

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71/72 (1918)
Heft: 12

Artikel: Elektrische Signal- und Weichenbeleuchtung
Autor: Schaffer, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34730>

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: 22.02.2026

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

INHALT: Elektrische Signal- und Weichenbeleuchtung. — Der Förderbetrieb beim Ausbau des II. Simplontunnels. — Wettbewerb für ein aargauisches Museum für Natur- und Heimatkunde. — Die neue Güterzuglokomotive der Pennsylvania-Bahn für Betrieb mit Einphasen-Wechselstrom. — Miscellanea: Nutzbarmachung der Wasserkräfte der Rhone für Paris. Ueber den Einfluss eines Kupferzusatzes auf das Rosten von

Eisen. Die Paggerarbeiten im Rutschgebiet des Banamakanals. Die Anzahl der Dampfkessel-Explosionen in Deutschland. Abteilung für Wasserwirtschaft des Schweiz. Departement des Innern. Schweizerische Bundesbahnen. — Nekrologie: W. H. Lindley. — Korrespondenz. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung. — An unsere Postabonnenten in der Schweiz.

Band 71.

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

Nr. 12.

Elektrische Signal- und Weichenbeleuchtung.

Von Ing. W. Schaffer, Bern.

Beim Bau verschiedener Stationen der Lötschbergbahn wurde gleichzeitig mit der Erstellung der Signal- und Stellwerkanlagen auch die elektrische Signal- und Weichenbeleuchtung eingerichtet; die bis vor einigen Jahren allgemein gebräuchliche Petroleumbeleuchtung konnte dadurch vermieden werden, zuerst bei den Signalen und später auch bei den Weichen.

Im Jahre 1912, als es sich um die Stationsanlagen der Hauptlinie Frutigen—Brig handelte, entschloss man sich zur Einrichtung der elektrischen Signal-Beleuchtung, da eingehende Berechnungen ergaben, dass dadurch namentlich an Stationspersonal gespart werden konnte und allgemein eine wirtschaftlich und betriebstechnisch günstigere Lösung entstand. Massgebend war ausserdem die unumgängliche Notwendigkeit, eine ganze Anzahl Vor- und Einfahrtsignale im Tunnel unterbringen zu müssen, wo bekanntlich elektrische Lichtsignale jeder andern Lösung unbedingt vorzuziehen sind. Auf der Station Goppenstein, die zwischen dem Südportal des Lötschbergtunnels und dem Rotlaui-Tunnel knapp Platz gefunden hat, liegen beispielsweise mit Ausnahme eines Vorsignals alle Vor-, Einfahr- und Durchfahrtsignale im Tunnel. Die elektrische Weichenbeleuchtung erachtete man damals nicht als unbedingt notwendig.

Als dann in den Jahren 1915/16 die Stationen Grenchen-Nord der Linie Münster—Lengnau und Gwatt zwischen Thun und Spiez mit neuen Stellwerkanlagen ausgerüstet wurden, war infolge des Krieges starke Verteuerung und Mangel an Petroleum eingetreten, was die Bahngesellschaft bewog, ausser den Signalen auch die Weichen elektrisch zu beleuchten. Es hat sich inzwischen gezeigt, dass sogar die Ausrüstung bestehender Anlagen mit elektrischer Signal- und Weichenbeleuchtung wirtschaftliche Vorteile bietet, und infolge der Knappheit an Petroleum zur unbedingten Notwendigkeit werden kann. Es sei noch erwähnt, dass in den vorgenannten Stationen infolge der elektrischen Zugförderung oder aus andern zwingenden Gründen (Grenchen-Nord), die längs der Bahn zu führenden Schwachstromleitungen in Kabeln liegen und ausserdem überall vom Stationsgebäude bis zu den Vorsignalen oder mindestens zu den Einfahrtsignalen zwei oder dreiadrigte Kabel für elektrische Signalantriebe, für elektrische Haltfall- oder Flügelkontroll-Vorrichtungen gelegt werden mussten. Es handelte sich also bei der Anschaffung der Stromzuführungsleitungen für die elektrische Signal- und Weichenbeleuchtung in der Hauptsache um die Vermehrung der Kabeladern in den ohnedies zu beschaffenden zwei bis dreiadrigen Kabeln. Die Kabelumhüllung und -Bewehrung, sowie die Kabelgraben und -Schutzdeckel konnten mitbenutzt werden. Es ist dies ein Umstand, der im Hinblick auf die Elektrifizierung der schweizerischen Bahnen in günstigem Sinne für die allgemeine Ausführung der elektrischen Signal- und Weichenbeleuchtung wirken wird. Da sich infolge der Elektrifizierung jeweiligen Gelegenheit bieten wird, eine billige Hauptleitung zu erstellen, wird auch aus diesem Grunde die Einführung der elektrischen Beleuchtung der Signal- und Weichenlaternen gefördert werden. Im folgenden werden, im Einverständnis mit der Direktion, die bei der Lötschbergbahn angewandten Bauweisen kurz beschrieben.

Als Stromart wurde Gleichstrom oder Wechselstrom von etwa 125 Volt Spannung verwendet. Die Signalbeleuchtung der Stationen der Strecke Frutigen—Brig ist überall an die Speiseleitung der elektrischen Zugförderung angeschlossen. Die Spannung des Einphasenstroms wird

in jeder Station, zur Verwendung für verschiedene Zwecke, von 15 000 Volt auf 100 Volt herabgesetzt. Eine Umformergruppe speist eine Akkumulatorenbatterie und bedient im Pufferbetrieb das Netz mit Gleichstrom. In Grenchen-Nord wird der Gleichstrom einer, zur Speisung verschiedener der Bahn dienender Niederspannungsanlagen im Stationsgebäude aufgestellten Akkumulatorenbatterie entnommen, die durch eine an das Netz der Bernischen Kraftwerke angeschlossene Drehstrom-Gleichstrom-Umformergruppe periodisch geladen wird. In Gwatt ist das Signal- und Weichen-Beleuchtungsnetz direkt an das 125 Volt-Wechselstrom-Beleuchtungsnetz der Bernischen Kraftwerke angeschlossen.

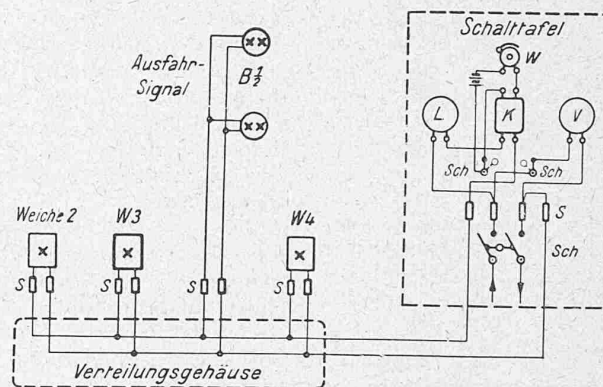


Abb. 1. Stromlaufübersicht für ein Ausfahr-Signal und drei Weichen.

Die Lampen wurden überall in Parallelschaltung angeordnet und in Gruppen zusammengefasst. Als wirtschaftlich und betriebstechnisch vorteilhafteste Lösung ergab sich die Zusammenfassung aller Einfahr-, Vor- und Durchfahrtsignale an einen oder zwei andere Schalter, je nach Grösse der Station. Man kommt aber bei kleineren Durchgangsstationen mit zwei bis drei Lichtschaltern, bzw. Stromkreisen aus. Durch diese Gruppierung wird es möglich, die Station nachts durch das Einschalten des Stromkreises der Einfahr-, Vor- und Durchfahrtsignale dauernd zu schützen, während die Ausfahrtsignale und Weichen unbeleuchtet und nur bei Zug- und Rangierfahrten eingeschaltet werden müssen. Es kann dadurch erheblich an Strom gespart werden. In Abbildung 1 ist der Stromkreis für die Lampen eines Ausfahr-Signals und von drei Weichen dargestellt. Zur Spannungsüberprüfung dient ein ausschaltbares Voltmeter V. Jeder Stromkreis wird über einen Lampenzähler L und ein Kontrollrelais K mit abschaltbarem Wecker W geführt. Diese Lampenprüfung ist für die Signallampen empfehlenswert.

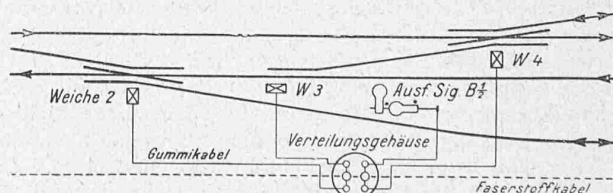


Abb. 2. Schematischer Lageplan zu Abb. 1 (Hälfte links).

Sobald eine oder mehrere Lampen unterbrochen sind, wird durch das Relais der Wecker eingeschaltet, das Kontrollfenster ändert sich von weiss in schwarz und der Lampenzähler (Ampèremeter) zeigt die Anzahl der unterbrochenen Lampen an. Bei Gruppen mit nur Weichenlampen können diese Prüfapparate weggelassen werden. Die Schalttafel

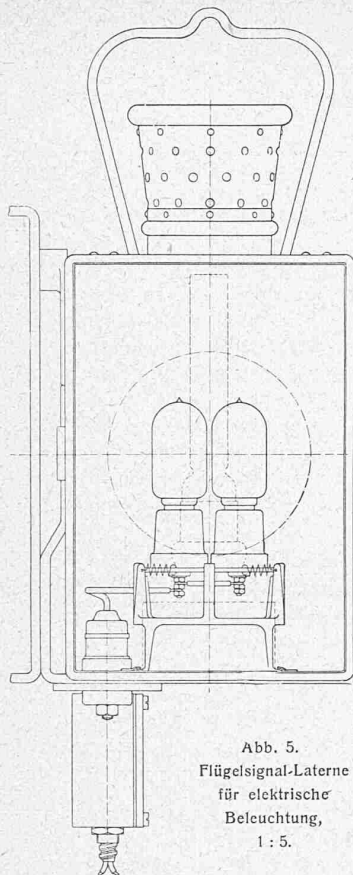


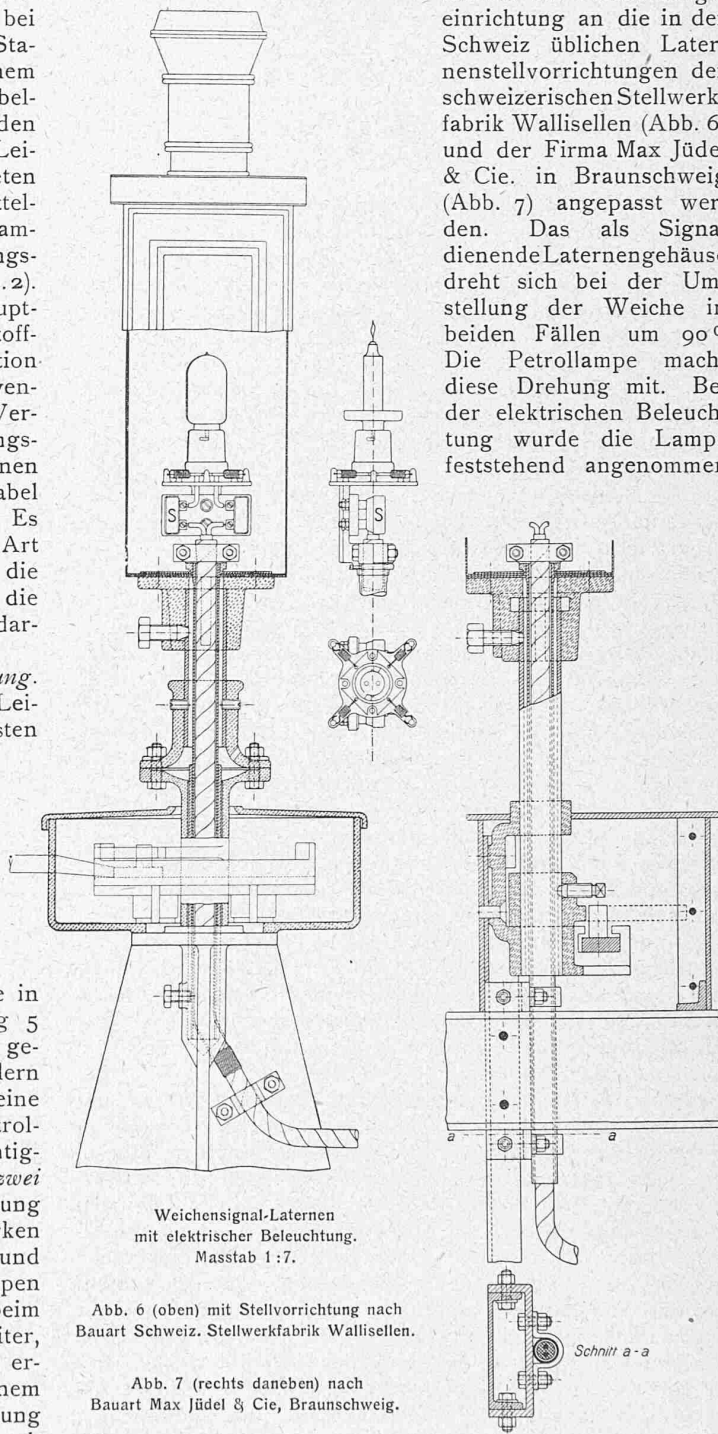
Abb. 5.
Flügelsignal-Laterne
für elektrische
Beleuchtung,
1 : 5.

weise oben an der Klappscheibe oder an den Flügeln stehenden Laternen Bedacht genommen werden. Die gewählte Lösung ist aus den Abbildungen 3 und 4 ersichtlich. Von einem Anschlusskästchen unten am Mast, das die Verbindung des Gummikabel-Endes mit den hochzuführenden isolierten Drähten vermittelt, wird die Zuleitung in einem Panzerschlauch zur Laterne geführt. Sie endet oben im Laternengehäuse in einem Steckkontakt. Als Beispiel sind in Abbildung 5 die Einzelheiten der für die Neuanlagen besonders gebauten Flügelsignallaterne dargestellt. Mit etwas schmäleren Glühlampen und kleinen Aenderungen lässt sich eine elektrische Lampenausrüstung auch in die normalen Petrol-Laternengehäuse einschieben. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der Signallichter wurden in jede Signallaterne *zwei* Glühlampen zu je 10 NK und 0,15 A in Parallelschaltung eingebaut. Man erreicht mit dieser verhältnismässig starken Lichtquelle ausserordentlich deutliche Signalbilder, und dadurch eine erhöhte Betriebsicherheit. Die Glühlampen wurden mit zwei getrennten Glühfäden ausgebildet; beim Unterbruch des einen Fadens brennt der zweite weiter, sodass auch dadurch die Sicherheit der Lampen noch erhöht werden konnte. Die ganze Fassung ruht auf einem ausziehbaren Schlitten und die Verbindung mit der Leitung wird mittels Steckkontakt hergestellt. Bei Stromunterbruch oder einer sonstigen Störung kann der Schlitten mit der elektrischen Ausrüstung entfernt, und eine in Reserve bereit stehende Petrollampe eingeschoben werden. Da die elektrischen Signallaternen ständig in der obern Lage bleiben können, weil die tägliche örtliche Bedienung wegfällt, wurden die Laternenaufzüge mit Vorhängeschloss festgelegt. Infolgedessen sind falsche Signalbilder, entstehend durch zu tiefe Lage der Signallichter, ausgeschlossen.

Die Bauarten der *Weichen-Beleuchtung* sind aus den Abbildungen 6 bis 9 nebenan ersichtlich. Es handelt sich dabei um die Darstellung des Weichensignals der fernbedienten einfachen Weiche, des weitaus häufigsten Falles. Die Beleuchtung der örtlich bedienten Stellbockweichen-Signale und der feststehenden Signale der doppelten Kreuzungsweichen wurde ähnlich ausgeführt und gestaltet

sich etwas einfacher. Die in den Antriebskasten eingebauten Laternenstellvorrichtungen erfordern eine besondere Ausbildung der Kabeleinführung. Bei den einfachen Weichen

musste die Beleuchtungseinrichtung an die in der Schweiz üblichen Laternenstellvorrichtungen der schweizerischen Stellwerkfabrik Wallisellen (Abb. 6) und der Firma Max Jüdel & Cie. in Braunschweig (Abb. 7) angepasst werden. Das als Signal dienende Laternengehäuse dreht sich bei der Umstellung der Weiche in beiden Fällen um 90°. Die Petrollampe macht diese Drehung mit. Bei der elektrischen Beleuchtung wurde die Lampe feststehend angenommen



Weichensignal-Laternen
mit elektrischer Beleuchtung.
Masstab 1 : 7.

Abb. 6 (oben) mit Stellvorrichtung nach
Bauart Schweiz. Stellwerkfabrik Wallisellen.

Abb. 7 (rechts daneben) nach
Bauart Max Jüdel & Cie, Braunschweig.

und das Zuleitungs-Gummikabel entsprechend in einem feststehenden Rohr bis zur Sicherung S hochgeführt. Die Stellvorrichtung mit dem Laternengehäuse dreht sich also bei der Umstellung normal um 90°, während die elektrische Lampe auf dem Kabelrohr feststeht. Für die Weichensignale genügt *eine* Glühlampe zu 10 NK und 0,15 A. Beim feststehenden Signal mit beweglichen Blenden der doppelten Kreuzungsweichen hat sich herausgestellt, dass die Lichtstärke bei 10 NK eher zu gross ist; das Signaltbild wird unter Umständen etwas verschwommen. Man wird in Zukunft bei den Weichensignalen allgemein auf etwa 5 bis 8 NK heruntergehen können. Um die Glühlampen vor Schlägen und Erschütterungen bei raschem Umstellen und beim Befahren der Weichen genügend zu sichern,

kamen Swanfassung und federnde Aufhängung zur Anwendung. Als Ersatz beim Versagen der elektrischen Beleuchtung werden bei den Weichen Kerzen verwendet. Die Kerzen werden mit einem passend gebauten Kerzenhalter in die Swanfassung eingesetzt. Versuche mit einer zum Laternengehäuse passenden 14 cm langen Kerze, die in der Zeit häufiger Umstellungen der Weiche und bei starkem Wind eingesetzt wurde, ergaben eine Brenndauer von 5 Stunden und ununterbrochenes Licht. Die Deutlichkeit des Signalbildes war befriedigend. Infolge der stets grösser werdenden Sicherheit der elektrischen Stromquellen kommen, bei guter Ausführung der Anlage, Störungen in der elektrischen Beleuchtung äusserst selten vor und können stets auf kurze Dauer beschränkt werden. Es konnte deshalb, wenigstens bei den Weichensignalen, von der Petroleum-Notbeleuchtung abgesehen und die bedeutend einfachere und stets betriebsbereite Kerzen-Notbeleuchtung ohne Bedenken eingeführt werden.

Die elektrische Ausrüstung wurde von der Firma Hasler A.-G. in Bern ausgeführt.

Die *Anlagekosten* für die elektrische Signal- und Weichen-Beleuchtung waren verschieden, je nach der Zeit der Ausführung und nach der Mitbenützung von Stromquelle, Schalttafel und Kabelanlage auch für andere elektrische

Stations-Einrichtungen. In Gwatt, einer normalen Ueberholungsstation auf doppelspuriger Bahn mit 20 Laternen, wo die elektrische Signal- u. Weichenbeleuchtung einzig mit der Kabelanlage der Signalfügel-Kontrollen, Flügelkupplungen und Schienenstromschliesser in Verbindung gebracht wurde, kamen die Anlagekosten einer Laterne mit Preisen von Ende 1916 auf rd. 300 Fr. zu stehen.

Die *Betriebskosten* einer Laterne dieser Station würden bei Petroleumbeleuchtung und bei einem Petroleumpreis von 20 Cts. pro kg (1913) auf 51 Fr. im Jahr zu stehen kommen; beim jetzigen Petroleumpreis von 70 Cts. pro kg auf 101 Fr. In diesen Preisen sind enthalten: für Petroleum 20 Fr. bzw. 70 Fr., für Lampenbedienung der Signale und Weichen 30 Fr. und für Docht-, Zylinder- und Brenner-Ersatz 1 Fr., alles Zahlen, die sich aus dem Betriebe ergeben haben. Für die elektrische Beleuchtung sind pro Laterne im Jahr 40 Fr. aufzuwenden, entstehend aus 30 Fr. für Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals, 9 Fr. für Strommiete (auf Grund von Zählerablesungen, bei 30 Cts./kWh) und 1 Fr. für Lampenersatz. Die Betriebskosten der elektrischen Beleuchtung betragen also in Gwatt im ungünstigsten Falle 78 % der Aufwendungen für Petroleumbeleuchtung und beim heutigen Petroleumpreise sogar nur 40 %. Bei Ausrüstung grösserer Anlagen oder mehrerer Stationen zusammen, oder bei Einrichtung grosser Verschiebe-Bahnhöfe, bei denen die langen Signalkabelleitungen wegfallen, werden die Anlagekosten pro Laterne bedeutend kleiner, sodass der Unterschied zu Gunsten der elektrischen Beleuchtung noch grösser wird.

Sämtliche Anlagen haben sich im Betrieb bis jetzt sehr gut bewährt. Seit 1913 musste die Notbeleuchtung nirgends angewendet werden. Der Glühlampenverbrauch, namentlich bei den während allen Zugspausen ausgeschalteten Weichen-

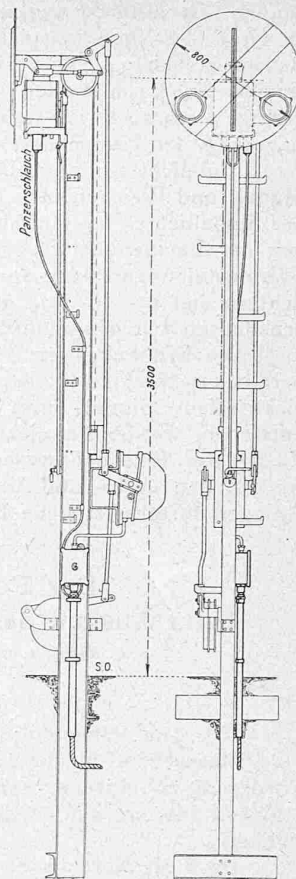


Abb. 3. Vorsignal mit elektrischer Beleuchtung. — 1:40.

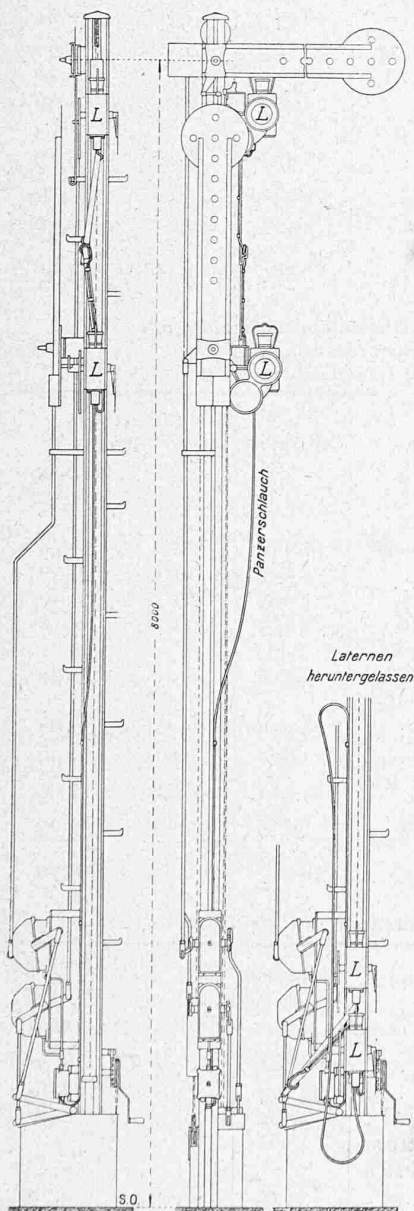


Abb. 4. Zweiflügliges Einfahr- bzw. Ausfahrtsignal für elektrische Beleuchtung eingerichtet. — Masstab 1:50.

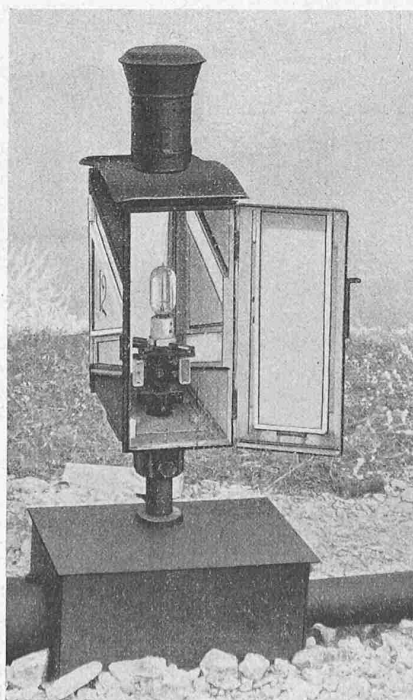


Abb. 8. Weichenlaterne mit elektrischer Beleuchtung (Grenchen-Nord).

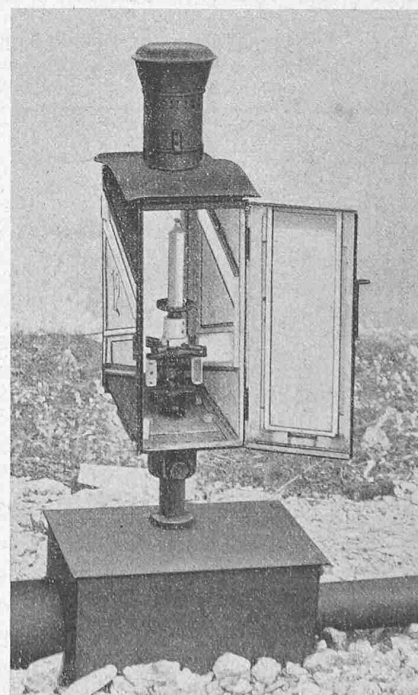


Abb. 9. Weichenlaterne mit eingesetzter Kerzen-Notbeleuchtung.

lampen, ist äusserst gering. Seit Oktober 1915 mussten in Grenchen-Nord beispielsweise nur 6 Glühlampen (im Betrieb stehen 34 Stück), in Gwatt seit einem Jahre kein einziges Stück (im Betrieb 30 Stück) ersetzt werden. Dieser geringe Verbrauch ist wahrscheinlich auch der federnden Lagerung der Lampensockel zuzuschreiben.

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der elektrischen Signal- und Weichenbeleuchtung ist die absolute Sicherheit der Signallichter bei stürmischem Wetter, und die Möglichkeit der Lampenüberwachung in der Station. Das durch Sturmwind verursachte Auslöschen von Petroleum-Signallichtern hat bei in- und ausländischen Bahnen schon zu ernsthaften Betriebsgefährdungen geführt.

Die Erhöhung der Betriebsicherheit, und alle andern bereits erwähnten Vorteile, die durch die Einführung der elektrischen Signal- und Weichenbeleuchtung zweifellos entstehen, werden der elektrischen Beleuchtung auch diesen Zweig des Eisenbahnwesens zugänglich machen und es werden den im In- und Ausland bereits zahlreich erstellten Anlagen fortgesetzt neue Einrichtungen folgen.

Der Förderbetrieb beim Ausbau des II. Simplontunnels.

Von F. Rothpletz und C. Andreae, Ingenieure.

(Schluss von Seite 128.)

Die Wirtschaftlichkeit des Systems.

Massgebend für die Zweckmässigkeit eines Systems der Förderung bei einem grossen Tunnel sind dessen Leistungsfähigkeit in bezug auf Fördermenge und seine Wirtschaftlichkeit.

Dass die Normalspur leistungsfähiger ist als die Kleinspur und dass ihre Ueberlegenheit mit der Länge der Förderungsstrecke wächst, bedarf keines nähern Nachweises.

Dass das System des Umladens heutigen Anforderungen gerecht zu werden vermag, haben wir ebenfalls gesehen. Durch welche Verbesserungen der Anordnungen die Leistungsfähigkeit noch gesteigert werden kann, werden wir am Schluss noch auseinandersetzen.

Die Kosten des Betriebes mit *Benzinlokomotiven* geben wir hier nur des allgemeinen Interesses wegen wieder, da sich das System für kleinere Tunnel, aber *nur für solche*, gut eignet. Die Berechnung bezieht sich auf die ganze Periode vom 1. Februar bis 8. Dezember 1913:

Betriebskosten der Benzin-Lokomotiven

für 80 000 m³ Ausbruch- und Typenmauerwerk
bei 1,6 km mittlerer Transportdistanz.

I. II. 1913 bis 8. XII 1913	Totalkosten	Kilometrische Kosten pro	
		m ³	m Tunnel
	Fr.	Fr.	Fr.
Amortisation der Lok.	24 146 ^{*)}	0,19	5,99
Unterhalt und Reparatur der Lokomotiven . .	13 854	0,11	3,46
Benzin	23 888	0,19	5,98
Zugspersonal	43 630	0,34	10,71
Schmiermittel und dergl.	7 073	0,06	1,89
Andere Magazinlieferungen	3 156	0,002	0,63
Unterhalt der Rollwagen (einschl. Amortis.). .	35 573	0,27	8,51
Total	151 320	1,18	37,17

^{*)} Diese Summe stellt nicht die ganze Kaufsumme, sondern nur den Unterschied zwischen Kauf- und Verkaufsumme dar.

Das Geleise mit seinem Unterhalt ist hier nicht mitgerechnet, weil damals die Kosten hierfür nicht getrennt, sondern teilweise mit einigen andern Arbeiten, insbesondere dem Legen des Geleises in den neuen Installationen, zusammengebucht wurden.

Der folgenden Berechnung für den Betrieb mit Druckluft-Lokomotiven auf der Schmalspur und mit normalspurigen Akkumulatoren-Lokomotiven sowie für das Umladen legen wir einen übereinstimmenden Zeitabschnitt zu Grunde (1. November 1916 bis 30. April 1917), weil sich die drei Berechnungen zum Gesamtbetrieb ergänzen. Die beförderte Ausbruch- und Mauerungsmenge erreichte dabei 33 137 m³.

Kosten des Transportes mit Druckluft-Lokomotiven

zwischen den Arbeitsorten und dem Tunnelbahnhof bei Km 6.

Mittlere Transportdistanz 2 km.

Luftverbrauch am Kompressor 942 400 m³, Kosten pro m³ angesaugter Luft 0,029 Fr.

I. XI. 1916 bis 30. IV. 1917	Totalkosten	Kilometrische Kosten pro	
		m ³	m Tunnel
	Fr.	Fr.	Fr.
Amortisation der elektr. Install., Kompressoren, Leitungen u. s. w. . .	12 424		
Betrieb und Unterhalt der Kompressoren	6 984		
Elektr. Strom 286 500 kWh zu 0,03 Fr.	8 837		
	28 245	0,42	12,60
Amortisation der Luftlok.	7 622	0,12	3,60
Betrieb " " " "	22 522	0,34	10,20
Rep. u. Unterh. " " "	2 361	0,04	1,20
Amortis. und Rep. der Rollwagen	11 392	0,17	5,10
Total ohne Geleise . .	72 142	1,09	32,70
Unterhalt des Geleises .	4 445	0,07	2,10
Total mit Geleise . . .	76 587	1,16	34,80

Kosten des Normalspurbetriebes mit Akkumulatoren-Lokomotiven.

Mittlere Transportdistanz 6 km.

I. XI. 1916 bis 30. IV. 1917	Totalkosten	Kilometrische Kosten pro	
		m ³	m Tunnel
	Fr.	Fr.	Fr.
Amortisation d. Akk.-Lok.	17 900	0,09	2,70
Reparatur " " " "	2 299	0,01	0,30
Bedienung und Laden .	5 685	0,03	0,90
Führung der Akk.-Lok. .	12 853	0,07	2,10
Ladestrom: 157 600 kWh zu 0,035 Fr.	5 516	0,03	0,90
Amortisation und Rep. der S-Wagen	4 900	0,02	0,60
Magazininlieferungen . .	1 860	0,01	0,30
Total ohne Geleise . .	51 013	0,26	7,80
Unterhalt des Geleises .	7 464	0,03	0,90
Total mit Geleise . . .	58 477	0,29	8,70

Kosten des Umladens mittels Tunnel-Kran.

I. XI. 1916 bis 30. IV. 1917	Totalkosten	Kosten pro m ³	Kosten pro m Tunnel
	Fr.	Fr.	Fr.
Amortisation	9 600	0,29	8,70
Betrieb: Personal . . .	30 164	0,91	27,30
Magazin	1 582	0,05	1,50
Elektrisch. Strom (100 500 kWh zu 0,03 Fr.) . .	3 015	0,09	2,70
Reparatur und Unterhalt	3 014	0,09	2,70
Total	47 375	1,43	42,90