

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89/90 (1927)
Heft: 17

Artikel: Die 15 kV Einphasenstrom-Fahrleitungen der Schweizerischen Bundesbahnen
Autor: Schuler, H.W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-41792>

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: 09.07.2025

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

geringer Wasserzufluss zu erwarten und auch die Ueberlagerung des grossen Tunnels mit nur 386 m Höhe ist so gering, dass kaum mit höhern Temperaturen als 25 °C gerechnet werden muss.

Das Maximalgefälle von 60 ‰ ist gleich dem der Aroserbahn, während die Berninabahn bis zu 70 ‰ geht. Der Minimalradius ist zu 100 m angenommen, sodass das Rollmaterial der Rh.-B., B.-B., F.-O. und Ch.-A. im Bedarfsfalle bis Bellinzona durchlaufen kann. Die Totallänge der Brücken im Verhältnis zur Gesamtbahnlänge stellt sich auf 3 ‰, wie bei der Rh.-B., gegen 7 ‰ bei der Aroserbahn. Die längste Brücke wäre bei Sufers über den Steilbach, 150 m lang, 20 m hoch, die höchste die Viamala-Brücke, mit 43 m Höhe, aber nur 33 m Länge. Die Bauzeit ist auf drei Jahre vom Beginn der Bauarbeiten am grossen Tunnel an gerechnet.

Die Baukosten, 32 Mill. Fr., also 525 000 Fr./km, sind höher angesetzt, als bei andern in letzter Zeit erstellten Schmalspurbahnen: Centovalli 300 000 Fr.; Val Vigezza 230 000; Bernina 250 000; Chur-Arosa 375 000; Rh.-B. 395 000 Fr. Sie sollten also ausreichend bemessen sein. Von den Baukosten fallen 27 751 950 Fr. oder rund 455 000 Fr./km auf die Bahnanlage, wobei der grosse Tunnel mit 1400 Fr./m gleich 7,8 Mill. Fr. inbegriffen ist.

Dazu kommen noch für den Umbau der Fahrleitung der Misoerbahn auf Wechselstrom von 11 000 V 667 000 Fr. und für die Einführung in den Personenbahnhof Bellinzona, zum direkten Anschluss an die S.B.B., 1 285 000 Fr., sodass sich die Gesamtanlagekosten laut Voranschlag auf rund 34 Mill. Fr. stellen. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeits-Berechnungen und der Finanzierungsmöglichkeit verweisen wir auf den auf S. 225 besprochenen „Bericht“.

Die 15 kV Einphasenstrom-Fahrleitungen der Schweizerischen Bundesbahnen.

Von H. W. SCHULER, Elektroingenieur, Zürich.

(Schluss von Seite 204.)

Der Berechnung der bis 1923 gebauten Tragwerke wurde eine vierfache Sicherheit gegen Bruch zu Grunde gelegt. In der Richtung senkrecht zu den Geleisen wurden dabei folgende Kräfte als wirkend angenommen: Wind auf den Mast 100 kg/m², Wind auf das Drahtwerk 70 kg/m², dazu in Kurven der Kurvenzug von Fahrdrabt und Trageisil. In der Richtung des Geleises wurde als wirkend angenommen: Wind auf das Tragwerk mit 100 kg/m², dazu einseitiger Leitungszug von 10 ‰ des im Fahrdrabt wirkenden Höchstzuges. Bei den vertikal nach unten wirkenden Kräften wurde aus den schon erwähnten Gründen keine Schneelast berücksichtigt. Es zeigte sich allerdings, dass die Annahme, infolge der Erschütterungen der vorbeifahrenden Züge könne sich auf der Leitung keine nennenswerte Menge Schnee ansammeln, nur für Fahrleitungen zutrifft, bei denen der Fahrdrabt direkt am Trageisil aufgehängt ist, und bei denen vor allem zwischen diesen beiden Drähten nur wenige Hänger vorhanden sind. Bei der Gotthardtleitung dagegen tritt bei starkem Schneefall zwischen Fahrdrabt und Trageisil eine grosse Schneeanhäufung auf, wegen der zwischen Fahrdrabt und Trageisil liegenden Zwischenseile und der vielen doppeldrähtigen Hänger.

Von der Erwägung ausgehend, dass auch ein mit vierfacher Sicherheit gegen Bruch berechneter Mast bei Zugsentgleisungen einem auf ihn auffahrenden Wagen nicht standhält und schliesslich auch nicht standzuhalten braucht, ist in den neuen, noch nicht in Kraft gesetzten eidgenössischen Vorschriften, für Mastberechnungen nur noch eine dreifache Sicherheit gegen Bruch vorgesehen, gleich wie dies schon bisher für Uebertragungsleitungen der Fall war. Ohne das Inkrafttreten der neuen Vorschriften abzuwarten, wurde den Schweizerischen Bundesbahnen diese, wirtschaftliche Vorteile bietende Vorschrift schon im Jahre 1923 zugestanden. Die seit dem genannten Jahre erstellten Tragwerke weisen daher in bestimmten Fällen nur noch eine dreifache Sicherheit gegen Bruch auf. Einer allgemeinen Ausnützung der durch die dreifache an Stelle der vierfachen Sicherheit gegebenen Möglichkeit, das Konstruktions-Eisen stärker zu beanspruchen, standen in vielen Fällen die Ausmasse der Profileisen im Wege. Von der Erfahrung ausgehend, dass grössere Profileisen durch Rosten weniger rasch geschwächt werden als kleinere, wurde nämlich die Vorschrift aufgestellt, für Gurtwinkel von Masten keine kleineren Profile als 50 × 50 × 5 zu verwenden und für Diagonalen nicht unter 40 × 40 × 5 zu gehen. Auch die Verwendung der Breitflanschmaste lässt wegen der starken Verschiedenheit der Widerstandsmomente in den beiden Haupttrichtungen die wirtschaftliche Ausnützung der dreifachen Sicherheit nicht ohne weiteres zu.

Die einzelnen Teile der Fachwerk-Konstruktionen wurden in üblicher Weise durch Nietung zusammengebaut.

Nur zusammengesetzte Armaturen und Drahtwerkteile wurden schon von Anfang an durch autogene oder elektrische Schweissung zusammengesetzt. In neuester Zeit wird nun in weitgehendem Masse die elektrische Schweissung herangezogen, in der Hauptsache für Stationsmaste, Fachwerkmaste der freien Strecke, Joche der zweigeleisigen freien Strecke und Ausleger. Die Gewichtersparnis, die sich daraus ergibt, dass Bindebleche und Diagonalen die Gurtwinkelisen und die Schenkel der U-Eisen nicht mehr überlappen, sondern dass sie stumpf gegen ihre Kanten stossen, beträgt bis 10 ‰. Dazu kommt der grosse Vorteil, dass Wassertaschen, die bei genieteten Konstruktionen immer vorhanden sind, vermieden werden, und dass ganze Ausleger und Joche im Zinkbad verzinkt werden können. Von der Verzinkung nach dem Metallspritzverfahren wird der hohen Kosten wegen für Fachwerk-Konstruktionen im allgemeinen nicht, für Armaturen und Drahtwerkbestandteile nur in kleinem Umfange Gebrauch gemacht.

Die Fachwerk-Konstruktionen werden in den Eisenbau-Werkstätten nach fertigem Zusammenbau von Schmutz und Rost gereinigt und mit einem Leinöl-Anstrich versehen. Nach erfolgter Abnahme durch den Besteller werden sie mit Bleimennig grundiert und so an die Einbauorte verschickt. Spätestens nach beendeter Montage wird der erste Deckanstrich und nach der Montage der Isolationen und dem Ausziehen und Einregulieren des Trageisiles und des Fahrdrabtes der zweite Deckanstrich aufgebracht. In der Regel wird Leinölfarbe zu den Deckanstrichen verwendet. Im Gegensatz zu diesem wohl allgemein bekannten und angewendeten Verfahren wurde versuchsweise in der West-Schweiz ein neuer Weg eingeschlagen. Es wurden nämlich die fertigen Eisenkonstruktionen ungereinigt und ungestrichen von allen Konstruktionswerkstätten an bestimmte Sammelorte hin befördert, dort mit Sandstrahl gereinigt und dann sowohl Bleimennig als auch Deckanstriche mit der Pistole aufgespritzt. Allfällig beim Transport oder beim Einbau schadhaft gewordener Anstrich wird nach fertigem Einbau der Leitungen ausgebessert. Da es sich dabei immer um leicht zugängliche und zudem dem Rosten wenig ausgesetzte Stellen handelt, hat dieses nachträgliche Ausbessern nichts auf sich. So gestrichene Tragwerke stellen sich nur unwesentlich höher im Preis. Auf jeden Fall wird ein Mehrpreis reichlich aufgewogen durch den auf der sandstrahlgereinigten Oberfläche zuverlässiger haftenden Anstrich.

Von der Verzinkung wird in weitgehendem Masse Gebrauch gemacht, sobald es sich nicht um genietete Konstruktionen handelt, da die Kosten des dreifachen Anstriches lange nicht in dem Masse günstiger sind, als die der Feuerverzinkung, besonders wenn berücksichtigt wird, dass ein Leinöl-anstrich in zehn Jahren, eine Feuerverzinkung aber erst etwa in 50 Jahren erneuert werden muss. Es ist

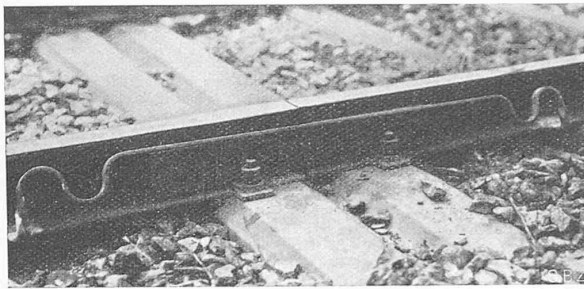


Abb. 32. Alter Schienenverbinder aus Flacheisen.

aber nichts mit verhältnismässig so ausserordentlich hohen Kosten verbunden, wie die Erneuerung eines Anstriches von Tragwerken auf Strecken mit dichtem elektrischem Verkehr. Da 1 t Eisenkonstruktion im Mittel etwa 38 m² Fläche aufweist, und da mit etwa 9,5 t Eisen pro Geleise-Kilometer zu rechnen ist, beträgt die mit Farbe bedeckte, und etwa alle zehn Jahre zu erneuernde Fläche der Eisenkonstruktionen der bis Ende 1925 elektrifizierten Strecken, die 2140 km Geleise umfassen, rund 772 000 m².

Die in der hergebrachten Art in der Werkstätte gestrichenen Tragwerke werden, auf der Strecke aufgestellt, mit dem Pinsel gestrichen. Versuche, die Farbe mit der Spritzpistole aufzutragen, sind nicht günstig ausgefallen. Die Kosten und der Farbverbrauch übersteigen die entsprechenden Werte beim Pinselverfahren, sobald der Ort, an dem gemalt wird, rasch gewechselt werden muss.

Die eidgenössischen Vorschriften über Fundament-Berechnung verlangen einfache Sicherheit gegen Kippen, wenn die der Tragwerk-Berechnung zu Grunde gelegten Kräfte als wirkend angenommen werden. Die durch Versuche der letzten 15 Jahre überholte Vorschrift führt zu unwirtschaftlichen Fundamenten. Es wurde daher bei der Berechnung der Fundamente aktiver und passiver Erddruck auf Grund von Versuchsergebnissen berücksichtigt. Der Inhalt eines Mastfundamentes der freien Strecke beträgt rund 1 m³, derjenige der Stationsmaste, die mehrgeleisige Joche tragen, ist entsprechend grösser. Im Mittel trifft es auf einen Mast etwa 1,55 m³ Beton, sodass, da Ende 1925 etwa 34 000 Fahrleitungsmaste aufgestellt waren, in diesem Zeitpunkt etwa 53 000 m³ Beton für Fundamente verbraucht worden waren.

DIE SCHIENENLEITUNG.

Der Bauart der Schienenverbinder liegt die Erfahrung zu Grunde, dass es bei Einphasenstrombahnen nicht möglich ist, den vom Fahrzeug in die Schienen fliessenden Strom ohne besondere Hilfsmittel, wie Saugtransformatoren, am Verlassen der Schienen und am Uebertritt in die Erde zu hindern. Es kommt daher, wenn man sich schon zum Einbau von Schienenverbindern entschliesst, weniger darauf an, die Schienenstösse, die durch die Laschen elektrisch nur mangelhaft überbrückt sind, durch Schienenverbinder hoher elektrischer Leitfähigkeit zu überbrücken, wie es bei Gleichstrombahnen nötig ist, sondern es genügt eine Verbindung, die die elektrische Unzuverlässigkeit der mechanischen Schienenverbindung, der Laschen, unschädlich macht, allfällig mögliche schädliche Schrittspannungen also nicht aufkommen lässt. Von diesem Standpunkt aus sind die Schienenverbinder-Konstruktionen der Schweizerischen Bundesbahnen zu werten.

Die ersten Verbinder aus Rundeisen von 1 cm Durchmesser, an beiden Enden wellenförmig gebogen, wurden am Schienenfuss ausserhalb der Laschenenden autogen angeschweisst. Da sich dieses Rundeisen nicht bewährte — es war nicht möglich, nach Kriegsende Eisen gleichmässiger Qualität zu erhalten — wurde zu Verbindern aus Flacheisen übergegangen. Diese, mit einem Querschnitt von 18 × 7 mm, haben eine gestreckte Länge von 150 cm, bei ebenfalls wellenförmig abgebogenen Enden (Abb. 32). Die

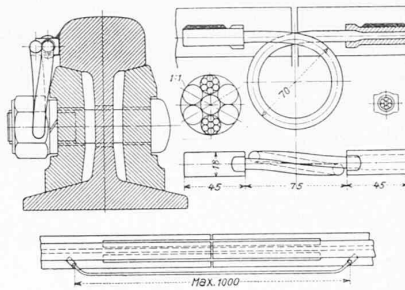


Abb. 33. Neuer Verbinder aus Kupferseil. 1:5.

Erfahrungen mit diesem Verbinder waren bedeutend besser als mit dem aus Rundeisen; immerhin waren sie nicht derart, dass man sich hätte mit dem Erreichten zufrieden geben können. Die autogene Schweißung mit Azetylgas hatte nicht nur sehr oft das ungünstige Ausglühen und Verbrennen des Verbindereisens an der Anschweisstelle zur Folge, sondern oft auch das Ausglühen des Schienenfusses, sodass, besonders auf Nebengeleisen mit schwächerem Schienenprofil in den Stationen Schienenbrüche auftraten, bei denen die Schuld nur dem Anschweisverfahren zugeschrieben werden konnte. Die nun endgültige Form des Schienenverbinders zeigt die Abb. 33, bei dem ein Kupferlitzenseil von 34 mm² Querschnitt an seinen beiden Enden in verzinkte Eisenklötzchen eingepresst ist. Die Befestigung des Verbinders erfolgt am Schienenkopf mittels elektrischer Schweißung. Diese Schweißart hat nicht nur den Vorteil, dass der Schienenkopf nur gerade an der Anschweisstelle erwärmt wird, sondern auch den, dass sie bedeutend billiger ist, als die Gas-Schweißung. Auf Strecken mit elektrischem Betrieb werden die im Betrieb schadhaft gewordenen Verbinder unter Zuhilfenahme einer elektrischen Lokomotive geschweisst. Die Energie wird an der sog. Depotsteckdose, die an die 220 Volt-Klemme des Lokomotiv-Transformers angeschlossen ist, abgenommen und über Gusseisenwiderstände, die sich in einem besondern Wagen befinden, den Schweißern zugeführt.

Auf Stationsgeleisen, auf denen Rangiermanöver ausgeführt werden, auf denen also Wagen mittels auf die Schienen aufgelegter Bremschuhe aufgehalten werden, sind Schienenverbinder am Kopf unzweckmässig. Hier werden besondere Verbinder verwendet, die über die ganze Lasche weg reichen, deren Enden aber gleich ausgebildet sind wie die der normalen Schienenverbinder und die am Schienenfuss angeschweisst werden. Dabei wird darauf gesehen, die Schweißstellen möglichst nahe an die Schwellen zu legen.

Die Wichtigkeit, die vor allem der Funktion der Schienenverbinder beigemessen wird, nämlich ein bei nicht mit Verbindern versehenen Stössen mögliches gefährliches Spannungsgefälle zu eliminieren, führte zu ganz bestimmten Vorschriften für deren Anordnung. Ausgerüstet mit Schienenverbindern werden beide Schienenstränge der Geleise der freien Strecke und der Hauptgeleise der Stationen, beide Schienenstränge der Anschlussgeleise der Kraftwerke und Unterwerke, der eine Schienenstrang der Stationsnebengeleise. Führt aber ein solches Nebengeleise einem Bahnsteig entlang, so erhalten beide Stränge Schienenverbinder. Ausserdem werden die einzelnen Schienenstränge durch Querverbindungen aus 6 mm Kupferdraht elektrisch miteinander verbunden. Auf der freien Strecke werden alle 300 bis 350 m solche Querverbinder zwischen den beiden Schienensträngen eines Geleises angebracht; auf zweigeleisigen Strecken werden ausserdem die beiden Geleise alle 1000 m durch Querverbinder miteinander verbunden. Im Bereiche von Bahnsteigen werden die einzelnen Schienenstränge mindestens an zwei Stellen miteinander verbunden. Solche Querverbinderstellen werden dadurch gekennzeichnet, dass die Mastnummer des nächstgelegenen Mastes umrandet wird. Bei Auswechseln von Schienen wird die Arbeitsstelle durch provisorische Verbinder überbrückt, die an den Füßen der Schienen festgeklemmt werden.

In besonders zuverlässiger Weise wird der Anschluss der Schienen an die Erdschiene der Speisepunkte ausgeführt. Von diesem Erddpol werden zwei Metallbänder, deren Leitfähigkeit zusammen mindestens der eines Kupferdrahtes

von 120 mm² Querschnitt entsprechen muss, zu den Schienen der beim Speisepunkt vorbeiführenden Bahnlinie gelegt. Diese Metallbänder führen von da an, wo sie die Bahnlinie treffen, je 100 m nach beiden Seiten dem Geleise entlang. Jede Schiene im Bereiche dieser 200 m wird mit einem 6 mm Draht an die beiden Metallbänder angeschlossen.

DIE ERDUNGEN.

Ist schon bei der Auswahl der Einbaustellen der Schienenverbinder die Absicht, unzulässige Schrittspannungen zu verhindern, massgebend, so ist dieser Gesichtspunkt bei der Anordnung der Erdungen noch viel mehr ausschlaggebend. Es werden alle nicht durch Joche miteinander verbundene Maste mit einem 6 mm Kupferdraht geerdet, d. h. mit den Schienen verbunden. Von $n+1$ Masten, die durch n Joche miteinander verbunden sind, werden mindestens n Maste geerdet. Befinden sich Maste in der Nähe von Stellen, die viel und regelmässig begangen werden, wie Bahnsteige, Verladerrampen, Wegübergänge, so werden, wenn die Maste allein stehen, zwei voneinander unabhängige Erdleitungen zur nächsten Schiene gezogen. Sind solche Maste durch Joche mit einem andern Mast verbunden, so werden beide Maste geerdet. Maste, die an Mauern befestigt sind und nicht in Fundamenten stecken, werden ebenfalls mit zwei Erdleitungen geerdet.

Signalmaste, Barrierenböcke, Barrieren-Bedienungsapparate, Brückenzüge, Krane, eiserne Strassenbrücken und Eisenbahnbrücken werden ebenfalls zuverlässig durch 6 mm Kupferdraht mit den Schienen verbunden.

Die Erdleitungen werden zum mindesten an der Schiene angeschweisst. Um die Schweissung zu ermöglichen, wird auf das eine Ende des Erdungsdrahtes ein verzinktes Eisenröhrchen aufgewalzt. Am Mast wird die Erdleitung entweder in gleicher Weise verbunden oder dann das Drahtende unter eine besondere Schraube oder unter einen der Mastfussbolzen festgeklemmt. Auf der Geleiseite werden aus den bereits erwähnten Gründen die Erddrähte, wie die Schienenverbinder, jetzt nur noch am Schienenkopf angeschweisst.

Zur vorübergehenden Erdung von normal unter Spannung stehenden Anlagenteilen dienen besonders kräftig konstruierte Erdungstangen (Abb. 34). Eine starke Schienenzange dient zur Befestigung des Erdungseiles am Schienenkopf, ein gabelförmiger Haken aus Kupferblech zum Einhängen der Stange an den Fahrdrath. Die Stange besteht aus in Oel imprägniertem Eschenholz, ausserdem ist der Griff durch einen Isolator von dem Teil isoliert, der allenfalls unter Spannung kommen könnte. Die Verbindung zwischen Gabelhaken und Erdungseil ist gut zugänglich und sichtbar längs der Stange geführt. Der Querschnitt dieses Drahtes und auch der des eigentlichen Erdungseiles beträgt 38 mm² und genügt für alle vorkommenden Strom-

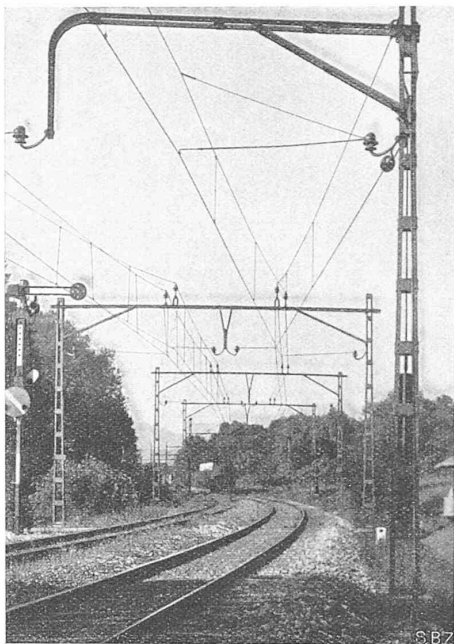


Abb. 35. Streckentrennung bei einer zweispurigen Strecke.

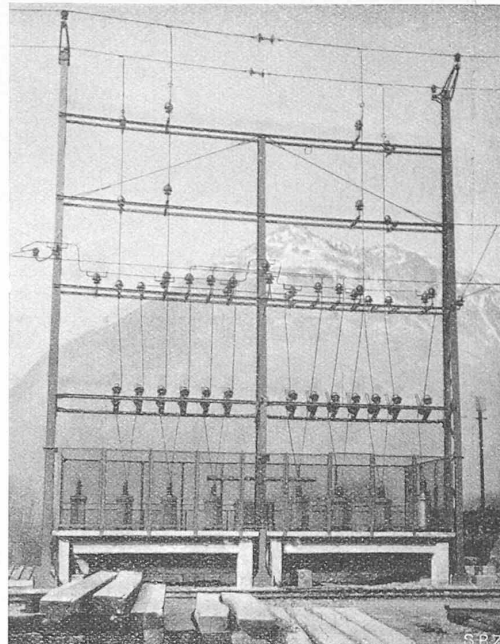


Abb. 36. Schaltposten mit Oelschalter.

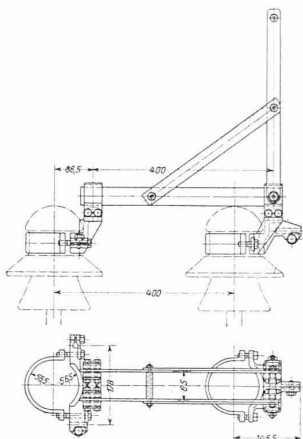


Abb. 37. Trennmesser für 600 A. — Masstab 1:15.

stärken im Kurzschlussfall. An der Stange ist auch noch ein rotes Signalfähnchen angebracht, das herannahenden Fahrzeugen, vor allem Rangierlokomotiven, die Erdungstange besser sichtbar machen soll.

DIE STRECKENSCHALT-EINRICHTUNGEN.

Sowohl die grosse Zahl der Isolatoren, die in Fahrleitungsanlagen eingebaut werden müssen, und die Art der Beanspruchung der Leitungen, als auch die Tatsache, dass eine Menge nicht sachkundiger Leute mit diesen Anlagen zu tun haben, bilden

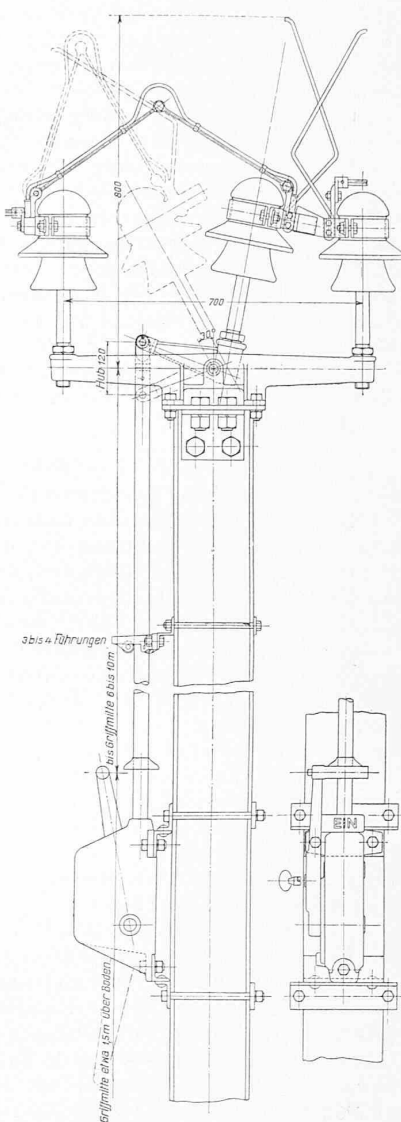


Abb. 41. Hörnerschalter mit Handantrieb. 1:15.

DIE 15 000 VOLT EINPHASENSTROM-FAHRLEITUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN BUNDESBAHNEN.

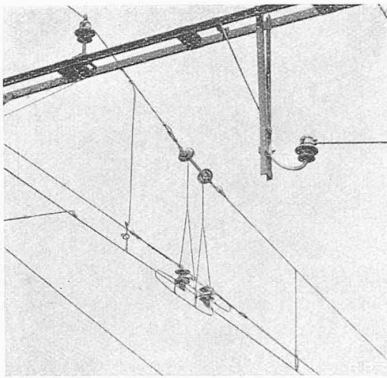


Abb. 39. Vereinfachte Bauart Gotthard.

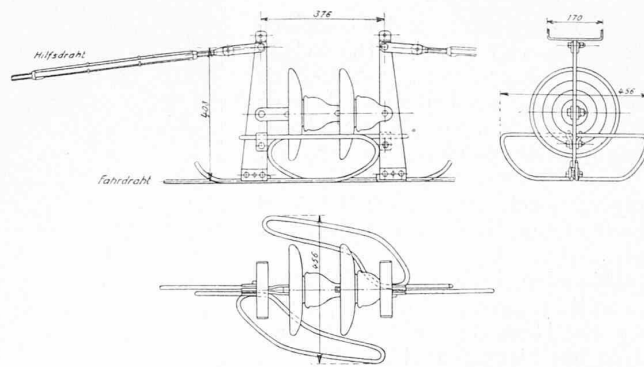


Abb. 40. Streckentrenner neuer Bauart. — Masstab 1:20.

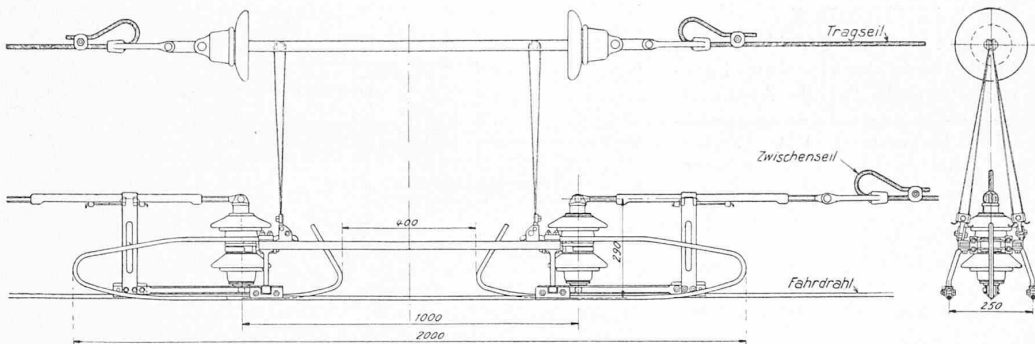


Abb. 38. Streckentrenner alter Bauart (Gotthardlinie). — Masstab 1:20.

ständige Quellen von Störungen. Es ist daher nicht weiter verwunderlich, dass die Anzahl der Störungen, verglichen mit der Anzahl der in Uebertragungsleitungen auftretenden, nicht gerade gering ist. Eine für den Bahnbetrieb unerlässliche weitgehende Sicherung gegen Störungen lässt sich unter Berücksichtigung der grossen Störungsmöglichkeit nur durch besonders durchgreifende Unterteilung des gesamten Fahrleitungsnetzes verwirklichen. So werden die Fahrleitungen der freien Strecken in der Regel von denen der Station elektrisch getrennt und nur über Schalter zusammengeschaltet. Auf zweigeleisigen Strecken sind die Fahrleitungen der beiden Geleise elektrisch voneinander getrennt. Auf eingleisigen Strecken wird neben der Fahrleitung noch eine sogenannte Hilfsleitung geführt, damit im Fall einer Störung, die die Abschaltung eines Fahrleitung-Stückes zwischen zwei Stationen nötig macht, der Betrieb jenseits dieser gestörten Strecke aufrechterhalten werden kann. Die elektrische Trennung zwischen Fahrleitung der freien Strecke und Fahrleitung der Station wird bei den Einfahrsignalen durch Parallelführung der beiden Leitungen in einem Abstand von 40 cm bewerkstelligt. Um Abfangjoche zu vermeiden, wird auf zweigeleisigen Strecken die innen liegende Fahrleitung durch die andere hindurchgezogen und am nächsten Mast abgefangen. Abb. 35 zeigt eine derartige Streckentrennung. Zum Zusammenschalten der Fahrleitungen der freien Strecke und derjenigen der Stationen werden in der Regel Oelschalter für 600 Amp. Nennstrom benützt, die für Aufstellung im Freien gebaut sind. Abb. 36 zeigt einen Schaltposten mit sechs solchen Schaltern. In die Zuleitungen zu den Streckenschaltern werden Trennmesser eingebaut, zu deren Isolierung normale Tragisolatoren verwendet werden (Abb. 37). Neuerdings werden in Stationen, in denen der Schaltposten nahe an das Stationsgebäude erstellt werden kann, an Stelle der Oelschalter Hörnerschalter verwendet, wie sie sonst nur zur Unterteilung der Fahrleitungsanlage grösserer Bahnhöfe in einzelne Gruppen in Gebrauch sind. Diese Schalter besitzen dann im Gegensatz zu den Oelschaltern keinen Fernantrieb.

In den Stationen wird vor allem das Rampengeleise von den übrigen Geleisen abtrennbar gemacht. Die Einschaltung des zugehörigen Fahrdrabtes wird nur vorgenommen, wenn ein manövrierender Zug in das Geleise einfahren muss. In grösseren Bahnhöfen werden Fahrleitungsgruppen gebildet, von denen die wichtigeren direkt von der Stationszuleitung abhängen, die kleineren, wie Geleise von Freiverladerampen usw., von Hauptgruppen abtrennbar sind. Diese Abtrennung der Fahrleitungen einzelner Geleise und ganzer Gruppen erfolgt durch den Einbau von Streckentrennern in den Fahrdrabt. Die Abbildungen 38 bis 40 zeigen die Entwicklung, die der Streckentrenner im Laufe der Jahre durchgemacht hat. Die Konstruktionen nach den Abbildungen 38 und 39 sind elektrisch ungenügend in Bahnhöfen mit intensivem Dampfbetrieb, besonders dann, wenn wegen Ueberbauten der Fahrdrabt nicht auf der vorschriftsgemässen Höhe von 6 m gehalten werden kann. Streckentrenner eignen sich wegen ihres Gewichtes nicht zum Einbau in die Fahrleitungen von Geleisen, die mit grossen Geschwindigkeiten befahren werden, während die weiter oben beschriebenen Streckentrennungen mit Luftisolation bei jeder Geschwindigkeit einwandfrei befahren werden können. Immerhin sind auch die Streckentrenner mit 50 bis 60 km/h noch zuverlässig

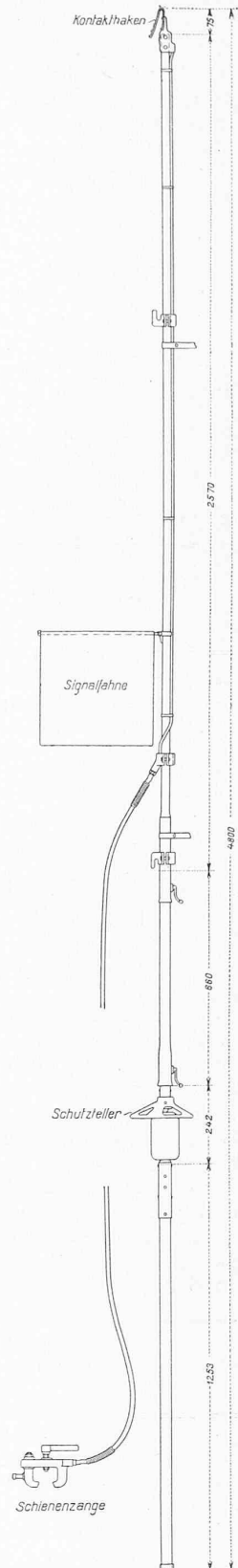


Abb. 34. Erdungstange. Masstab 1:20.

befahrbar, also mit einer Geschwindigkeit, die wesentlich über der liegt, die beim Befahren der Stations-Nebengeleise zur Anwendung kommt.

Den Hörnerschalter, der zur Trennung der einzelnen Geleisegruppen verwendet wird, zeigt Abb. 41. Der Schalthebel ist je nach Bedarf in der „Ein“- oder „Aus“-Stellung verriegelbar. Schalter, die ständig eingeschaltet sind, können in beiden Stellungen verriegelt werden, wobei der Schlüssel bis zur erfolgten Verriegelung gefangen bleibt. Die Schalter der Rampengeleise, die normal ausgeschaltet sind, können auch nur in dieser Stellung verriegelt werden, der Schlüssel kann aber in der eingeschalteten Stellung des Schalters nicht abgenommen werden.

Neben diesem weitgehenden Einbau von Schaltern zur engen Eingrenzung von Störungen sind noch Apparate eingebaut mit dem Zweck, das Herausfinden des Störungs-ortes zu erleichtern und zu beschleunigen. Ueber die bei den Bundesbahnen eingebauten Streckenschaltssysteme ist an anderer Stelle schon berichtet worden.¹⁾

DIE AUSDEHNUNG DER ELEKTRIFIKATION.

Ueber die Gesamtlänge der Fahrleitungen überhaupt, insbesondere aber über die Ausdehnung der einzelnen Fahrleitungs-Bauarten, gibt die nachstehende Tabelle Auskunft.

Bauarten	Elektrifizierte Bahnkilometer		Elektrifizierte Geleisekilometer	
	Ende 1926	Ende 1928	Ende 1926	Ende 1928
Bauart Gotthard mit Zwischenseil	260	258	501	497
Bauart ohne Zwischenseil mit 100 m Spannweite	233	372	625	900
Bauart ohne Zwischenseil mit 60 m Spannweite	362	848	1126	2200
Tunnelfahrleitung	69	93	124	144
Einphasenstromleitungen Total	924	1571	2376	3741
Drehstrom 3,3 kV, inbegriffen Tunnel-Leitung	22	22	50	50
Einphasenstrom 5,5 kV, Seethalbahn	55	55	67	67
Gesamttotal	1001	1648	2493	3858

DIE ERSTELLUNGSKOSTEN DER FAHRLEITUNGEN.

Es ist nicht einfach, über die Kosten der Fahrleitungen Angaben zu machen, die ein zu Vergleichen geeignetes Bild geben. Vor allem haben Angaben, die auf den Bahn-Kilometer bezogen sind, nur bedingten Wert, da sie die Belastung bestimmter Linien durch die Ausgaben für grosse Bahnhöfe nur ganz unzuverlässig zum Ausdruck bringen. Ein zuverlässigeres Bild bieten die Angaben bezogen auf den Kilometer mit Fahrleitungen ausgerüsteter Geleise (Gkm) und zwar auch dann noch, wenn die Kosten der Streckenschaltung mit einbezogen werden. Die nachstehende Tabelle gibt einen Ueberblick über die Aufwendungen, die bis Ende 1926 für Fahrleitungen gemacht worden sind.

Bauteil	Kosten der Strecken-Ausrüstungen der bis Ende 1926 elektrisch betriebenen Linien (ohne Seethalbahn)
Fahrleitung, bestehend aus Fundamenten, Tragwerken und Drahtwerk, Mobiliar und Material für Leitungsunterhalt	Fr. 72 656 031
Streckenschalteinrichtungen	Fr. 7 034 127
Schienenverbinder und Tragwerk-Erdungen	Fr. 2 406 322
Total	Fr. 82 096 480
Bauleitung und Baukapitalverzinsung	Fr. 8 302 034

Aus dem angegebenen Total berechnet sich ein Mittelpreis von 37700 Fr./Gkm. Vergleichsweise kostete der Gkm

¹⁾ Siehe H. W. Schuler: Schaltanordnungen in den Fahrleitungs-Anlagen der Schweiz. Bundesbahnen. Band 80, Seite 175 (14. Oktober 1922). Auch als Sonderabdruck erhältlich. Red.

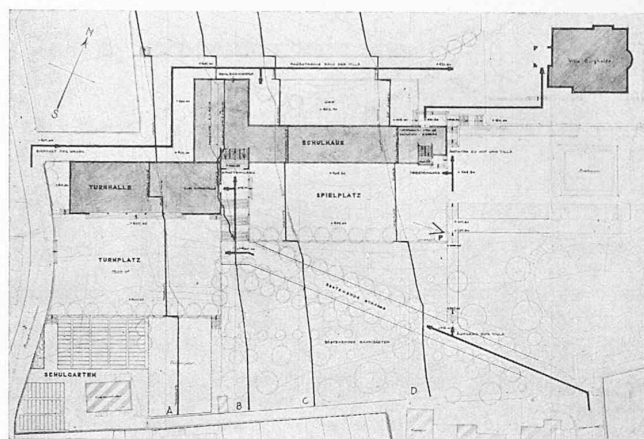
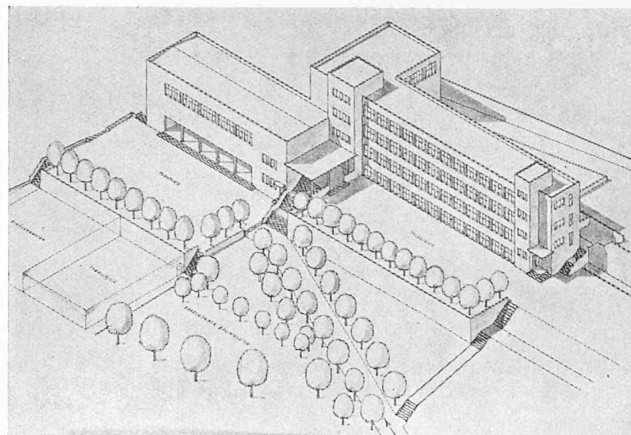


Abb. 1 und 2. Wettbewerb-Entwurf Bezirkschule Baden.

1. Rang. Arch. Rich. Hächler, Lenzburg. — Fliegerbild und Situation 1:2000.

auf der Strecke Luzern-Chiasso 59500 Fr., während er auf der Strecke Zürich-Winterthur nur 16700 Fr. kostete. Natürlich steckt in den über diesen Wert hinausgehenden Zahlen nicht nur die Kriegs-Teuerung, sondern auch der Betrag, der die Ausgaben infolge komplizierterer, noch weniger rationeller Bauarten darstellt. Es wurde nun versucht, mit Hilfe der Ueberteuerungskurve (Teuerung über den Stand 1925 hinaus) diesen Betrag für die Strecke Erstfeld-Bellinzona zu ermitteln, indem die in den einzelnen Jahren ausgegebenen Beträge auf die Teuerung 1925 reduziert wurden. Dabei ergab sich eine Reduktion des für die Strecken-Ausrüstung dieser Linie ausgegebenen Betrages von 17 206 500 Fr. auf 8 800 000 Fr. Da auf Erstfeld-Bellinzona 293 Gkm mit Fahrleitungen ausgerüstet sind, steht dem absoluten Wert von 58700 Fr./Gkm ein von der Ueberteuerung befreiter Wert von 30000 Fr./Gkm gegenüber. Diese Zahl nun lässt sich mit der für Zürich-Winterthur angegebenen direkt vergleichen.

Aus dem Vergleich ergibt sich, dass durch vereinfachte Bauart der Fahrleitungen (Weglassen des Zwischenseiles und der Doppelisolation, dreifache Sicherheit der Tragwerke statt der vierfachen, einfachere Streckenschalteinrichtungen) und durch rationellere Bau- und Arbeitsmethoden (Montage der Leitungen und Tragwerke durch Unternehmer statt in Regie, vorteilhaftere Bauorganisation dank vermehrter Erfahrungen, Schweissen der Schienenverbinder mit Elektrizität statt mit Gas, Verwendung von Differdingern und geschweissten Gittermasten und von geschweissten Jochen und Auslegern an Stelle genieteter Konstruktionen) die Streckenausrüstung heute rund 44% billiger zu stehen kommt, als wie sie am Gotthard ausgeführt wurde.