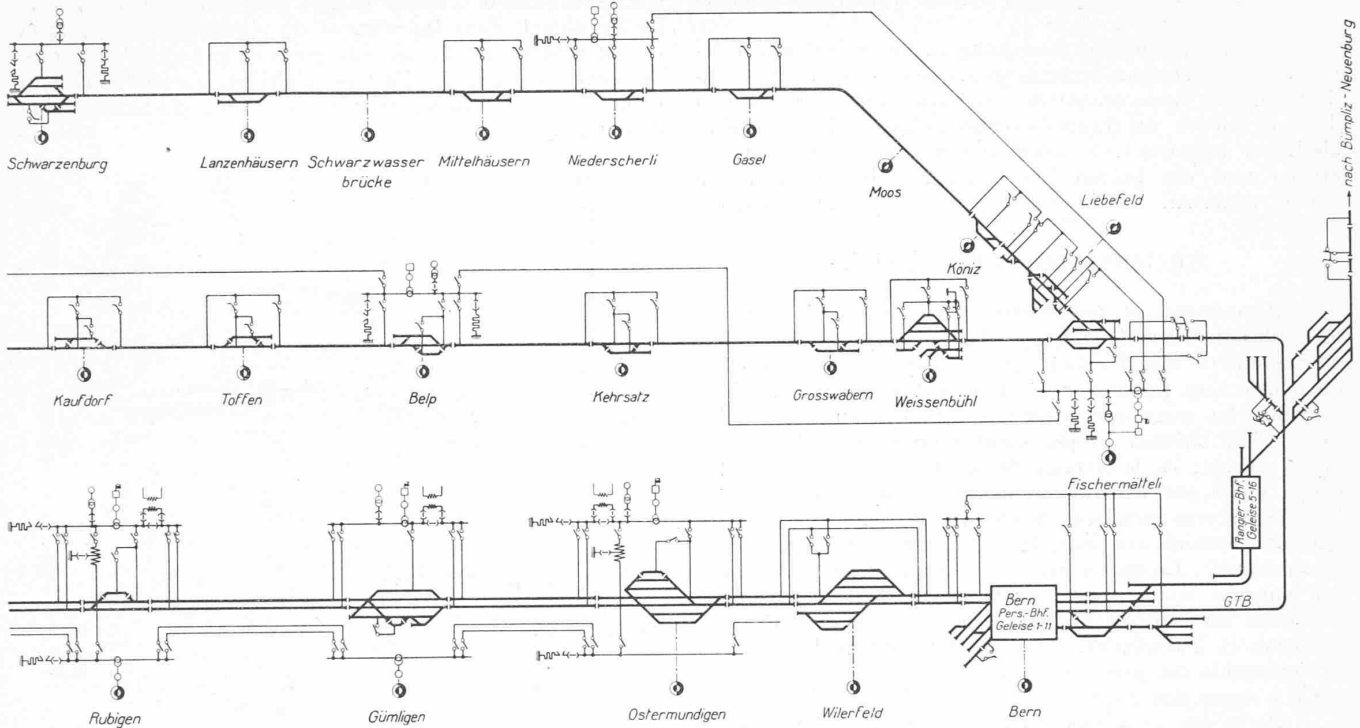


Abb. 4. Schaltungsplan der vom Unterwerk Thun aus gespeisten Bahnstrecken mit Einphasenwechselstrom-Betrieb. (Fortsetzung von Abb. 3.)

Die Fahrleitungen der beiden Geleise der freien Strecke sind elektrisch von einander isoliert; sie werden auf jeder Station über Streckenschalter auf eine gemeinsame Sammelschiene geschaltet, von der die Stationsfahrleitungen über einen besonderen Streckenschalter gespeist werden (Vergl. den Schaltungsplan Abbildungen 3 und 4). Die beiden Leiter der Uebertragungsleitung werden ebenfalls in jeder Station über Streckenschalter auf eine Sammelschiene geschaltet. Infolge dieser stationsweisen Unterteilung der Fahr- und Uebertragungsleitungen ist es möglich, bestimmte Teile dieser Leitungen abzuschalten, ohne dass dadurch die Kontinuität des Stromkreises gestört würde. Ueber die räumliche Anordnung der einzelnen

därwicklung besitzt zwei Anzapfungen, die die Einstellung der Uebersetzungsverhältnisse auf 0,948, 0,918 und 0,864 gestatten. Parallel zur Primärwicklung kann ein Shunt von höchstens 13 Ohm Widerstand geschaltet werden. Trotzdem die Transformatoren für eine isolierte Erdleitung von $2 \times 100 \text{ mm}^2$ Aluminiumquerschnitt berechnet wurden, besteht diese doch nur aus zwei 6 mm-Kupferdrähten, da die beiden Aluminiumleiter, die zuvor als Erdleitungen vorgesehen waren, als Uebertragungsleitung verwendet wurden. Der Umstand, dass dadurch die Sättigung der Saugtransformatoren schon bei einer kleineren als der bei der Berechnung vorausgesetzten Stromstärke eintritt, hatte im praktischen Betrieb keine nachteiligen Folgen.

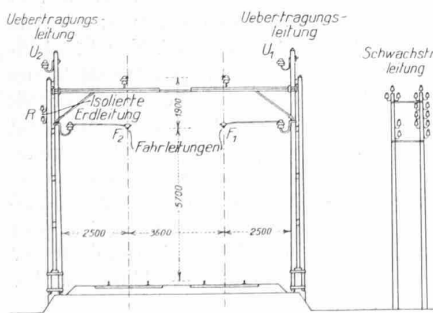


Abb. 5. Tragwerk auf der freien Strecke.

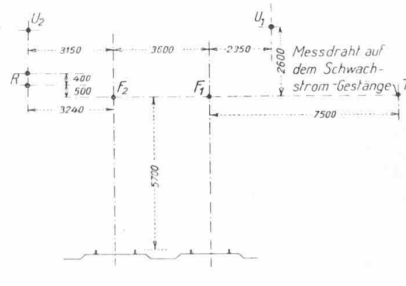


Abb. 6. Abstände der Drähte zu Abb. 5.

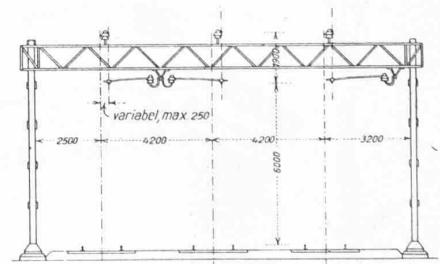


Abb. 7. Tragwerk auf den Stationen.

Leiter geben die Abbildungen 5, 6 (in Richtung Thun-Bern gesehen) und 7 nähern Aufschluss.

Die Transformatoren. Die Autotransformatoren sind für eine Dauerleistung von 2000 kVA (bezogen auf $2 \times 15\,000$ Volt) und für eine 10 Minuten dauernde Ueberlastung von 50% der Dauerleistung, die Saugtransformatoren für eine Dauerleistung von 7 kVA bei einem Primärstrom von 100 A gebaut.

Für die Berechnung der Saugtransformatoren wurde ein höchster Strom von 600 A und eine isolierte Erdleitung von $2 \times 100 \text{ mm}^2$ Aluminiumquerschnitt angenommen. Die Wicklung besteht aus Aluminium, der magnetische Kreis hat einen Luftspalt von 10 mm. Die Sekun-

Autotransformatoren und Saugtransformatoren wurden von der Maschinenfabrik Oerlikon geliefert.

Die Schwachstromleitungen. Vor der Elektrifizierung waren sowohl die der Bahn als auch die dem öffentlichen Verkehr dienenden Schwachstromleitungen auf dem Bahnkörper verlegt (Abbildung 5). Infolge der Elektrifizierung wurden die öffentlichen Schwachstromleitungen von der Bahn entfernt und längs der Aare in einem mittleren Abstand von rd. 800 m von der Bahn teils als Kabel (zwischen Bern und Rubigen und zwischen Uetendorf und Thun), teils als Freileitung (Rubigen-Uetendorf) neu gebaut. Alle Telephon- und Telegraphenleitungen wurden verdoppelt und die beiden Leiter jeder Telefonschleife

etwa alle 400 m, diejenigen jeder Telegraphenschleife etwa alle 800 m gekreuzt.

Die Bahnschwachstromleitungen, bestehend aus Telefon- und Telegraphenleitungen, Block- und Glockendrähten, die ausschliesslich den Zwecken der Bahnen dienen, wurden auf ihrem Gestänge gelassen. Die bis dahin als Leiter benützte Erde wurde durch Drähte auf Isolatoren ersetzt und die beiden Leiter einer Schleife etwa alle 500 m gekreuzt. (Schluss folgt.)

Anciens puits neuchâtelois.

Abondantes et succulentes sont les créations architecturales du bon vieux temps dans le pays de Neuchâtel; elles donnent aux localités et aux paysages un caractère de poésie tout particulier où dominent la finesse et l'originalité: Ici nous apercevons les flèches surmontant les tours d'un château et jaillissant d'un groupe de magnifiques arbres; là, la terrasse de ce même château offre des coups d'œil sur le mur crépi clair, égayé par la pierre jaune de portes encadrées de colonnettes sculptées, couronnées de frontons armoriés, le tout d'une renaissance naïve et charmante. Le même esprit décoratif se retrouve dans les maisons bourgeoises des villes et des villages ainsi que dans les maisons de campagne avec leurs fenêtres à meneaux et à accolades. Les rues sont ornées de fontaines et l'ensemble est presque toujours une fête pour les yeux, car il y règne une impression d'harmonie et de distinction.

Parmi les créations qui constituent la richesse artistique du pays, il en est une qui a une saveur toute particulière, c'est celle d'un genre de puits spécial à cette contrée. Ces puits ont dû être très nombreux autrefois, mais malgré l'esprit du pays très respectueux du passé, beaucoup d'entre eux ont été supprimés pour cause de modifications; ce qu'il en reste est cependant suffisant pour former un groupe important de ces curieux édifices. Ils se ren-

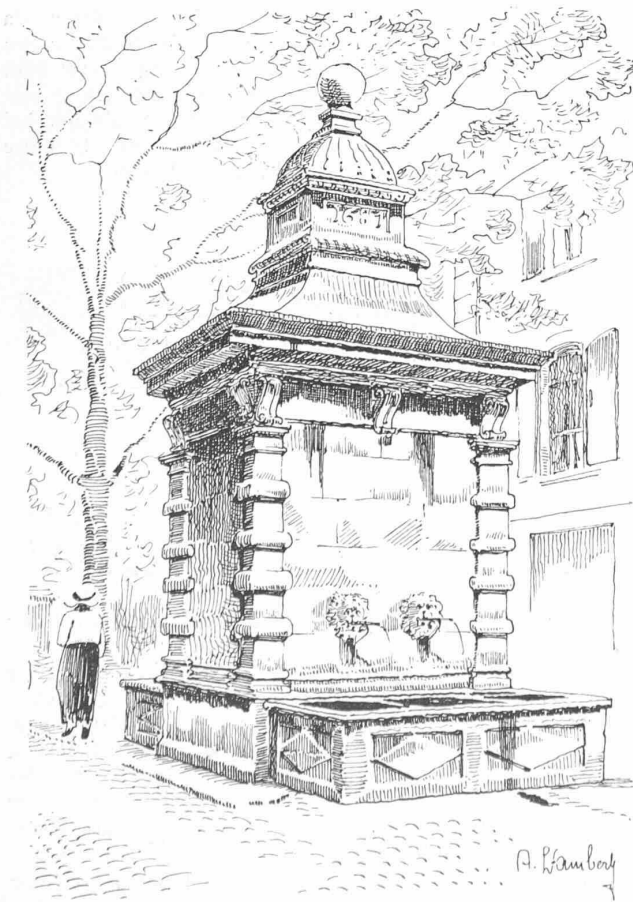


Fig. 1. Puits de la Rue du Coq d'Inde à Neuchâtel (1681).

contrent dans différentes parties du canton: dans la ville de Neuchâtel, dans les villages du vignoble, dans la forêt et aux montagnes. Ils se composent en général d'une sorte de pavillon carré à pilastres d'angles portant un petit dôme de profil varié, souvent surmonté d'une boule ou d'un vase.



Fig. 2. Le puits Godet à Pierre-à-Bot près de Neuchâtel.

L'édicule est percé d'une porte, il est accompagné d'un ou de deux bassins. Tandis qu'il a été transformé aujourd'hui en fontaine ou qu'il est abandonné, il abritait autrefois une citerne dont il pouvait au besoin interdire l'accès. Outre la margelle du puits, le pavillon contient à l'intérieur du dôme la poulie destinée à monter l'eau et quelques fois sur le côté une auge fixée au mur à une hauteur convenable pour y verser le contenu du seau; de cette auge l'eau s'écoulait dans le bassin situé au dehors; c'est là que venait s'abreuver le bétail. Dans d'autres puits, on pouvait, au moyen d'un battant dont on voit encore la rainure, pomper l'eau directement dans le bassin extérieur.

Considérons d'abord le plus ancien qui est en même temps le plus important au point de vue architectural et qui semble avoir servi de modèle à tous les autres. C'est le puits de la rue du Coq d'Inde ou des Halles à Neuchâtel (figure 1). Aujourd'hui situé au point de rencontre de la rue dont il porte le nom et de la place du marché, il se trouvait autrefois au milieu de cette dernière. Son entourage est extrêmement pittoresque; il est composé de la belle maison de Montmollin datant à peu près de la même époque et d'une style proche parent, vis-à-vis de la maison de Chambrier avec sa terrasse et ses tourelles, d'un caractère plus ancien, et, au fond de la place, du décor charmant formé par un bijou d'architecture Renaissance: la Halle au blé ou Palais de Longueville.

Le puits qui forme le centre de cet ensemble remarquable porte encore les signes du style Louis XIII quoiqu'il soit de l'époque de Louis XIV; ses pilastres d'angle sont à bossages très saillants, ses proportions sont en largeur. L'ordre toscan des pilastres repose sur un socle auquel sont accostés les bassins. Le dôme est richement profilé, couronné d'une boule, c'est la frise supérieure qui porte, sculpté en saillie, le millésime de 1681. L'eau qu'on pompait autrefois et qui est livrée aujourd'hui par le service des eaux, s'échappe de masques de lions.

Les environs immédiats de la ville nous présentent trois exemples singuliers de ces puits, l'un se trouve dans la forêt de Pierre-à-Bot-dessous, c'est le puits Godet (figure 2); il est fort endommagé, hors d'usage et produit une impression de mélancolique abandon, ses formes sont frustes et rigoureuses, la petite coupole qui le surmonte