

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 51/52 (1908)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Die elektrische Verkettung an den Westinghouseschen Signal- und Weichenstelleinheit  
**Autor:** Kohlfürst, L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-27433>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.02.2025

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

die im Laufe des Jahres erfolgte Genehmigung verschiedener Projektvarianten in der Hauptsache bereinigt worden ist. Die wichtigste Projektänderung betrifft die Anfangsstrecke St. Moritz-Pontresina. Während das ursprüngliche Tracé am Stattersee vorbei direkt nach Pontresina führte, macht nun die Linie einen Umweg von 1 km durch die Charnaduraschlucht, um sowohl das Dörfchen Celerina als auch die Drahtseilbahn Muottas-Muraigl zu bedienen.<sup>1)</sup>

Mit Ausnahme der Strecke Bernina Hospiz-Cavaglia ist zurzeit die ganze Linie in Ausführung begriffen. Am meisten vorgeschritten ist der Bau der Strecken Pontresina - Morteratsch und Poschiavo - Campocologno (Landesgrenze). Es wird deshalb beabsichtigt, diese Strecken im Sommer 1908 zu eröffnen, wenn möglich auch die Strecken Celerina-Pontresina und Morteratsch-Berninahäuser.

Von den beiden am Ende des Vorjahres in Ausführung genommenen neuen Linien der Rhätischen Bahn: *Samaden-Pontresina* und *Davos-Filisur* wird die erste voraussichtlich im Sommer 1908 eröffnet werden können. Auf der Linie Davos-Filisur, die sehr schwierige Bauverhältnisse aufweist, sind die Unterbauarbeiten in vollem Gange: die Erdarbeiten ungefähr zur Hälfte ausgeführt, von den 14 Tunneln 2 kleine vollendet, die übrigen durchgeschlagen und in Ausweitung begriffen, die meisten Kunstbauten, worunter der grosse Wiesenerviadukt, angefangen.

Auf der elektrischen Schmalspurbahn *Lugano-Tesserete*, deren Bauprojekt schon am 8. Februar genehmigt worden war, sind die Erdarbeiten erst im Oktober begonnen worden. Unerledigt ist zurzeit noch die Frage der Einführung dieser Linie in den Bahnhof Lugano der Gotthardbahn.

<sup>1)</sup> und um den Statterwald zu schonen! Die Red.



Abb. 11. Bibliothek des Hauses von Hermann Hesse in Gaienhofen.

Von der Schmalspurbahn *Biasca-Acquarossa-Ollone* wurde das allgemeine Bauprojekt der I. Sektion: *Biasca-Acquarossa* am 26. April genehmigt. Die Bauarbeiten werden jedoch erst nach Genehmigung des Finanzausweises durch die kantonalen und eidgenössischen Behörden, d. h. etwa im Frühjahr 1908, beginnen können.

Die elektrische Schmalspurbahn (teilweise Zahnradbahn) *Monthey-*

*Champéry* war am Ende des Jahres betriebsbereit, mit Ausnahme der Strecke zwischen dem Dorf und dem Bahnhof Monthey der Bundesbahnen, deren Tracé noch nicht festgestellt ist. Bei der Abzweigung der Linie von der Aigle-Ollon-Monthey-Bahn, ausserhalb des Dorfes Monthey, wurde eine provisorische Anfangsstation erstellt.

Das allgemeine Bauprojekt der elektrischen Zahnradbahn *Montreux-Glion* konnte nach langwierigen Unterhandlungen über die beidseitigen Bahnanschlüsse in Montreux und Glion am 17. Mai genehmigt werden. Die Unterbauarbeiten haben indessen erst im September begonnen.

Das von der *Gornergratbahn* vorgelegte Projekt für die Verlegung der obren Endstation in die Nähe des

Gipfels, wodurch die Linie um 498 m verlängert wird, ist genehmigt und der Bau schon wesentlich vorgeschritten.

Das am 27. Dezember genehmigte Projekt der *Wengernalpbahn* für den Bau einer neuen Linie mit 18 % Maximalsteigung zwischen Lauterbrunnen und Wengen (sog. Winterbetriebslinie) wird in Verbindung mit dem nunmehr beschlossenen Umbau der bestehenden Linie auf den elektrischen Betrieb im Jahr 1908 zur Ausführung gelangen. Die Aufstellung dieses Projektes, womit die Einführung des Winterbetriebes zwischen Lauterbrunnen und Wengen und gleichzeitig eine grössere Leistungsfähigkeit der Bahn im Sommer bezweckt wird, ergab sich aus dem Bundesbeschluss vom 27. September betreffend Verweigerung der Konzession für eine Drahtseilbahn von Lauterbrunnen nach Wengen.

Von den fünf vor dem Jahre 1907 begonnenen *Seilbahnen* konnten drei eröffnet werden: die Seilbahnen *Muottas-Muraigl* bei Samaden, *Linthtal-Braunwald* und *Schöneegg-Zugerberg* (Zuger Berg- und Strassenbahn). Die Seilbahn *Interlaken-Harder* ist vollendet und soll auf die nächste Saison eröffnet werden. Auf der *Niesenbahn* wurde nur an der untern Sektion gearbeitet; diese Strecke dürfte im Laufe des Sommers vollendet werden.

Von der neu in Angriff genommenen Seilbahn *Cassarate-Monte Brè* wurde die nur 185 m lange erste Sektion *Cassarate-Suvigliana* als einspurige Linie mit Spurweite von 1 m und elektrischem Motor nahezu fertig erstellt. (Forts. folgt.)

## Die elektrische Verkettung an den Westinghouseschen Signal- und Weichenstellhebeln.

Von L. Kohlfürst.

(Schluss.)

Was nun die Einrichtung des *Weichenstellhebels* anbelangt, so stimmt dieselbe mit jener des *Signalhebels* im allgemeinen überein; wenigstens haben der mit der Federfalle *F*, Abbildung 2, ausgestattete Hebel *H*, der Schieber *g* und die Stange *S* die gleiche Grösse, denselben Zweck und so ziemlich dieselbe Ausgestaltung, wie in Abbildung 1 (S. 271). Dafür sind aber der Rückmelder *M* und die von *S* beherrschten Kontakte wesentlich anders angeordnet. Zunächst hat das auf *S* sitzende Stromschlusstück *C<sub>1</sub> C<sub>2</sub>* in

jeder Endstellung von  $S$ , d. i. bei jeder der beiden Weichenlagen, *zwei* starke Schleifkontakte in leitende Verbindung zu bringen, von denen der eine den Betriebsstrom des betreffenden Rückmeldestrom in Schluss bringt. Diese vier von dem Schieber  $S$  abwechselnd paarweise zu betätigenden Stromschliesser sind in der wirklichen Ausführung mehr dem Kontakte  $k_1 k_2$  in Abbildung 1 ähnlich, haben aber in Abbildung 2 lediglich der leichtern Uebersicht halber eine andere Darstellung erfahren, ohne dass damit irgend eine Abweichung ihres Wesens angedeutet werden sollte.

Der beiläufig in der Mitte des Schiebers seinen Platz findende Rückmelder  $M$  besteht aus zwei unterhalb  $S$  angebrachten Sperrmagneten  $E_4$  und  $E_5$ , deren Anker ähnlich

gebildet, in der Weise, dass sein Gabelkontakt bei den richtigen Endstellungen des Rückmelders die Stromwege von 1 nach 2 bzw. wie es Abbildung 2 zeigt, von 2 nach 4 herstellt, wodurch in beiden Fällen (*weiss*) die Verbindung zwischen den Leitungen  $L_1$  und  $L_3$  vermittelt wird. Nimmt der Rückmelder die mehrmals erwähnte Mittellage (*rot*) an, dann stellt er den Stromweg von 2 nach 3 her, wodurch der Wecker  $G_1$  in Tätigkeit versetzt wird; dies geschieht in allen Fällen, also bei jedesmaliger Umstellung der Weiche ganz kurz und *vorübergehend*, bei jeder der vorgedachten Unordnungen jedoch *dauernd*.

Einen wichtigen Teil des Weichenhebels bildet der Walzenschalter  $W$  in Abbildung 2 — jene Vorrichtung, die in Abbildung 1 mit  $W_1, W_2$  und  $W_3$  bezeichnet ist —

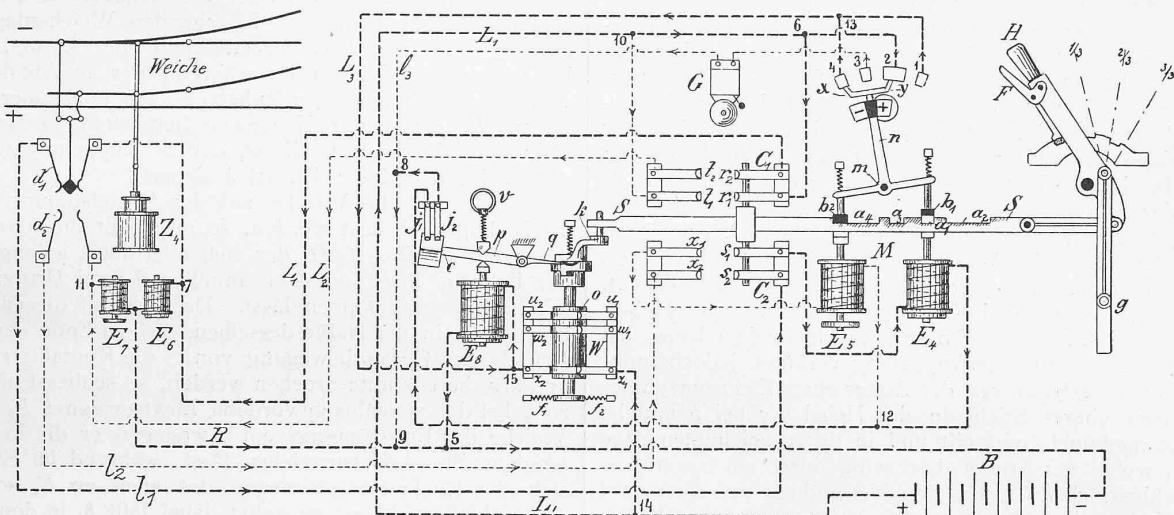


Abb. 2. Stromlaufschema der elektropneumatischen Weichenstellung, System Westinghouse.

wie beim Signlrückmelder, die Sperrbügel  $b_1$  bzw.  $b_2$  tragen, die durch einen auf dem festen Zapfen  $m$  drehbaren Wagebalken miteinander verbunden sind, derart, dass wie z. B. in Abbildung 2 dargestellt, bei abgerissem Anker des Elektromagnets  $E_5$  der Sperrbügel  $b_2$  in der langen Falle  $a_4$  ruht, wogegen der zweite Sperrbügel  $b_1$  über der Falle  $a_1$  liegt, aber in  $S$  nicht eingreift. Bei dieser Lage zeigt die am Arme  $m$  angebrachte Farbscheibe am Rückmelderfensterchen *weiss*, gerade wie bei der zweiten Endlage des Wagebalkens, die entsteht, wenn  $E_4$  stromlos und dafür  $E_5$  erregt ist. Sobald und solange jedoch beide Sperrmagnete ohne Strom sind und ihre Anker losgelassen haben, nimmt der Rückmelder die Mittelstellung ein, bei der beide Sperrbügel sich in die ihnen gegenüber befindlichen Schieberfallen einlegen und das Rückmeldefensterchen *rot* erscheint. Die Fallen  $a_1, a_2, a_3, a_4$  sind auf die Drehachse  $m$  bezogen genau symmetrisch angeordnet, weshalb eben bei der einen Weichenlage sich immer der eine Sperrbügel  $b_2$  in der langen Falle  $a_4$ , der andere  $b_1$  über oder in der schmalen Falle  $a_1$  befindet, während bei der zweiten Weichenlage  $b_1$  in  $a_2$  und  $b_2$  über oder in  $a_3$  liegt. Auf diese Weise wird die Bedienung des Weichenstellhebels  $H$  durch die Sperrbügel bei jeder der beiden Weichenlagen unmöglich gemacht, sobald in beiden Sperrmagneten der Strom eine Unterbrechung erleidet, d. h. sobald ein das Zustandekommen des Rückmeldestroms störender Fehler auftritt, also namentlich auch dann, wenn in der Weiche ein unvollständiger Zungenschluss vorhanden ist. Aber auch bei ordnungsmässigem Zustand wird die Umlegung des Hebels  $H$  nur um  $\frac{2}{3}$  seines Gesamtweges möglich sein, d. h. das vollständige Ausheben des Schiebers  $g$  aus dem Verschlussregister wird sich nicht früher durchführen lassen, bevor nicht über die richtig vollzogene Umstellung der Weiche die Rückmeldung bereits eingetroffen ist.

Der Arm  $n$  des Rückmelders trägt übrigens nicht nur die ein rotes Feld zwischen zwei weissen Feldern aufweisende Farbscheibe, sondern ist zugleich als Umschalter  $xy$  aus-

dem die Aufgabe zufällt, den Weg für den von der jeweiligen Weichenlage abhängigen Signalstrom in den Federkontakten  $u_1 u_2, w_1 w_2$  u. dergl. m., entweder während der gewöhnlichen (+) Lage der Weiche geschlossen und während der aussergewöhnlichen (—) Lage unterbrochen zu halten, oder umgekehrt bei ersterer Lage zu unterbrechen, bei letzterer zu schliessen. Es geschieht dies, indem das rückwärtige lange Ende des Schiebers  $S$ , sobald eine Weichenstellung erfolgt, mittelst des Krummzapfens  $k$  die Schalterwalze  $o$  im dritten Drittel seines Weges um einen bestimmten Winkel dreht, wodurch die metallenen Walzenstücke, die bis dahin die leitende Verbindung in den geschlossenen Zustimmungskontakten vermittelt haben, wegerrückt, an den unterbrochen gewesenem hingegen eingeschoben werden. Dieser Kontaktwechsel erfährt gleicherweise die Rückwandlung in das ursprüngliche Verhältnis, sobald späterhin die Weiche wieder normal gestellt wird, da hierbei  $S$  mit  $k$  die Schalterwalze  $o$  in ihre Ruhelage zurückdreht. So oder so tritt die Herstellung der Signalstromwege im Signalersteller immer erst dann ein, wenn der Stellhebel  $H$  das *letzte* Drittel seiner Bewegung beginnt, zu welchem Zeitpunkt, wie oben gezeigt wurde, die Umstellung der Weiche stets schon richtig erfolgt, bzw. der betreffende Meldestrom bereits geschlossen sein muss, soll das Umlegen des Stellhebels  $H$  überhaupt durchgeführt werden können; auf diese Art ist also zwischen den von der Weiche abhängigen Signalen und der richtigen Lage der Weichenzunge eine unmittelbare Verkettung geschaffen.

An den amerikanischen und englischen Stellwerken, wo in ganz einfachen Fällen der Signalersteller nicht selten ohne weiteres die Stelle des mechanischen Verschlussregisters vertritt, ist derselbe in der Regel, ähnlich wie die Kontakte  $k_1$  und  $k_2$  in Abbildung 1, aus kräftigen Schleiffederpaaren hergestellt, in welche die Stange  $S$  im letzten Drittel ihrer hin- oder zurückgehenden Bewegung entweder einen Stromschlussring oder Keil einschiebt oder ausrückt. Der Signalersteller in Form des Walzenschalters hat erst in Deutsch-



land Anwendung gefunden, wo es galt, der hier allgemein bestehenden Bestimmung zu entsprechen, dass ein Ausschneiden der Weichen sich am Stellwerke wahrnehmbar machen, sowie gleichzeitig aber auch die Möglichkeit der Erteilung eines von der betreffenden Weiche abhängigen Fahrsignals solange verhindern muss, bis der Anstand wieder behoben worden ist. Behufs Erfüllung dieser Aufgabe enthält der Signalwähler  $W$  noch einen besondern sogen. Kontrollkontakt  $z_1 z_2$ ; ferner steht die Kurbel  $k$  mit der Welle  $o$  nicht fest, sondern nur durch Vermittlung einer Knaggenkuppelung in Verbindung, die in das Kopfstück von  $o$  derart eingreift, dass sie auf die ersten zwei Drittel des ganzen Kurbelweges leer läuft und die Welle  $o$  erst im dritten Drittel — gleichbedeutend mit dem letzten Drittel der Stellhebelbewegung — unter Ueberwindung des von den Spiralen  $f_1$  und  $f_2$  auf  $o$  ausgeübten Federzuges mitnimmt. Bei der durch den Federdruck allein bestimmten Mittelstellung von  $o$  befinden sich die sämtlichen auf  $W$  angebrachten Signal-Zustimmungskontakte ( $u_1 u_2, w_1 w_2$  und drgl. m.) in der Unterbrechungslage; der Kontrollkontakt  $z_1 z_2$  steht indessen bei dieser Walzenlage in Schluss, während er beim Weichenstellen immer im letzten Drittel der Bewegung des Stellhebels  $H$  bzw. der Schieberstange  $S$  vermöge der hierbei durch  $k$  herbeigeführten Walzendrehung unterbrochen ist. Die durch eine Feder gegen den Walzenkopf gedrückte Kurbel  $k$  lässt sich durch Hochheben von  $o$  loslösen, was selbstständig erfolgt, falls die unter  $k$  greifende Gabel  $q$  eines zweiarmligen Hebels  $p q$  nach aufwärts geht. Ein solches Hochgehen bzw. die Ausrückung der Knaggenkuppelung verhütet jedoch unter regelrechten Verhältnissen der Anker eines Elektromagnetes  $E_8$ , dessen oberes Stielende der Hebel  $p q$  bei  $p$  mittelst eines Stemmübels umgreift und in der gezeichneten Lage festhält, wobei der Arm  $p$  gleichzeitig durch ein besonderes Stromschlusstück  $c$  die leitende Verbindung zwischen zwei Kontaktfedern  $j_1$  und  $j_2$  herstellt, so lange  $E_8$  erregt bleibt.

Um nun endlich auf die Stromlaufanordnung selber übergehen zu können, wird vorher nur noch zu erinnern sein, dass für den Antrieb einer Weiche allerdings nur ein Druckluft-Kolbenzylinder  $Z_4$  genügt, hingegen aber zwei Ventilelektromagnete vorhanden sein müssen, weil die zweite Weichenbewegung gleich der ersten durch den Kolbendruck zu geschehen hat und nicht, wie bei den Signalarmen oder Vorsignalscheiben, durch das Eigengewicht erfolgt. Die Grundstellung (+) der Weiche wird durch den Elektromagneten  $E_6$  bestimmt, indem bei der durch den angezogenen Anker herbeigeführten Ventillage die Druckluft hinter dem Kolben in den Antriebzylinder einströmt und vor demselben entweicht, während die zweite Weichenlage (—) durch den erregten zweiten Elektromagneten in umgekehrter Weise bewirkt wird, indem nunmehr der angezogene Anker von  $E_7$  jene Ventillage bedingt, bei der die Druckluft vor dem Kolben ein- und hinter dem Kolben austritt, wobei selbstverständlich immer nur  $E_6$  oder  $E_7$ , niemals aber beide Ventilelektromagnete gleichzeitig tätig sein können. Der Kolben des Zylinders  $Z_4$  ist also doppelwirkend.

Bei jeder Aenderung der Weichenlage erfolgt mit Hilfe des bewegten Weichengestänges in dem Augenblick, in dem die Weichenzungen ihre richtige Lage erreichen, der Schluss eines Kontaktes  $d_1$  bzw.  $d_2$ , wodurch der Weg des Rückmeldestroms hergestellt wird. Zur Verbindung der Weiche mit dem Stellhebel sind sonach zunächst zwei Betriebsleitungen  $L_1$  und  $L_2$ , dann zwei Meldeleitungen und eine gemeinsame Rückleitung  $R$ , also insgesamt fünf Leitungen erforderlich. Während der in Abbildung 2 dargestellten ordnungsmässigen Normallage der Weiche ist der Betriebsstrom von der Schieberstange  $S$  bei  $r_1$  und  $r_2$  in Schluss gebracht, sodass er von  $B$  über  $6, r_1, C_1, r_2, L_1, 7, E_6$  und Rückleitung seinen Weg nimmt und durch die Erregung von  $E_6$  bzw. durch die hierbei eintretende Sonderwirkung des Antriebzylinders  $Z_4$  die Weiche in ihrer Normallage festhält. Zufolge des geschlossenen Rückmeldekompaktes  $d_1$  geht eine Abzweigung des eben betrachteten Stromes von  $7$  aus weiter über  $d_1, l_1, s_2, C_2, s_1, E_4, j_1, j_2, 8, 9$ , welcher

Teilstrom  $E_4$  erregt. Der angezogene Anker dieses Elektromagnetes hält also  $b_1$  hoch; die Falle  $a_1$  ist somit unverriegelt und die Farbscheibe des Rückmelders macht dieses Verhältnis durch das *weisse* mit dem Zeichen + noch näher bezeichnete Scheibchen ersichtlich. Indessen ist die zweite, zu  $E_7$  führende Betriebslinie  $L_2$  zwischen  $t_1$  und  $t_2$  und die bezügliche Meldeleitung  $l_2$  zwischen  $x_1$  und  $x_2$ , sowie ausserdem in  $d_2$  unterbrochen, weshalb denn auch die Elektromagnete  $E_7$  und  $E_5$  strom- und wirkungslos sind. Dadurch, dass das Auftreten des Meldestroms von zwei Kontaktstellen abhängig, von denen die eine nur durch den Stellhebel, die andere nur von der Weiche geschlossen werden kann, ist die Rückmeldung für alle Fälle lediglich dann möglich, wenn einerseits die Weichenzungen ihre genaue Endlage besitzen, zugleich aber auch der Weichenhebel sich in jener Stellung befindet, die der bestehenden Weichenlage entspricht. Nebst den zwei vorerwähnten über  $L_1$  und  $l_1$  verlaufenden Stromkreisen ist während der in Abbildung 2 vorausgesetzten normalen Ruhelage auch noch über  $14, z_1, z_2, 15, E_8$  ein dritter Nebenweg hergestellt, sodass über  $E_8$  ein Dauerstrom fliesst, der die Kuppelung zwischen der Walze  $o$  und der Kurbel  $k$  sichert.

Soll nun die Weiche aus der Grundstellung in ihre zweite Lage gebracht werden, so geschieht dies durch Umlegen des Stellhebels  $H$ , der sich allerdings, solange  $b_2$  in der Falle  $a_4$  liegt, nur auf annähernd zwei Drittel seiner Winkelbewegung kippen lässt. Da aber auf diesem Wege u. z. gleich in der Hälfte desselben, d. i. zu Ende des ersten Drittels der Gesamtbewegung von  $S$  die Kontakte  $r_1 r_2$  und  $s_1 s_2$  bereits unterbrochen werden, so schliesst hierdurch zunächst der stromlos gewordene Elektromagnet  $E_6$  an der Weiche das Einströmungsventil, wogegen er die in  $Z_4$  vorhandene Pressluft entweichen lässt, während im Stellwerk sich der Rückmelder  $n$  wegen des auch an  $E_4$  erfolgten Ankerabfalles auf *rot* einstellt; dabei fällt  $b_1$  in den langen Ausschnitt  $a_2$  ein und ertönt die Glocke  $G$ , weil die Kontaktgabel  $x y$  den von  $B$  über  $L_1, 2, 3, G, l_3, g$  verlaufenden Weckerstrom schliesst. In der zweiten Hälfte der vorgeachteten Hebelbewegung sind an Stelle der gelösten Kontakte  $r_1 r_2$  und  $s_1 s_2$  durch  $C_1$  bzw.  $C_2$  die Kontakte  $t_1, t_2$  und  $x_1 x_2$  in Schluss gebracht worden, weshalb ein über  $10, t_1, t_2, L_2, 11$  und  $R$  laufender Betriebsstrom den Elektromagneten  $E_7$  erregt, dessen Anker demzufolge das zweite, die Gegenseite des Antriebzylinders mit Pressluft versorgende Ventil öffnet und sonach die Umstellung der Weiche bewirkt. Ist diese genau vollzogen, sodass an Stelle von  $d_1$  nunmehr  $d_2$  richtig geschlossen wurde, dann tritt der bezügliche Rückmeldestrom von  $11$  aus über  $d_2, l_2, x_2, x_1, E_5, 12, j_1, j_2, 8$  und  $9$  in Tätigkeit. Der Rückmelder erhält auf diese Weise, weil der Anker des Elektromagnetes  $E_5$  angezogen wird, nach der zweiten Seite hin die Lage *weiss* (—); das Läuten hört wieder auf und der Hebel  $H$  kann nun auch das dritte Drittel seines Gesamtweges zurücklegen, wobei schliesslich die Stange  $g$  zur Festriegelung des Verschlussregisters in dieses eingeschoben wird.

Ist späterhin die Weiche wieder in ihre Grundstellung zurückzubringen, nehmen die mit der Umlegung des Hebels  $H$  verbundenen Vorgänge genau denselben Verlauf, wie oben, nur was das Öffnen und Schliessen der Betriebs- und Rückmeldestrome anbelangt, natürlich in umgekehrter Ordnung. Desgleichen erfolgt auch das Mitnehmen des Walzenschalters  $W$  durch die Kurbel  $k$  im dritten Drittel des Hebelweges und im Zusammenhange damit der entsprechende Kontaktwechsel in den über  $W$  laufenden, von der Weichenlage abhängigen Signalbetriebsleitungen. Sollte übrigens während der Umstellung oder Rückstellung der Weiche sich ein Anlass ergeben, die beabsichtigte Aenderung der Weichenlage nicht vorzunehmen, so lässt sich dies ohne weiteres noch früher als die tatsächliche Stellungsänderung vor sich gehen, durch Rückziehung des Hebels  $H$  bewerkstelligen, weil die Länge der Ausschnitte  $a_2$  und  $a_4$ , in welche die Verschlussbügel  $b_1$  und  $b_2$  während der Mittelstellung des Rückmelders zu liegen kommen, derart gewählt ist, dass die Stange  $S$  immerhin um  $1/8$  ihres Gesamtweges

wieder zurückgeschoben und dadurch die ursprünglich bestandenen Stromwege der Betriebs- und Meldeleitung wieder hergestellt werden können. Würde beim Umstellen aus irgendwelcher Ursache in der Weiche kein vollkommener Zungenschluss zu Stande kommen, so behält natürlich mangels eines Rückmeldestroms der Arm *n* die Mittelstellung *rot*; das Ziehen des Stellhebels in die richtige Endlage bzw. das Einschieben der Stange *g* in das Verschlussregister und das Schliessen der Signalstromwege in *W* ist unmöglich. Solange eine solche Unordnung nicht wieder behoben ist, äussert sie sich am Stellwerk durch das andauernde Läuten der Glocke *G*.

Wie schon gelegentlich der allgemeinen Schilderung der Einrichtung hervorgehoben wurde, ist das Auftreten des einen sowie des andern Rückmeldestromes auch noch davon abhängig, dass derselbe ungehindert seinen Weg über *j<sub>1</sub> j<sub>2</sub>* nehmen kann. Dies wird denn auch unter regelrechten Verhältnissen stetig der Fall sein, indem während der ruhigen Endlage von *H* jener Strom, der den Elektromagneten *E<sub>s</sub>* erregt und die leitende Verbindung der Federn *j<sub>1</sub>* und *j<sub>2</sub>* durch *c* bewirkt, sowohl bei der einen als bei der andern Weichenlage von *L<sub>1</sub>* entweder über 2, 1, *L<sub>3</sub>*, 15, *E<sub>s</sub>*, 5 oder über 2, 4, 13, *L<sub>3</sub>*, 15, *E<sub>s</sub>*, 5 im Schlusse steht. Gelegentlich der Weichenumstellungen wird allerdings der Stromweg über *xy*, sobald der Hebel *H* beim Umlegen jene Lage erreicht, bei welcher der Rückmelder auf die Mittelstellung *rot* einspringt — sei es in 1, 2 oder in 2, 4 — eine Unterbrechung erleiden, allein dieselbe ist für *E<sub>s</sub>* völlig belanglos, weil inzwischen die Welle *o* durch *k* in jene Lage gedreht wurde, bei welcher der Kontakt *z<sub>1</sub> z<sub>2</sub>* im Schlusse steht, weshalb an Stelle des früheren Stromweges ein neuer Weg von *B* über 14, *z<sub>1</sub> z<sub>2</sub>*, 15, *E<sub>s</sub>*, 5 zu Stande gekommen ist, sodass also der Elektromagnet *E<sub>s</sub>* nicht nur während der richtigen Endlagen des Stellhebels, sondern auch während des ganzen Verlaufes jeder ordnungsmässig erfolgenden Weichenumstellung angezogen bleibt und sonach auch den Stromweg über *j<sub>1</sub> j<sub>2</sub>* andauernd aufrecht hält.

Eine Unterbrechung des über *E<sub>s</sub>* laufenden Erregungsstromes tritt jedoch ein, wenn infolge Aufschneidens der Weiche der zu diesem Zeitpunkt daselbst im Schlusse befindliche Rückmeldekontakt unterbrochen wird. Würde beispielsweise in einem solchen Falle — um von der in Abbildung 2 dargestellten Grundstellung der Weiche auszugehen — der Kontakt *d<sub>1</sub>* gelöst und sonach *l<sub>1</sub>* stromlos gemacht, dann lässt in erster Reihe *E<sub>s</sub>* seinen Anker los, weshalb der Rückmelder in die Mittellage kippt und die Glocke zu läuten beginnt. Da nun während der bestandenen Lage von *H* der Kontakt *z<sub>1</sub> z<sub>2</sub>* nicht geschlossen, sondern der Strom für *E<sub>s</sub>* gezwungen war, seinen Weg über die Kontaktgabel *xy* von 2 nach 4 zu nehmen, so wird dieser Elektromagnet nunmehr, nachdem sich *xy* auf 2, 3 eingestellt hat, tatsächlich stromlos; sein Anker reisst ab und nimmt den Stützbügel *p* mit nach abwärts, weshalb einerseits das *j<sub>1</sub>* und *j<sub>2</sub>* verbindende Stromschlusstück *c* weggezogen, andererseits durch die Gabel *q* die Knaggenkuppelung des Signalwählers *W* ausgerückt wird. Die durch den letztgedachten Vorgang von *k* freiwerdende Welle *o* springt zufolge des Zuges der beiden Federn *f<sub>1</sub>* und *f<sub>2</sub>* in ihre Mittellage, bei der, wie schon früher erläutert wurde, sämtliche in *W* vorhandenen Zustimmungskontakte zu Signalbetriebsleitungen unterbrochen, der Sonderstromweg *z<sub>1</sub> z<sub>2</sub>* hingegen hergestellt ist. Es wird also nach Ausrückung der Kurbel *k* die Erteilung eines von der Weiche abhängigen Signals unmöglich sein, wogegen Elektromagnet *E<sub>s</sub>* allerdings wieder über 14, *z<sub>1</sub> z<sub>2</sub>*, 15 und 5 Strom erhält. Seine magnetische Kraft allein ist jedoch nicht genügend gross, um den Anker in die richtige Arbeitslage zurückzuheben.

Das beim Aufschneiden der Weiche entstandene Verhältnis ändert sich, wenn das ungehörigerweise vom Nebengeleise gekommene Fahrzeug vollständig ins Hauptgeleise übergetreten ist, insofern dann die Weiche wieder in jene Lage, die sie vor dem Durchschneiden besass, selbsttätig zurückkehrt, wodurch betrachteten Falles der Kontakt *d<sub>1</sub>*

wieder geschlossen wird. Trotzdem kann vorläufig eine Rückmeldung noch nicht zu Stande kommen, da zwischen *j<sub>1</sub>* und *j<sub>2</sub>* kein Stromübergang möglich ist und eben deshalb wird auch das Läuten nicht aufhören. Erst wenn der durch die eingetretenen Erscheinungen auf den Anstand aufmerksam gemachte Stellwerkswärter den Anker des Elektromagneten *E<sub>s</sub>* mittelst eines Handgriffes *v* durch Hochheben dem Elektromagnetkern soweit nähert, dass dieser den Anker festhält, wird durch *c* der Stromweg *j<sub>1</sub> j<sub>2</sub>* wieder geschlossen und die Knaggenkuppelung bei *k* eingerückt. Nunmehr kehrt der Rückmelder, beeinflusst von *E<sub>s</sub>* in die gezeichnete Endstellung *weiss* (+) zurück und das Läuten hört auf. Es verbleibt nur noch im Signalwähler *W* eine Unordnung, indem derselbe sich noch in seiner Mittelstellung befindet, sonach die Erteilung *jedes* von der Weiche abhängigen Signals unmöglich machen würde. Um auch noch diesen letzten Anstand zu beseitigen, muss der Stellwerkswärter den Hebel *H* in die zweite Endlage bringen, wobei *k* gegen Ende der Hebelbewegung die Welle *o* unter Ueberwindung der Federn *f<sub>1</sub>* und *f<sub>2</sub>* in die entsprechende Endlage des Signalwählers mitzieht. Erst wenn nach dieser Vornahme der Hebel *H* in seine Grundlage zurückgebracht wird, ist der in Abbildung 2 gekennzeichnete Normalzustand *an allen Teilen* wieder genau hergestellt.

Hinsichtlich dieser Einzelheiten über die elektrische Verkettung einschliesslich der zugehörigen Stromlaufanordnungen hat eine vor fünf Jahren lediglich für Fachkreise erschienene äusserst belehrende Monographie über das Kraftstellwerk des Bahnhofes *Cottbus* vornehmlich als Quelle gedient. Diese Anlage, die als besonders interessant gelten darf, weil sie — wie schon eingangs hervorgehoben wurde — das erste grössere elektropneumatische Stellwerk nach System Westinghouse ist, das auf dem europäischen Festlande zur Ausführung kam, erstreckte sich zur Zeit der im Februar 1903 erfolgten Inbetriebsetzung auf einen annähernd 900 m langen, 120 m breiten Weichenbezirk und umfasste 29 einfache Weichen, 15 Kreuzweichen und 20 Signale. Bald darnach sind in Deutschland Stellwerke gleicher Bauart an der *Mainzer Rheinbrücke* mit 16 Stellhebeln, dann auf dem Bahnhofe *Oberhausen* — eine der ausgedehntesten Anlagen der Welt — mit 240 Hebeln für den Betrieb von 158 Weichen- oder Geleisesperren und 71 Signalen, ferner in den Stationen *Wanne* mit 81 Hebeln (35 Signale und 44 Weichen- oder Geleisesperren), *Worms* mit 199 Hebeln (68 Signale und 140 Weichen) und *Myslowitz* mit 58 Hebeln (11 Signale und 42 Weichen) zur Aufstellung gelangt, während ein auf 74 Hebel bemessenes Werk in *Dudweiler* soeben in Ausführung begriffen ist. Die oben genannte deutsche Erzeugungsstelle hat auch in Holland u. z. auf dem Bahnhofe *Haarlem* ein 51 Hebel umfassendes Stellwerk einschlägiger Gattung fertiggestellt und eines in *Amsterdam* mit annähernd 100 Hebeln im Bau.

Ueber das derzeitige Verwendungsgebiet von Westinghouse-elektropneumatischen Signal- und Weichen-Einrichtungen gibt nachstehende kleine Zusammenstellung näheren Aufschluss:

Weltteile beziehungsweise Länder	Zahl der Signal- und Weichen-Hebel in Stellwerken	Zahl der selbsttätigen Blocksignale in Geleisestromkreisen	
Amerika . . . . .	6500	7000	
Europa {	England . . . . .	1816	828
	Frankreich . . . . .	30	—
	Holland . . . . .	151	—
	Deutschland . . . . .	765	—
Asien . . . . .	105	—	
Afrika . . . . .	85	—	
Australien . . . . .	291	—	
Zusammen:	9743	7828	

Diese namhafte Verbreitung, zudem in allen Weltteilen, lässt jene aller übrigen Kraftstellwerksysteme, die bisher in der Praxis grössere Verbreitung gefunden haben,



weit hinter sich, wobei allerdings nicht verhehlt werden darf, dass diese Zunahme immerhin Dezennien gebraucht und anfänglich manche Million als uneinbringliches Opfer gefordert hatte. Für das gedeihliche Fussfassen auf dem europäischen Festlande sind, wie bereits eingangs betont worden ist, die den deutschen Grundsätzen und strengern Anschauungen angepassten Ausgestaltungen von ausschlaggebendem Belang gewesen.

Eine der diesfälligen jüngern Weiterungen, die auf Anregung der Eisenbahndirektion Essen eingeführt wurde, besteht aus dem sogenannten *Lokomotivanschluss*. Das ist nämlich ein an einer beliebigen günstigen Bahnhofstelle am Leitungsnetz der Pressluft vorgesehener, angemessen eingerichteter Rohranschluss, der es ermöglicht — falls etwa im normalen Betriebe eine Störung eintreten würde — die auf den grossen Bahnhöfen in der Regel vorhandene Hilfsdienst- oder Verschieblokomotive in wenigen Minuten mit dem Rohrnetze derart zu verbinden, dass sie als Reserve-Pumpenmotor die Drucklufterzeugung übernehmen kann. Besonders bemerkenswert erscheint auch der in *Haarlem* zuerst durchgeführte Versuch, die Handhebel ganz wegzulassen und zur Bedienung der Schalter runde Knöpfe in Anwendung zu bringen. Zum Schlusse endlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass die für Deutschland in Betracht kommenden Signalbauanstalten, angeregt durch das Bestreben des preussischen Ministers der öffentlichen Arbeiten hinsichtlich der Eisenbahneinrichtungen tunlichst Normalien zu schaffen, u. a. den Entwurf einer einheitlichen Stellwerkskonstruktion in Erwägung gezogen haben, die ebensogut für *rein elektrisch* als für *elektrisch pneumatisch* betriebene Anlagen anwendbar sein soll. Das weiter oben genannte, zurzeit im Bau begriffene Amsterdamer Weichen- und Signal-Stellwerk wird nun den ersten solchen einheitlichen Apparat erhalten und die aus dieser Anlage zu ziehenden Erfahrungen werden sonach für die künftige Ausgestaltung der in Rede stehenden Einrichtungen auch anderwärts, namentlich aber für Deutschland wichtiges Interesse besitzen.

### Vereinfachung der Berechnung gelenkloser Brückengewölbe.

Von Dipl.-Ing. Max Ritter in Strassburg i. E.

Die statische Untersuchung gelenkloser Brückengewölbe nach dem gegenwärtig üblichen, auf der Elastizitätstheorie fussenden Verfahren erfordert bekanntlich einen erheblichen Aufwand an Zeit und geistiger Arbeit, wenn man genau rechnen will. In der Praxis wird dieser Umstand sehr lästig empfunden; er erschwert das Entwerfen eingespannter Gewölbe wesentlich und bildet wohl einen der Hauptgründe dafür, dass sich zur Zeit der Bogen mit drei Gelenken einer so grossen Beliebtheit erfreut.

Im Folgenden sollen nun einige Untersuchungen aus der Elastizitätstheorie vorgeführt werden, die geeignet sind, hier einige Erleichterung zu schaffen, indem mit ihrer Hilfe die Berechnung von eingespannten Gewölben bedeutend abgekürzt werden kann, ohne dass man an Genauigkeit merklich einbüsst. Die Untersuchungen stützen sich auf die übliche Behandlungsweise des eingespannten, elastischen Bogens, die wir deshalb als Einleitung in gedrängter Fassung voranstellen. Der Kürze wegen mögen die Darlegungen auf symmetrische Gewölbe beschränkt bleiben, die ja in den weitaus häufigsten Fällen zur Anwendung kommen.

#### 1. Einleitung: 1)

Zur Berechnung eines lotrecht belasteten, symmetrischen Gewölbes ohne Gelenke denken wir uns dessen linkes Widerlager entfernt und durch den daselbst wirkenden Kämpferdruck  $R$  ersetzt. Diesen zerlegen wir nach Art der

1) Vergl. die Abhandlung von Prof. Mörsch, «Berechnung von eingespannten Gewölben», Schweiz. Bauzeitung, Bd. XLVII, S. 83 u. ff.; ausserdem bezüglich der Ableitung der Gleichungen (3) Müller-Breslau, «Graphische Statik», II, 1, 4. Aufl. 1907.

Abbildung 1 in drei an einem vorläufig beliebigen, mit dem Kämpfer starr verbundenen Punkte  $S$  angreifende Komponenten, nämlich in den Horizontalschub  $H$ , die lotrechte Komponente  $V$  und das Drehmoment  $M = Rr$ . Die Grössen  $H$ ,  $V$  und  $M$  sind statisch nicht bestimmbar und müssen mit Hilfe von Elastizitätsgleichungen ermittelt werden.

Die Elastizitätsgleichungen ergeben sich in einfacher und sehr übersichtlicher Weise aus der Erwägung, dass jede Bewegung des Punktes  $S$  eine lineare Funktion der sie erzeugenden Kräfte sein muss. Bezeichnen wir darnach mit  $\Delta l$ ,  $\Delta v$  und  $\Delta \psi$  die tatsächlichen Verschiebungen des Punktes  $S$  in Richtung von  $H$ ,  $V$  und  $M$  ( $\Delta \psi$  bedeutet also die Drehung des Kämpfers um  $S$ ), so lassen sich die Elastizitätsgleichungen unmittelbar in der Form niederschreiben:

$$\left. \begin{aligned} \Delta l &= \Sigma P \Delta l_0 - H \Delta l' - V \Delta l'' - M \Delta l''' \\ \Delta v &= \Sigma P \Delta v_0 - H \Delta v' - V \Delta v'' - M \Delta v''' \\ \Delta \psi &= \Sigma P \Delta \psi_0 - H \Delta \psi' - V \Delta \psi'' - M \Delta \psi''' \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Die angewandte Bezeichnung erhellet ohne weiteres aus den Gleichungen; z. B. bedeuten  $\Delta l_0$ ,  $\Delta l'$ ,  $\Delta l''$ ,  $\Delta l'''$  die horizontalen Verschiebungen des Punktes  $S$ , wenn auf den rechts eingespannten, links frei ausladenden Träger beziehungsweise die Kräfte  $P = 1$ ,  $H = -1$ ,  $V = -1$ ,  $M = -1$  einwirken, usw.

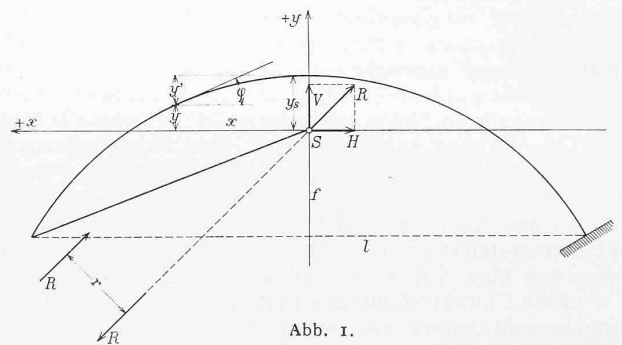


Abb. 1.

Die Gleichungen (1) lassen sich mit Hilfe des bekannten Satzes von der Gegenseitigkeit der Formänderungen umschreiben in

$$\left. \begin{aligned} \Delta l &= \Sigma P \delta' - H \Delta l' - V \Delta l'' - M \Delta l''' \\ \Delta v &= \Sigma P \delta'' - H \Delta v' - V \Delta v'' - M \Delta v''' \\ \Delta \psi &= \Sigma P \delta''' - H \Delta \psi' - V \Delta \psi'' - M \Delta \psi''' \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

worin  $\delta'$ ,  $\delta''$ ,  $\delta'''$  die Senkungen des Angriffspunktes einer Last  $P$  infolge der Ursachen  $H = -1$ ,  $V = -1$ ,  $M = -1$  bezeichnen.

Eine weitere, für die praktische Durchführung der Berechnung sehr wertvolle Vereinfachung wird erzielt, wenn wir den Punkt  $S$  so wählen, dass die Verschiebungen  $\Delta l' = \Delta v'$ ,  $\Delta l'' = \Delta \psi'$  und  $\Delta v''' = \Delta \psi'''$  verschwinden. Die Gleichungen (2) enthalten dann nur je eine der statisch unbestimmten Grössen; diese ergeben sich somit sehr einfach zu

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{\Sigma P \delta' - \Delta l}{\Delta l'} \\ V &= \frac{\Sigma P \delta'' - \Delta v}{\Delta v''} \\ M &= \frac{\Sigma P \delta''' - \Delta \psi}{\Delta \psi'''} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Wir setzen in der Folge starre Widerlager voraus, haben also  $\Delta l = \Delta v = \Delta \psi = 0$ . Die Verschiebungen  $\Delta l'$ ,  $\Delta v''$  und  $\Delta \psi'''$  drücken wir analytisch aus, indem wir das Prinzip der virtuellen Arbeit auf den rechts eingespannten Freitragler anwenden, der unter dem Belastungs- und Verschiebungszustand  $H = -1$ , bzw.  $V = -1$ ,  $M = -1$  steht; hiefür kann wegen der geringen Krümmung der Brückengewölbe unbedenklich die Arbeitsgleichung für gerade Stäbe Anwendung finden. Wir erhalten, mit Bezug auf das in Abbildung 1 skizzierte durch  $S$  gelegte Achsenkreuz und den üblichen Bezeichnungen