

Schaltanordnungen in den Fahrleitungs-Anlagen der Schweizerischen Bundesbahnen

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **79/80 (1922)**

Heft 16

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38164>

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: Schaltanordnungen in den Fahrleitungs-Anlagen der Schweizerischen Bundesbahnen. — Nebenspannungen infolge vernieteter Knotenpunkt-Verbindungen eiserner Fachwerk-Brücken. — Wettbewerb für ein neues Kantonschulgebäude in Winterthur. — Miscellanea: Eine Kraftübertragungsleitung aus stahlbewehrten Betonschleudern

masten in Schweden. Untertunnelung der Meerenge von Messina. Internationale Hygiene-Ausstellung in Strassburg. — Literatur: Technische Mechanik. Literarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Maschineningenieur-Gruppe der G. E. P. Stellenvermittlung.

Band 80.

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

Nr. 16.

Schaltanordnungen in den Fahrleitungs-Anlagen der Schweizerischen Bundesbahnen.

Von H. W. Schuler, Elektroingenieur der S. B. B., Worblaufen-Bern.

Im allgemeinen erfolgt die Speisung einer elektrisch betriebenen Bahnlinie durch verschiedene längs derselben angeordnete Speisepunkte, die unter sich und mit den Kraftwerken durch Uebertragungsleitungen verbunden sind. Die durch die Speisepunkte gebildeten Fahrleitungsabschnitte werden entweder durchgehend von den beiden anliegenden Speisepunkten aus gespeist (siehe Abbildung 1) oder sie werden in der Mitte aufgetrennt, und jede Hälfte wird für sich vom nächsten Speisepunkte aus gespeist (Abbildung 2). Eine solche Anordnung hat den Vorteil,

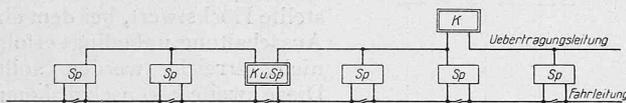


Abb. 1. Anordnung mit fahrleitungseitig parallel geschalteten Speisepunkten.

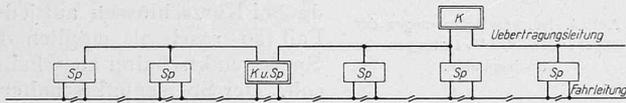


Abb. 2. Anordnung mit fahrleitungseitig nicht parallel geschalteten Speisepunkten.
K = Kraftwerk, Sp = Speisepunkt (Unterwerk).

dass Störungen nur ein verhältnismässig beschränktes Gebiet beeinflussen, und dass nur ein einziger Speisepunkt in Mitleidenschaft gezogen wird. Ihr Hauptnachteil liegt darin, dass sie die elektrische Leitfähigkeit der Fahrleitungs-Anlage nicht voll auszunutzen gestattet. Dies ist in erhöhtem Masse dann der Fall, wenn die Fahrleitungen der beiden Geleise einer zweigeleisigen Strecke durchgehend elektrisch voneinander getrennt sind. Auf einer Bergstrecke liegt dann die Fahrleitung des Talfahrt-Geleises in bezug auf die Leitfähigkeit vollständig brach.

Tritt auf einem Fahrleitungsabschnitt, der von den beiden anliegenden Speisepunkten aus gespeist wird, eine Störung auf, so muss dessen Abschaltung in beiden Speisepunkten erfolgen; der von der Störung beeinflusste Netzteil ist also doppelt so gross im Falle der einseitigen Speisung. Es scheint daher auf den ersten Blick, als ob, im Interesse bester Betriebsbereitschaft, der Anordnung mit in der Mitte aufgetrennten Fahrleitungsabschnitten, also einseitig gespeisten Abschnittshälften, der Vorzug zu geben sei, d. h. als ob im Gegensatz zu Uebertragungsleitungsnetzen in Fahrleitungs-Anlagen der Grundsatz möglichst guter Ausnutzung der Leitfähigkeit der Anlage verlassen werden müsse.

Das ist nun aber nicht der Fall, denn, wie im folgenden an Strecken-Schaltanordnungen der S. B. B. gezeigt werden wird, bietet es keine grossen Schwierigkeiten und erfordert es keine besonders komplizierten Hilfsmittel, eine Störung raschmöglichst eng einzugrenzen. Neben der wirtschaftlich guten Ausnutzung des vorhandenen Leiterquerschnittes bietet die zweiseitige Speisung der Fahrleitungs-Abschnitte vor allem die Möglichkeit, die Speisepunkte weiter auseinander zu legen und, was fast ebenso wichtig ist, die Störungen in benachbarten Schwachstromleitungen auf ein erträgliches Mass herabzumindern. Es sei hier gleich bemerkt, dass diese zuletzt erwähnte Möglichkeit mit ein Hauptgrund ist, dass die S. B. B., mit Aus-

nahme von Endstrecken, die Fahrleitungsabschnitte beidseitig speisen. So ist es möglich, von Schutzmassnahmen wie Saugtransformatoren mit isolierter Erdleitung oder von Dreileiteranordnungen, die nur der Herabminderung der Störungen in den Schwachstromleitungen dienen, abzusehen. Zugleich war es möglich, die Fahrleitung des einen Geleises als Speiseleitung der Fahrleitung des andern Geleises zu behandeln und damit eine eigentliche Speiseleitung, deren Einbau auf tunnelreichen Strecken sich sehr schwierig gestalten würde, zu vermeiden.

Die Feststellung ist interessant, dass der grösste Teil der Störungen (etwa 90%) durch das Abschalten des gestörten Fahrleitungsabschnittes zum endgültigen Verschwinden gebracht werden kann. Nur sehr wenige der auftretenden Störungen sind derart, dass ein ganz bestimmtes Fahrleitungstück vom übrigen Anlagenteil abgetrennt werden muss. Von diesen Störungen treten zudem die meisten in den ausgedehnten Fahrleitungsanlagen der Stationen auf, werden im allgemeinen rasch bemerkt und können infolgedessen in kurzer Zeit behoben werden.

Die Häufigkeit, die eben erwähnte Zusammensetzung und die Art der Störungen, die infolge Benützung der Erde als Leiter in den allermeisten Fällen sich als direkte Kurzschlüsse charakterisieren, führen dazu, einen selbsttätig abgeschalteten Fahrleitungsabschnitt vor dem Wiedereinschalten betriebsmässig auf seinen Betriebszustand zu prüfen. Das einfache Verfahren, wie es in Störungsfällen in Uebertragungsleitungsnetzen üblich ist, nach Ablauf einer bestimmten Zeit nach dem selbsttätigen Ausschalten einfach wieder einzuschalten und dabei zu hoffen, die Störungsursache sei nun verschwunden, würde mindestens in ausgedehnten und an Kraftwerke grosser Leistung angeschlossenen Fahrleitungsanlagen allzu hohe Anforderungen an die selbsttätigen Speisepunktschalter stellen.

Der Fahrleitungsabschnitt wird daher zweckmässig vor dem endgültigen Wiedereinschalten über einen Prüf-widerstand auf den Betriebszustand geprüft. Nur wenn über diesen Widerstand kein oder nur ein ganz unbedeutender Strom fliesst, was auf guten Isolationszustand der Fahrleitungsanlage hinweist, wird der Speisepunktschalter wieder eingeschaltet.

Im folgenden werden die Schaltanordnungen beschrieben, die auf den bereits elektrifizierten und auf den in der Elektrifizierung begriffenen Linien der S. B. B. angewendet sind bzw. zur Anwendung kommen sollen.

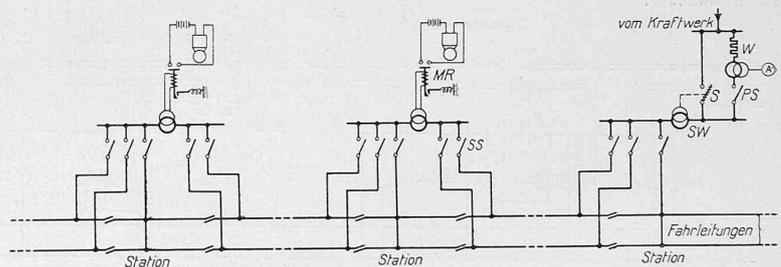


Abb. 3. Schaltanordnung der Fahrleitungs-Anlagen auf der Strecke Thun-Bern.

1. Schaltanordnung der Strecke Thun-Bern.

Als selbsttätige Elemente werden verwendet: der durch ein einfaches, augenblicklich wirkendes Höchststromrelais betätigte Speisepunktschalter und durch einfache Höchststromrelais betätigte Signalglocken. Die vom Kraftwerk (siehe Abbildung 3) herkommende Energie fliesst im Unterwerk Thun über den Speisepunktschalter S und über Streckenschalter einerseits in die Stationsfahrleitungen des

Bahnhof Thun, andererseits in die beiden in der Richtung Bern abgehenden Fahrleitungen der freien Strecke. In jeder Station werden die fünf Fahrleitungen (zwei ankommende, zwei abgehende und eine Stationsleitung) über Streckenschalter auf eine Fahrleitung-Sammelschiene geschaltet. In diese Sammelschiene ist ein Stromwandler SW eingebaut, der ein einfaches Höchststromrelais MR jedesmal dann zum Ansprechen bringt, wenn die Primärwicklung des Stromwandlers von einem Kurzschlussstrom durchflossen wird. Das Höchststromrelais betätigt eine Signalglocke, die solange läutet, bis die Betätigung des Relais-Hebels den Magnetkern in die Ruhelage zurückfallen lässt.

Der Schaltwärter im Unterwerk Thun prüft, bevor er den Schalter S wieder einschaltet, den Zustand der Anlage mittels des Prüf Widerstandes W durch Einschalten des Prüfschalters P. S. Zeigt das Prüfampèremeter A einen Ausschlag von höchstens 3 Ampère, so schaltet er den Prüfschalter aus und den Speisepunktschalter wieder ein. Zeigt dagegen das Prüfampèremeter einen grösseren Strom an, z. B. 25 A, so deutet das auf einen Kurzschluss in der Fahrleitungsanlage. Der Wärter ermittelt nun telephonisch die Stationen, auf denen die Signalglocke ertönt ist. Die Störung liegt dann zwischen der vom Speisepunkt am weitesten abliegenden Station, auf der die Glocke noch geläutet hat und der nächsten, auf der dies nicht mehr der Fall war. Aus der Abbildung 3 geht ohne weiteres hervor, dass nun die Störung auf einem der drei Fahrleitungstücke: linkes Geleise freie Strecke, rechtes Geleise freie Strecke, Stationsfahrleitung liegen muss. Der Wärter lässt daher die Leitungstücke nacheinander abschalten und wieder zuschalten, wobei er jeweils nach der Abschaltung eines Stückes die Anlage über den Prüf Widerstand prüft. Zeigt das Prüfampèremeter keinen Ausschlag mehr, so bedeutet das, dass die Störung auf dem zuletzt abgeschalteten Fahrleitungstück liegt. Der Speisepunktschalter kann dann ohne weiteres wieder eingeschaltet werden und die ganze Fahrleitungsanlage, mit Ausnahme des abgeschalteten, mit der Störung behafteten Stückes, ist wieder betriebsbereit.

Die gleiche Anordnung ist auf der Lötschbergbahn in Betrieb. Der Speisepunktschalter ist ein Oelschalter mit Stufenwiderständen, für 600 A Nennstrom und 24 kV Nennspannung, 45 000 kW Abschaltleistung. Die Streckenschalter sind normale Oelschalter für 100 A mit Handbetätigung; sie sind auf den Stationen in Schalthäuschen untergebracht. Der Prüf Widerstand besteht aus einem Schniewindt-Gitter in Oel; bei 500 Ohm Widerstand kann er während 30 sek mit 30 A belastet werden.

Chiasso und auch auf den übrigen in der Elektrifizierung begriffenen Strecken der Abbildung 4. Jeder Speisepunkt hat in der Regel zwei Fahrleitungsabschnitte mit Energie zu versorgen. Die Fahrleitungen dieser beiden Abschnitte werden beim Speisepunkt elektrisch aufgetrennt, im allgemeinen unter Zwischenschaltung der Fahrleitung der beim Speisepunkt gelegenen Station, dergestalt, dass die selbsttätige Ausschaltung des einen der beiden Speisepunktschalter S die Abschaltung dieser Stationsfahrleitung nach sich zieht, wodurch eine spannungslose Schutzstrecke zwischen dem gestörten und dem ungestörten Fahrleitungsabschnitt geschaffen wird.

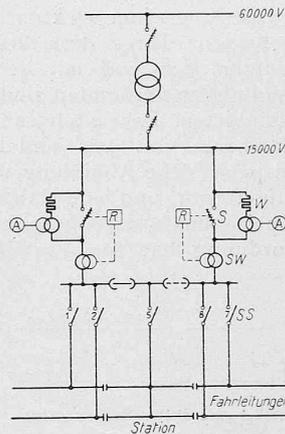


Abb. 4. Normale Anordnungen der abgehenden 15 kV-Leitungen im Speisepunkte.

Die selbsttätige Ausschaltung des Speisepunktschalters erfolgt durch ein sogenanntes Siebrelais (R). Dieses ist so gebaut, dass es momentan auslöst, erstens, wenn die Stromstärke, langsam ansteigend, einen bestimmten einstellbaren Wert überschreitet, zweitens, wenn die Stromstärke plötzlich rasch ansteigt, auch wenn der eingestellte Höchstwert, bei dem eine Ausschaltung unbedingt erfolgt, nicht erreicht werden sollte. Diese zweite Eigenschaft kommt einer erhöhten Empfindlichkeit des Höchststromrelais gleich, da bei Kurzschlüssen auf jeden Fall so rasch als möglich der Speisepunktschalter ausschalten soll. Der Speisepunktschalter S ist überbrückt durch einen Widerstand W von rd. 2000 Ohm, der ständig eingeschaltet ist. Ist jener ausgeschaltet, so fliesst durch diesen ein Strom von 7,5 A, wenn der angeschlossene Fahrleitungsabschnitt mit einem Kurzschluss behaftet ist.

Die Sekundärwicklungen der Stromwandler SW zweier das gleiche Fahrleitungstück speisenden Streckenschalter SS (vergl. Abb. 5) sind über Höchststromrelais so gegeneinander geschaltet, dass sich die Ströme addieren, wenn über die beiden Streckenschalter Strom in der Richtung gegen das Fahrleitungstück fliesst, und dass sich die Ströme subtrahieren, wenn über den einen Streckenschalter ein Strom in das Fahrleitungstück fliesst und über den anderen dieser Strom wieder wegfliessen.

Fliesst über die beiden Streckenschalter Strom in das Fahrleitungstück und überschreitet dieser Strom einen bestimmten Wert, so werden die zu den beiden Schaltern

gehörenden Höchststromrelais MR angezogen und betätigen dadurch die Entriegelungsrelais ER. Diese bleiben während einer von 30 bis 60 sek einstellbaren Zeit in ihrer „betätigten“ Stellung, während die Höchststromrelais sofort nach dem Ausschalten der Speisepunktschalter in ihre Ruhelage zurückfallen. Zeigt nun das Prüfampèremeter an, dass ein Kurzschluss auf dem Fahrleitungsabschnitt vorhanden ist, so setzt der Schaltwärter die „Batterieleitung“ des

UR Umschaltrelais,
ER Entriegelungsrelais,
MR Maximalstromrelais,
SS Streckenschalter,
SW Stromwandler.

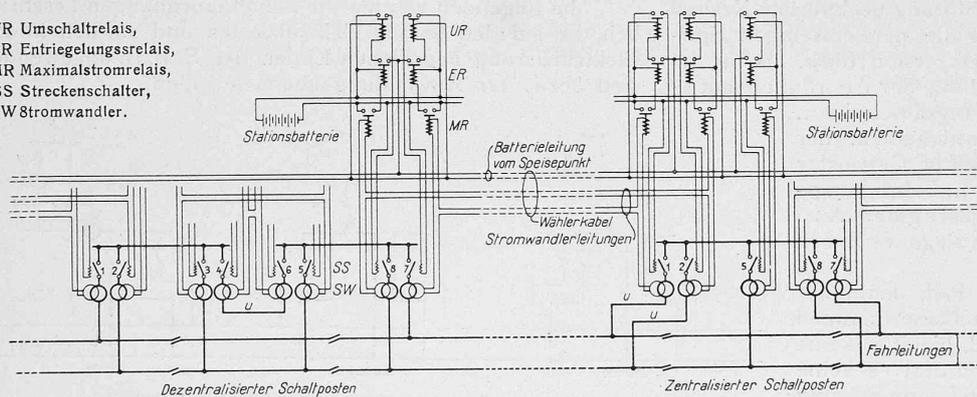


Abb. 5. Schaltanordnung der Fahrleitungs-Anlage auf der Strecke Luzern-Chiasso der S. B. B.

2. Schaltanordnung der Strecke Luzern-Chiasso.

Hier sind als selbsttätige Elemente vorhanden: der durch ein Höchststromrelais (Siebrelais) betätigte Speisepunktschalter und nach dem Merz-Price System geschaltete Stromwandler in Verbindung mit einfachen Höchststrom-Entriegelungs- und Schaltrelais. Die Anordnung der Stromkreise im Speisepunkt entspricht auf der Strecke Luzern-

längs der Strecke geführten Wählerkabels unter Spannung. Die in der „betätigten“ Stellung befindlichen beiden Entriegelungsrelais gestatten die Betätigung der zu den beiden Streckenschaltern gehörenden Schaltrelais UR, was die Ausschaltung dieser beiden Schalter zur Folge hat.

Die Speisepunktschalter sind Höchstleistungsschalter mit Stufenwiderständen, für 2000 A Nennstrom, 24 kV

Nennspannung und 150000 bis 250000 kW Abschaltleistung, die Streckenschalter, als Oelschalter gebaut, Trennmesser für 600 A Nennstrom und 15 kV Nennspannung. Die Steckenschalter sollen nicht unter Belastung geschaltet werden; sie sind im Freien aufgestellt und zu Schaltposten zusammengefasst. Je nach den Verhältnissen sind zwei Schaltposten, jeder mit vier Schaltern, je beim Einfahrtsignal der Station angeordnet, oder ein Schaltposten mit fünf Schaltern an geeigneter Stelle, womöglich in der Nähe des Stationsgebäudes. Diese Schalter sind alle mit Fernantrieb versehen. Die Relais sind in einem besonderen Kasten beim Schaltposten untergebracht.

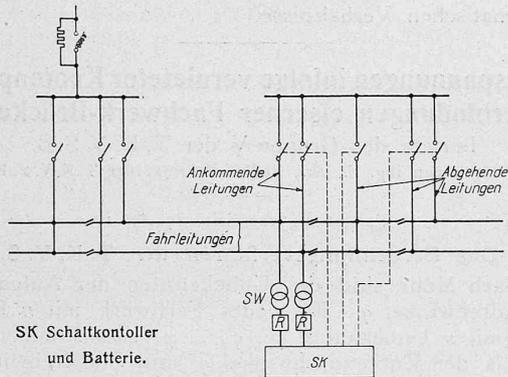


Abb. 6. Schaltanordnung auf der Strecke Sihlbrugg-Zürich der S. B. B.

3. Schaltanordnung der Strecke Sihlbrugg-Zürich.

Als selbsttätige Elemente werden hier verwendet: der durch ein Höchststromrelais (Siebrelais) betätigte Speisepunktschalter, und Nullspannungsrelais in Verbindung mit Schaltkontrollern. Bei dieser Schaltanordnung (siehe Abbildung 6) sind ankommende (vom Speisepunkt her) und abgehende Leitungen auseinander zu halten. Jede ankommende Leitung eines Schaltpostens wird mit einem Spannungswandler SW ausgerüstet, der ein Nullspannungsrelais R betätigt. Jeder Schaltposten erhält ausserdem einen Schaltkontroller SK, Patent Sprecher & Schuh, Aarau, der durch einen Gleichstrommotor angetrieben wird.

Tritt ein Kurzschluss auf, so schaltet der Speisepunktschalter sofort aus, der Fahrleitungsabschnitt wird spannungslos und die Nullspannungsrelais schalten den Kontrollermotor ein. Der Controller des vom Speisepunkt am weitesten abliegenden Schaltpostens schaltet nacheinander die abgehenden Leitungen ab und wieder zu und sodann die ankommenden ab. Hierauf führt der Controller des nächsten Schaltpostens die gleichen Schaltungen aus. Der Fahrleitungsabschnitt wird also in einzelne Teile aufgelöst, die nur noch aus einseitig zugeschalteten Fahrleitungstücken bestehen. Wird nun im Verlaufe dieser Schaltungen diejenige abgehende Leitung, die mit der Störung behaftet ist, abgeschaltet, so ändert sich sofort der elektrische Zustand des Abschnitteiles, auf dem die obenerwähnten Schaltungen noch nicht stattgefunden haben. Das Verschwinden des Prüfstromes hat die Wiederherstellung der normalen Spannung auf diesem Teil zur Folge. Die Nullspannungsrelais kehren in ihre normale betriebsmässige Stellung zurück und unterbrechen dadurch

die Schalttätigkeit des Schaltkontrollers. Beim nächsten Schaltposten, bei dem die normale Schaltungsfolge bereits durchgeführt war, bewirkt das nun wieder unter Spannung stehende Nullspannungsrelais das Einschalten des ihm zugeordneten Streckenschalters. Das andere Relais bleibt spannungslos, weil es an das mit der Störung behaftete Fahrleitungstück angeschlossen ist. Das Einschalten dieses Streckenschalters der ankommenden Leitung hat zur Folge, dass die abgehenden Leitungen bis zum nächsten Schaltposten unter Spannung gesetzt werden. Dadurch werden dort mittels der Nullspannungsrelais die Streckenschalter der ankommenden Leitungen eingeschaltet, worauf sich das gleiche Spiel beim folgenden Schaltposten wiederholt.

Die Streckenschalter werden gleich ausgeführt und angeordnet wie auf den Stationen der Strecke Luzern-Chiasso, die Schaltregler in der Nähe der Kommando-Schalter im Stationsgebäude eingebaut. Die Spannungswandler 15000/110 Volt sind für eine Dauerleistung von 1 kW gebaut; sie sollen auch Energie zur Speisung der Signallampen der Bahnsignale abgeben können.

4. Schaltanordnung der Strecke Sitten-Lausanne.

An selbsttätigen Elementen sind vorgesehen: der durch ein Höchststromrelais (Siebrelais) betätigte Speisepunktschalter, und Nullspannungsrelais zur Betätigung von Spaltschaltern. Die allgemeine Anordnung der Fahrleitungen geht aus Abbildung 7 hervor. Auf allen Stationen, die sich in etwa 10 km Abstand folgen (Zwischenstationen), werden Spaltschalter eingebaut, die die Fahrleitungen der beiden Geleise miteinander verbinden. Auf der Mittelstation, die ungefähr in der Mitte des Fahrleitungsabschnittes liegt, werden die beiden Hälften dieses Abschnittes durch den Hauptspaltschalter HS miteinander verbunden. Bei den übrigen Stationen bleiben die Fahrleitungen der beiden Geleise elektrisch getrennt.

Die Spaltschalter werden durch Nullspannungsrelais NR mit Zeiteinstellung betätigt. Tritt auf einem Fahrleitungstück ein Kurzschluss auf, so schalten die beiden Speisepunktschalter sofort, nach etwa 10 sek auch der Hauptspaltschalter HS selbsttätig aus. Dadurch wird der Fahrleitungsabschnitt in zwei Teile aufgetrennt, von denen der mit der Störung nicht behaftete vom Schaltwärter sofort wieder eingeschaltet wird, weil das zugehörige Prüfampèremeter keinen Strom mehr anzeigt. Etwa 30 sek nach dem Eintritt des Kurzschlusses bzw. nach Verschwinden der Fahrdrachtspannung schalten die Spaltschalter der Zwischen-

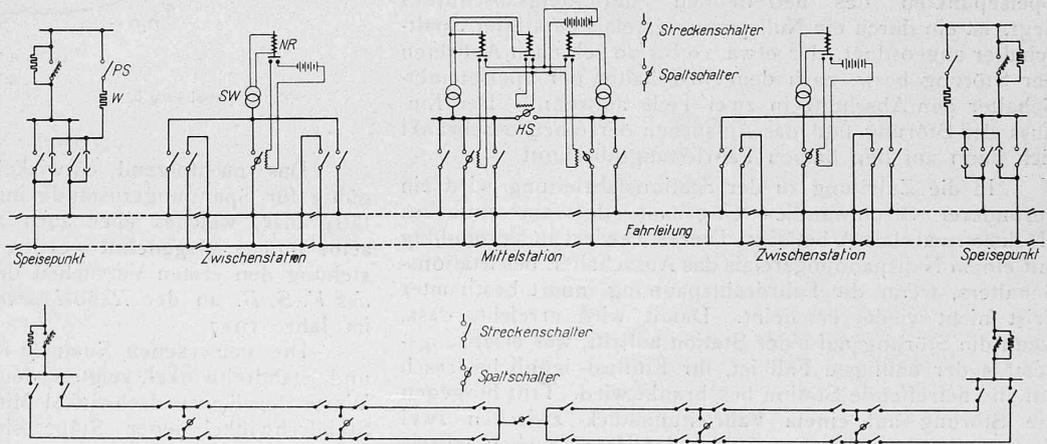


Abb. 7. Schaltanordnung der Fahrleitungsanlagen auf der Strecke Sitten-Lausanne. Unten genereller Schaltplan.

stationen und der zu der gestörten Abschnitthälfte gehörende Spaltschalter der Mittelstation aus, wodurch die beiden Geleise elektrisch von einander getrennt werden. Der Schaltwärter schaltet nun den einen der beiden zugehörigen Streckenschalter im Speisepunkt aus. Verschwindet der Ausschlag am Prüfampèremeter, so liegt die Störung auf dem abgeschalteten Abschnittviertel. Er schaltet

nun den Speisepunktschalter wieder ein, sodass also höchstens eine Minute nach Eintritt der Störung drei Viertel des Fahrleitungsabschnittes wieder betriebsbereit sind. Auf dem gestörten Abschnitt viertel sucht er nun den Fehler einzugrenzen, indem er in den einzelnen Stationen nacheinander Fahrleitungstücke abschalten lässt und hierauf den Rest des Fahrleitungsabschnittes mittels des besonderen Prüfschalters PS prüft.

Auch auf dieser Strecke werden die Streckenschalter und die Spannungswandler im Freien, die Kommandoschalter für die Fernbetätigung der Schalter beim oder im Stationsgebäude in der Nähe der übrigen Signal- und Schaltapparate aufgestellt.

5. Schaltanordnung der Strecke Luzern-Basel.

Bei dieser Strecke (vergl. Abbildung 8) sollen als selbsttätige Elemente verwendet werden: ein durch ein Höchststromrelais (Siebrelais) betätigter Speisepunktschalter, ein durch ein Nullspannungsrelais betätigter Spaltschalter in der Mitte des Fahrleitungsabschnittes, Richtungsrelais R zur Anzeige des Energieflusses, Höchststromrelais in Verbindung mit Nullspannungsrelais zur Betätigung der Stations-Streckenschalter.

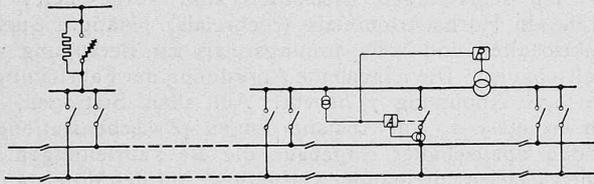


Abb. 8. In Aussicht genommene Schaltanordnung für die Fahrleitungsanlagen der Strecke Luzern-Basel der S. B. B.

Auf allen Stationen, die vollständige Schalteinrichtungen erhalten, in denen also jede ankommende und jede abgehende Leitung über Streckenschalter auf eine Sammelschiene geführt ist, wird in diese Sammelschiene ein Stromwandler eingebaut, dessen Sekundärstrom in Verbindung mit der Sekundärspannung eines Spannungswandlers zur Betätigung eines Richtungsrelais benützt wird, zur Anzeige, in welcher Richtung der durch die Störung hervorgerufene Kurzschlussstrom geflossen ist. Das Richtungsrelais setzt eine Alarmglocke in Tätigkeit, jedoch erst dann, wenn seit dem Verschwinden der Fahrdrachtspannung eine bestimmte Zeit verflossen ist.

Auf der Station, die in der Mitte zwischen den beiden Speisepunkten des betreffenden Fahrleitungsabschnittes liegt, ist ein durch ein Nullspannungsrelais betätigter Spaltschalter angeordnet, der etwa 10 bis 20 sek nach Auftreten der Störung bzw. nach dem Ausschalten der Speisepunktschalter den Abschnitt in zwei Teile aufteilt. Der Einfluss der Störung und das Aufsuchen derselben beschränkt sich dann auf den halben Fahrleitungsabschnitt.

In die Zuleitung zu der Stationsfahrleitung wird ein besonderer Stromwandler eingebaut, der ein einfaches Höchststromrelais A betätigt. Dieses bewirkt in Verbindung mit einem Nullspannungsrelais das Ausschalten des Stations-Schalters, wenn die Fahrdrachtspannung innert bestimmter Frist nicht wieder erscheint. Damit wird erreicht, dass, wenn die Störung auf einer Station auftritt, was erfahrungsgemäss der häufigste Fall ist, ihr Einfluss möglichst rasch auf die betreffende Station beschränkt wird. Tritt hingegen die Störung auf einem Fahrleitungstück zwischen zwei Stationen auf, so beschränkt sich das Heraussuchen mittels Abschalten einzelner Fahrleitungstücke auf die Fahrleitungen „Geleise links“ und „Geleise rechts“ der freien Strecke zwischen den zwei Stationen, deren Richtungsrelais entgegengesetzten Energiefluss anzeigen.

Die Anordnung der Hochspannungsapparate (Streckenschalter, Strom- und Spannungswandler) erfolgt wie auf den andern Strecken im Freien. Die Streckenschalter werden durch Gleichstrom vom Stationsgebäude aus fernbetätigt.

Schlussbemerkung.

Die einzelnen Schaltanordnungen sind in der Reihenfolge beschrieben, in der sie eingebaut worden sind, bzw. eingebaut werden. Wird die Schaltanordnung der Strecke Thun-Bern, die zu einer durch den Krieg verursachten Notelektrifikation gehört, ausser Acht gelassen, so zeigt sich ohne weiteres das Bestreben nach Vereinfachung. Spielt dabei auch die Kostenfrage eine bestimmte Rolle, so kann sie doch allein nicht massgebend sein bei der Entscheidung über die Wahl einer Strecken-Schaltanordnung. Wesentlich bestimmend ist vielmehr der Charakter einer bestimmten Bahnlinie, der in der Hauptsache bedingt ist durch die Grösse und die Art des Verkehrs und durch die klimatischen Verhältnisse.

Nebenspannungen infolge vernieteter Knotenpunkt-Verbindungen eiserner Fachwerk-Brücken.

Bericht der Gruppe V der T. K. V. S. B.

erstattet von Ing. M. Roß, Baden, Sekretär der T. K. V. S. B.

Fortsetzung von Seite 171.*)

II. Das Berechnungsverfahren der T. K. V. S. B.

Nach Mohr sind die Unbekannten der Aufgabe die Knotendrehwinkel φ . Für jedes Fachwerk mit n Knoten sind somit n Unbekannte $\varphi_1, \varphi_2 \dots \varphi_n$ zu bestimmen. Die Kenntnis der Knotendrehwinkel φ und Stabdrehwinkel ψ gestattet dann ohne weiteres die Bestimmung der Nebenspannungsmomente für die Stabenden aus der Beziehung (Abbildung 5)

$$M_{n, n+1} = \frac{2 E J_{n, n+1}}{l_{n, n+1}} \left\{ 2 \tau_{n, n+1} + \tau_{n+1, n} \right\} \quad (1)$$

da $\tau_{n, n+1} = \varphi_n - \psi_{n, n+1}$ ist, so folgt

$$M_{n, n+1} = \frac{2 E J_{n, n+1}}{l_{n, n+1}} \left\{ 2 \varphi_n + \varphi_{n+1} - 3 \psi_{n, n+1} \right\} \quad (2)$$

dabei ist die für die Wandglieder mehr zutreffende, für die Gurtungen weniger stimmende Voraussetzung konstanten Trägheitsmomentes gemacht.

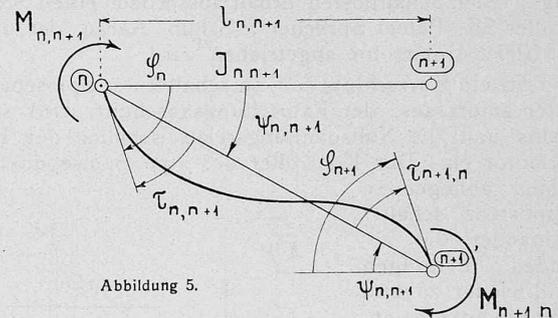


Abbildung 5.

Das nachfolgend entwickelte Berechnungsverfahren, gültig für Spannungszustände innerhalb der Proportionalitätsgrenze, welches aber auch auf den Bereich über dieselbe hinaus ausgedehnt werden kann, verdankt seine Entstehung den ersten Versuchen der *Technischen Kommission des V. S. B.* an der *Rhonebrücke der Furkabahn in Brig* im Jahre 1917.

Die gemessenen Summen-Einflusslinien der Knoten- und Stabdrehwinkel zeigten deutlich, dass die jeweiligen Werte der Knotendrehwinkel Mittelwerte der gemessenen Stabdrehwinkel jener Stäbe sind, die im betreffenden Knoten zusammenlaufen. Es lag somit der Gedanke nahe, auf einfache und anschauliche Art ein Berechnungsverfahren, auf den Regeln der Bewegungslehre aufgebaut, abzuleiten, sowohl für die rechnerische Ermittlung von Nebenspannungen für eine geschlossene Lastgruppe in ganz bestimmter Stellung, als auch für die Bestimmung von Einflusslinien dieser Nebenspannungen.

*) Auf Seite 170, Spalte rechts, Zeile 28 von oben muss es sinngemäss natürlich heissen: nicht geringer (statt: weit geringer), was wir zu korrigieren bitten. Red.