

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 44 (1953)
Heft: 17

Artikel: Die Anwendung der Elektrizität in der Eisenbahnsicherungstechnik
Autor: Oehler, K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058098>

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: 17.01.2026

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

Die Anwendung der Elektrizität in der Eisenbahnsicherungstechnik

Von K. Oehler, Zürich

656.257

Es werden die Probleme der Eisenbahnsicherungstechnik und die sich daraus ergebenden Bedingungen für elektrische Eisenbahnsicherungsapparate erläutert und damit die zögernde Einführung der Elektrotechnik auf dem Gebiet der Sicherungstechnik begründet.

Die Einführung von Stellwerken mit rein elektrischen Verschlüssen geht zurück auf das amerikanische N.X.-Stellwerk der dreissiger Jahre; schon im Jahre 1939 wurde erstmals ein Stellwerk mit rein elektrischen Verschlüssen für Luzern nach schweizerischer Konzeption gebaut. Es wird auf die Einführung des inzwischen normalisierten Apparates für mittlere und kleine Stationen hingewiesen, von dem seit dem Jahre 1941 über 200 Stück gebaut wurden. Die Weiterentwicklung für grosse Stellwerke mit sperrenlosen Schaltern wird erläutert.

Auf weitere Probleme der Sicherungstechnik, die nur durch die Anwendung der Elektrizität gelöst werden können, wird hingewiesen.

Schliesslich wird die Weiterentwicklung der Eisenbahnsicherungstechnik betrachtet, die dank der Anwendung der Elektrizität weitere, bisher ungelöste Probleme wird lösen können und zu einer weiteren Konzentration der Bedienungseinrichtungen auf kleinstem Platz führen wird.

L'auteur expose les problèmes relatifs à la technique de la sécurité ferroviaire ainsi que les conditions imposées pour la construction des appareils électriques s'y rapportant, et motive l'introduction tardive de l'électro-technique dans ce domaine.

L'introduction de postes d'enclenchements à dépendances uniquement électriques date de la construction des postes américains N.X., c'est-à-dire vers 1930. En 1939 déjà, Lucerne fut équipé pour la première fois d'un poste d'enclenchements à dépendances électriques de conception suisse. Constatation est faite que, dès 1941, plus de 200 appareils normalisés furent construits pour des gares de moyenne et petite importance. Les nouvelles conceptions concernant les postes d'enclenchements à boutons d'itinéraires sont également mentionnées.

Les autres problèmes de la sécurité ferroviaire qui ne peuvent être résolus que par l'utilisation de l'électricité sont ensuite exposés.

Pour terminer, l'évolution future de la technique de la sécurité ferroviaire est considérée. Constatation est faite que grâce à l'utilisation de l'énergie électrique, il a été possible de résoudre des problèmes qui, sans elle, seraient restés insolubles. D'autre part, une concentration encore plus poussée des éléments de commande sur une petite surface pourra également être ainsi réalisée.

Es muss dem aufmerksamen Beobachter auffallen, dass die Elektrizität in der Sicherungstechnik nur sehr zögernd und, in grösserer Umfang, spät Eingang gefunden hat. Einer der Hauptgründe dafür liegt in der Sicherungstechnik selbst, deren Probleme sich zunächst gar nicht auf der technischen Ebene stellen. Da die Eisenbahnsicherungseinrichtungen die Auswirkung der Betriebsgefahren verhindern und gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit des Betriebes heben sollen, liegen die Probleme zunächst auf dem Gebiet des Eisenbahnbetriebes und dessen Sicherung. Erst wenn diese Probleme gelöst sind, kann man sich der Frage zuwenden, welche technischen Mittel angewendet werden sollen, z. B. mechanische oder elektrische, um diese Lösungen praktisch durchzuführen. Auch bei der Beurteilung dieser Frage steht die Forderung nach Sicherheit an alleroberster Stelle, sogar weit über der Forderung nach Zuverlässigkeit.

Unter diesem Gesichtspunkt scheint sich die direkte mechanische Einwirkung als sicherstes Mittel aufzudrängen, und es muss zugegeben werden, dass die mechanischen Apparate, sofern ihre Teile bezüglich der möglichen Kräfteeinwirkungen überdimensioniert sind, in der Sicherheit kaum übertroffen werden können. Weniger vorteilhaft zeigen sich die mechanischen Einrichtungen jedoch, wenn es sich darum handelt, Wirkungen auf grössere Entfernungen zu übertragen, z. B. zwischen den Stellwerken und den Weichen, bzw. Signalen, oder um Übertragung von Abhängigkeiten zwischen den Stellwerken. Dabei kann es sich im zweiten Falle um die Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Stellwerken in derselben Station oder in verschiedenen Stationen handeln, im letzten Falle also um eigentliche Fernwirkungen. Hier springen die Vorteile elektrischer Apparate sofort in die Augen. Allerdings muss man sich dabei klar sein, dass es sich hier nicht um «fernmelden» im üblichen Sinne handelt, sondern um «fernichern», also um den

Bau von Apparaten, deren Zuverlässigkeit dort, wo es sich um die Übertragung eines Verbotes oder einer Erlaubnis handelt, absolut sein muss.

Die Störungsmöglichkeiten der elektrischen Einrichtungen, wie Spannungsausfall, Aderbruch, Eintritt von Fremdstrom in eine Ader, Erdenschluss, Störung an einzelnen Kontakten im Sinne der dauernden Unterbrechung oder des dauernden Schlusses, mechanische Hemmung des Relaisankers usw., sind weitaus zahlreicher als bei mechanischen Einrichtungen. Die Erfüllung der oben genannten Forderung mit elektrischen Mitteln erweist sich als sehr schwierig, da für die Sicherheit die Forderung aufgestellt werden muss, dass keine Störung eine Wirkung im Sinne der Unsicherheit haben darf. Da nun aber die Störungen auch in beliebiger Kombination auftreten können, scheint es, dass der Wunsch nach absoluter Sicherheit unerfüllbar ist. Man ist gezwungen, eine Konzession in Richtung der Unsicherheit zu machen, indem man die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens zweier solcher Störungen als Null annimmt. Präzisiert man das Wort «gleichzeitig» als «gleichzeitig innerhalb eines Arbeitszyklus», so ergibt sich weiter die Bedingung, dass jede Störung innerhalb eines Arbeitszyklus bemerkbar werden muss, da sie andernfalls als Dauurstörung bestehen bleiben und sich mit einer zweiten Störung irgendwann kombinieren kann. Die Störung kann aber nur dadurch bemerkt werden, dass irgendein an sich erlaubter Vorgang verhindert wird. Die Zuverlässigkeit wird also scheinbar zu Gunsten der Sicherheit herabgesetzt, und man hat daher alles Interesse daran, schon beim mechanischen Aufbau der elektrischen Apparate auf den möglichen Ausschluss von Störungsquellen zu achten. Dies bedeutet aber, dass weder die üblichen Apparate der Elektrotechnik, noch die üblichen Schaltungen anwendbar sind. Ebenso ist die Anwendung der in der Fernmeldetechnik üblichen Wahrscheinlichkeitsrechnung mit Bezug auf Störungen

nicht oder nur mit allergrösster Zurückhaltung zulässig, da Sicherungseinrichtungen nie Wahrscheinlichkeitseinrichtungen werden dürfen.

Um die Bedeutung dieser Tatsachen richtig zu würdigen, muss man sich in die Lage des entwerfenden Ingenieurs versetzen, der sich bewusst ist, dass durch eine Lücke in der Betriebssicherheit seiner Einrichtungen nicht nur Geld und Gut, sondern Menschenleben gefährdet sind, für die er indirekt verantwortlich wäre. Er muss also seinem Wunsch, frisch fröhlich darauflos zu erfinden, die Zügel schärfster Kritik und strikter Logik anlegen.

Es ist deshalb verständlich, dass die Elektrizität in der Sicherungstechnik, wenn auch relativ früh, so doch für längere Zeit nur an einzelnen Punkten Eingang gefunden hat. Hiezu gehört beispielsweise die Ende der sechziger Jahre des letzten Jahrhunderts von Siemens entwickelte Einrichtung des Wechselstromblocks als Stations- und Streckenblock. Bei den schweizerischen Bahnen wurde dieser Block allerdings erst gegen Ende des letzten Jahrhunderts bei wenigen Stationen und in grösserem Maßstab erst anfangs dieses Jahrhunderts eingeführt. In dieselbe Zeit fällt auch die Einführung der Hippischen Wendescheibe, die in der Schweiz als erstes elektrisch gesteuertes mechanisches Einfahrtsignal gelten kann, das aber im Ausland kaum grosse Bedeutung erlangt hat.

Charakteristisch für alle elektrischen Sicherungseinrichtungen aus jener Zeit ist die Verwendung des elektrischen Stromes lediglich als auslösendes Mittel. Die notwendigen mechanischen Kräfte für die Durchführung der gewünschten Vorgänge werden durch den Menschen aufgebracht, sei es durch Aufziehen eines Gewichtes für mehrere Stellvorgänge, wie z. B. bei der Hippischen Wendescheibe, oder durch Spannen von Federn für die Betätigung der Sperren und Kontakte beim Wechselstromblock. Zahlreiche Einrichtungen ähnlicher Art finden sich auch bei den ausländischen Bahnen.

Ein weiterer wichtiger Schritt bedeutet die Einführung der Gleisstromkreise etwa im Jahre 1885 in den USA, die, allerdings mit mehr oder weniger Erfolg und nur in geringem Umfang, zu jener Zeit auch schon in England verwendet wurden (die ersten Versuche dieser Art gehen auf das Jahr 1850 zurück). Die Freimeldung eines Gleisabschnittes durch direkte Einwirkung der Fahrzeuge selbst bedeutet einen ganz gewaltigen Fortschritt der Sicherungstechnik, einen Fortschritt, der mit mechanischen Mitteln niemals erreichbar gewesen wäre.

In die ersten Jahrzehnte dieses Jahrhunderts fällt die Einführung des eigentlichen elektrischen Stellwerkes, d. h. des Stellwerkes, bei dem die Signale, sowie die Weichen nicht mehr durch die Kraft des Stellwerkwärters, sondern durch motorische Kraft gestellt werden. Obwohl der elektrische Antrieb sowohl für Signale als auch für Weichen zur selben Zeit vorgeschlagen wurde, sind jedoch eine ganze Reihe elektrischer Stellwerke gebaut worden, bei denen Druckluft oder Druckwasser als Kraftquelle für Signale und Weichen verwendet wurde. Wir besitzen in der Schweiz ein Beispiel dafür im Stellwerk Spiez aus dem Jahre 1914, wo der elektrische

Strom wie früher nur auslösend wirkt, und zwar auf Ventile, die die Druckluft zu den Weichen und Signalen steuern. Als erstes elektrisches Kraftstellwerk in der Schweiz, bei dem also Weichen und Signale mit elektrischem Strom betätigt werden, darf das im Jahre 1922 gebaute Stellwerk in Gösgen, Typ AEG, gelten. Dieses Stellwerk, sowie die bis Ende der dreissiger Jahre und anfangs des Krieges noch aufgestellten Stellwerke der Bauart Orenstein & Koppel, sowie Siemens, Bauart 1912, bzw. Siemens-Vierreihen-Stellwerke arbeiten alle nach denselben Grundsätzen. Es sind im Grunde genommen mechanische Stellwerke mit mechanischen Verschlüssen und elektrischen Kontakten, sowie elektromechanischen Sperren an den Schaltern. Der wesentliche Teil, d. h. die elektrischen Verschlüsse, finden sich bei diesen Stellwerkbaarten noch nicht.

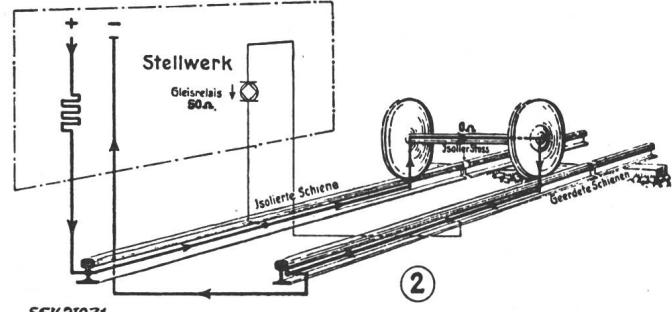
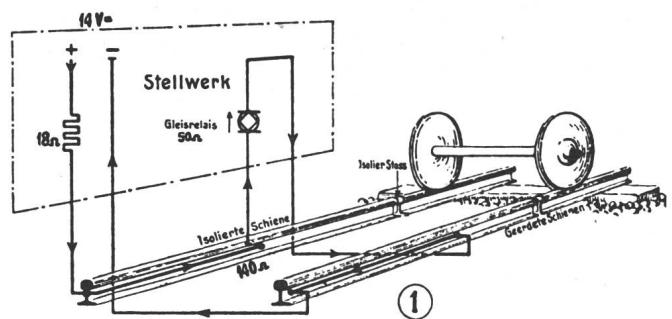


Fig. 1
Prinzipschema der isolierten Schiene

1 Gleis frei: Gleisrelais angezogen, Weichen- und Signalhebel frei; 2 Gleis besetzt: Gleisrelais abgefallen, Weichen- und Signalhebel gesperrt

Jede metallische Verbindung zwischen der isolierten Schiene und einer geerdeten Schiene oder einem anderen geerdeten Gegenstand wirft im Stellwerk das Gleisrelais ab. Dadurch werden alle erforderlichen Schalter gesperrt und allfällig weitere Massnahmen ausgelöst (Haltschaltung von auf Fahrt stehenden Signalen)

Es ist hier am Platz, auf ein weiteres Problem hinzuweisen, das die Einführung elektrischer Stellwerke verzögert hat: die Energielieferung. Bei den zuerst verwendeten Apparaten wurden ausschliesslich Primärelemente verwendet, was ohne weiteres erklärt, dass die Elektrizität bei diesen Einrichtungen nur auslösende Funktionen übernehmen konnte. Beim Siemens-Wechselstromblock wird der Wechselstrom durch einen Kurbel-Induktor erzeugt. Auch da ist man also von fremden Energiequellen unabhängig. Sogar der Energiebedarf der Gleisstromkreise kann noch ohne weiteres aus Primärelementen gedeckt werden, wie dies in den Vereinigten

Staaten in ganz grossem Umfange geschieht. Sobald dagegen Signale und Weichen elektrisch gestellt werden sollen, benötigt man grössere Leistungen. Für ihre Lieferung standen, wo sie überhaupt vorhanden waren, in früheren Jahren nur die elektrischen Ortsnetze zur Verfügung. Da jedoch die Sicherungsanlagen betriebsfähig bleiben müssen, auch wenn das Ortsnetz ausfällt, ist man genötigt, Akkumulatoren-Batterien aufzustellen, die die notwendige Reserve zu bieten vermögen und in vielen Fällen, wo auch dies noch nicht genügt, wird es notwendig sein, zu Diesel-Gruppen als Notbehelf Zuflucht zu nehmen. Auf jeden Fall sind dies sehr teure Einrichtungen, die die Einführung des elektrischen Stellwerkes an kleineren Orten unter Umständen unmöglich machen, so dass nur grosse Stellwerke mit elektrischen Einrichtungen ausgerüstet werden können.

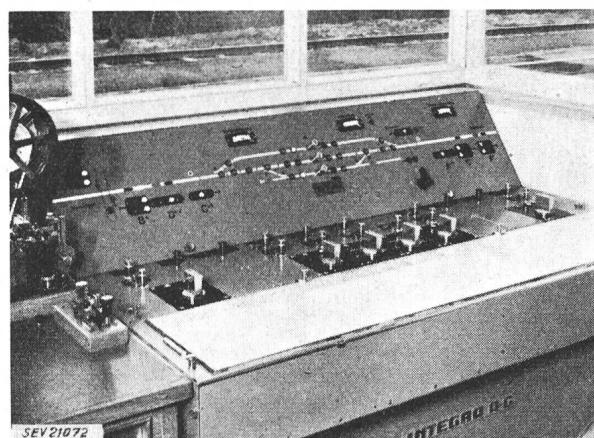


Fig. 2
Normalstellwerk für kleine und mittlere Stationen der SBB
(Würenlos)

Die in den zwanziger Jahren in den Vereinigten Staaten eingeführten Lichtsignale benötigen zwar auch Leistung, aber man kann, wenn man die Optik richtig wählt, unter Umständen auch dort noch zur Not mit Primärelementen auskommen, was die Amerikaner denn auch in grossem Mass getan haben. In europäischen Verhältnissen, wo jedoch — wie speziell in der Schweiz — mit kurvenreichen Strecken gerechnet werden muss, wo also eine starke Bündelung des Lichtes nicht ohne weiteres zulässig ist, kommt man mit Primärelementen nicht mehr aus. Dass seit Ende der zwanziger Jahre auch in der Schweiz die Lichtsignale in grossem Maßstab eingeführt werden konnten, ist nur dem Umstand zu verdanken, dass einerseits die Schweiz an sich sehr gut durchelektrifiziert ist (praktisch steht in jeder Station das Ortsnetz zur Verfügung). Anderseits ist durch die Elektrifikation der Bahn selbst eine zweite Energiequelle vorhanden, die man als Hauptenergiequelle verwenden kann, während das 50-Hz-Ortsnetz durch automatische Netzumschalter einspringt, sobald das bahneigene Netz ausfällt. Da die Ortsnetze sehr zuverlässig sind, kann man das gleichzeitige Ausfallen beider Netze als so unwahrscheinlich annehmen, dass man heute weder für die Signale noch für die Weichenantriebe eine besondere Hilfsenergiequelle vorsieht. Lediglich

für die eigentlichen sicherungstechnischen Stromkreise ist eine Batterie kleineren Umfangs vorhanden, die über einen kleinen Gleichrichter in Pufferschaltung geladen gehalten wird. Diesen günstigen Umständen verdanken unsere schweizerischen Bah-

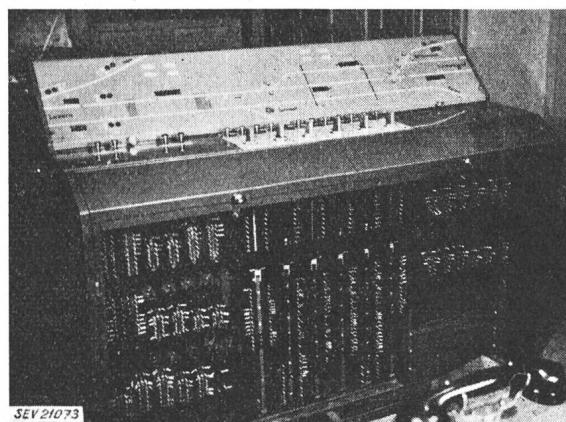


Fig. 3
Stellwerk Luzern für Fernsteuerung der Weichen und Signale
in Sentimatt und Fluhmühle

nen nicht nur die Einführung von Lichtsignalen, auch in Verbindung mit mechanischen Stellwerken, sondern auch die Ausrüstung kleinerer Stationen mit elektrischen Stellwerkapparaten in einem Umfang, den sonst keine anderen Länder aufweisen.

Das rein elektrische Stellwerk, bei dem also auch die gegenseitigen Ausschlüsse feindlicher Fahrstrassen auf elektrischem Weg zustande gebracht werden,

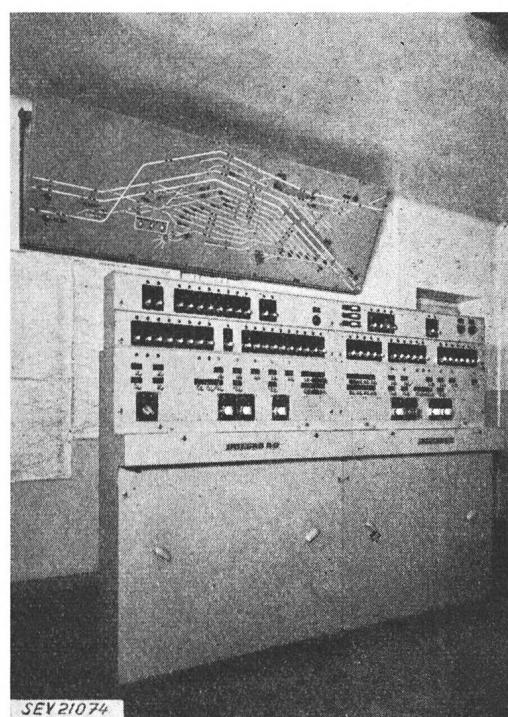


Fig. 4
Stellwerkapparat mit kleinen Weichenschaltern ohne Sperren

erlebte seinen eigentlichen Beginn mit den sogenannten NX-Stellwerken, die Mitte der dreissiger Jahre in den USA eingeführt wurden. Es handelt sich dabei um Gleisbild-Stellwerke, d. h. um Stell-

werke, bei denen die Stellorgane im Gleisbild selbst geographisch angeordnet sind. Diese Stellorgane bestehen aus einem Drehknopf, der am gewünschten Startpunkt der Fahrt auf der Gleistafel gedreht wird und einer Zieltaste, die anschliessend gedrückt werden muss. Durch Betätigung dieser Organe werden die Weichen, die für die betreffende Fahrt gestellt werden müssen, automatisch in die richtige Stellung gebracht, und wenn dies erfolgt ist, auch das Signal automatisch auf Fahrt gestellt (der Name eines solchen Stellwerks entstand aus dieser Bedienungsart: Entrance Exit). Stellwerke dieser

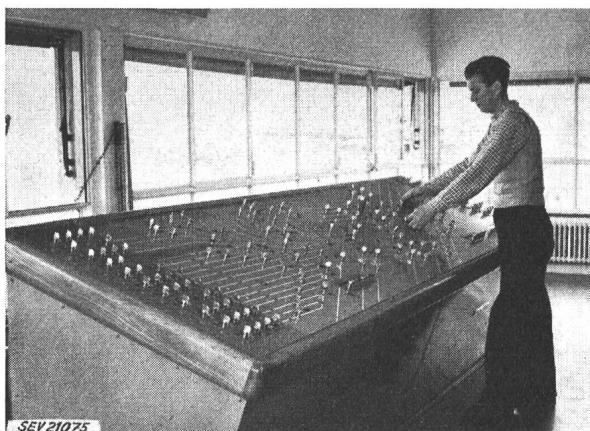


Fig. 5.

Gleisbildstellwerk Genf, ohne Weichenschalter und ohne mechanische Verschlüsse der Fahrstrassensignalschalter

Art zu bauen, war an sich schon früher bekannt; dagegen haben die meisten europäischen Firmen, die sich mit Eisenbahnsicherungseinrichtungen abgeben, auch noch zu jenem Zeitpunkt den Standpunkt eingenommen, dass rein elektrische Stellwerke infolge der vielen notwendigen Relais viel zu kostspielig seien.

In der schweizerischen Industrie war man nicht dieser Meinung, denn schon im Jahre 1939 wurde erstmals ein Stellwerk mit rein elektrischen Verschlüssen in Luzern für die Steuerung der ca. 1 bis 2 km entfernten Weichen in Sentimatt und Fluhmühle aufgestellt. Allerdings sind bei dem Stellwerk in Luzern noch Schalter vorhanden, und nicht Tasten. Die Schalter sind mit elektromechanischen Sperren ausgerüstet, die den Schalter festlegen, wenn dessen eine Drehung einem Befehl entsprechen würde, der nicht ausgeführt werden kann. Diese Sperren haben aber keine sicherungstechnische Funktion, da die gegenseitigen Abhängigkeiten elektrisch hergestellt sind, sondern sie dienen lediglich dazu, dem Beamten eine fehlerhafte Bedienung bemerkbar zu machen, bevor er die fehlerhafte Bewegung ausführt. Bei Stellwerken mit Schaltern ohne Sperren oder mit Tasten muss der Beamte sich erst auf Grund der Rückmeldungen überzeugen, ob der Befehl ausgeführt wurde oder nicht. Da bei den vielen kleinen Stationen, die im Zuge der Elektrifizierung für die Ausstattung mit neuen Stellwerken in Frage kamen, der Beamte überall weitaus zahlreichere andere Funktionen auszuüben hat als die Bedienung des Stellwerks, sind die gesperrten Schalter auch beim Bau

der später in grossem Umfang eingeführten Stellwerkapparate beibehalten worden, und dieses Verfahren hat sich vorzüglich bewährt. Seit der Einführung dieser Apparate im Jahre 1941 sind weit über 200 Stationen mit solchen Normalapparaten ausgerüstet worden, die, wie sich beispielsweise in Schaffhausen gezeigt hat, auch vorzüglich geeignet sind, mechanische Stellwerkapparate zu ersetzen, wobei die mechanischen Abhängigkeiten zwischen den Stellwerken durch elektrische ersetzt werden. Der Stellwerkapparat Schaffhausen ist auch eine vorzügliche Demonstration für die Raumersparnis, da der ehemalige Apparat von 6,80 m Länge mit 37 Kurbeln durch einen elektrischen Apparat von 1,60 m Länge mit 10 Schaltern ersetzt werden konnte. Dank dem Umstand, dass es möglich ist, die Relais mit ihren elektrischen Abhängigkeiten in einem beliebigen Raum unterzubringen, wird der wertvolle Raum im Bureau des Stationsvorstandes in möglichst geringem Umfang belastet, indem der elektrische Apparat Gelegenheit bietet, die Bedienungseinrichtungen auf möglichst konzentriertem Raum zu vereinigen.

Sobald man darauf verzichtet, eine fehlerhafte Bedienung mechanisch fühlbar zu machen, d. h. sobald man auf die elektrischen Sperren verzichtet, kann man in der Konzentration der Bedienungsapparate noch weiter gehen. Ein Beispiel dafür bietet eine ausländische Station, wo die elektrischen Wei-

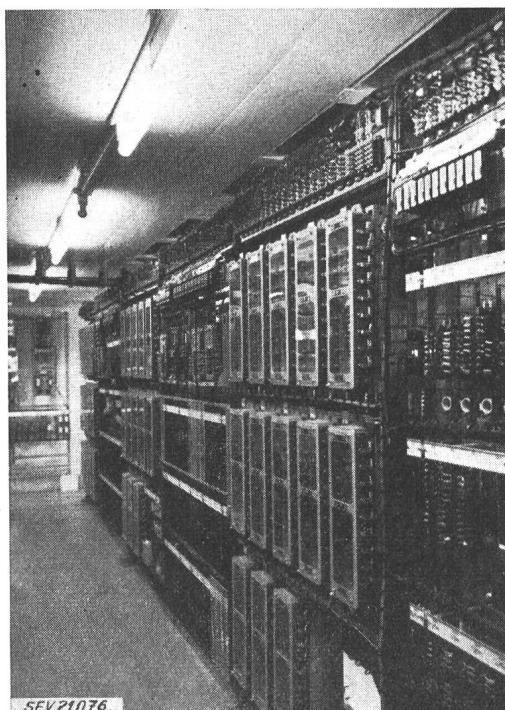


Fig. 6
Relaisgestelle des Stellwerkes Genf

chenschalter durch kleine Drehtasten ersetzt wurden, die in zwei Reihen übereinander und im halben Abstand angeordnet werden können. Der Raumbedarf für die Weichenstelleneinrichtungen wird daher auf einen Viertel reduziert gegenüber der Anwendung von normalen Schaltern. Es setzt dies jedoch voraus, dass der Beamte praktisch keine an-

deren Arbeiten zu verrichten hat als die Bedienung eines Stellwerkapparates, d. h. es handelt sich hier um Apparate für mittlere und grössere Stationen. Die zur Zeit in Vollendung befindliche Stellwerk-anlage Zug ist ebenfalls nach diesem Prinzip gebaut.

Sobald man auf die Sperren bei den Weichenschaltern verzichtet, kann man zum «levier itinéraire» übergehen, d. h. zu der Stellmethode, bei der die Weichen für Zugfahrten direkt durch den Fahrstrassensignalen schalter automatisch in die richtige Lage bewegt werden, bevor das Signal auf Fahrt gehen kann. Die Einzelbetätigung der Weichen und

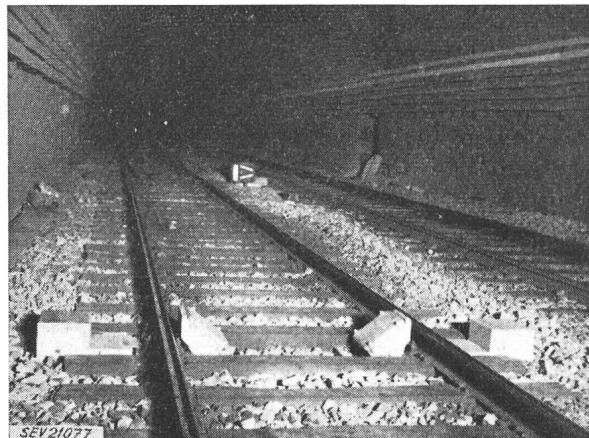


Fig. 7

Impulsgeber für die Achszählung im Gotthardtunnel

der damit verbundene Zeitaufwand des Beamten wird dadurch eingespart. Bei den Schweizerischen Bundesbahnen hat man dieses Prinzip ebenfalls schon verschiedentlich angewendet, wo es unmöglich war, Weichenschalter anzubringen, bzw. wo sie weggelassen werden konnten, weil keine Manöverfahrten ausgeführt werden. Als Beispiel dafür sei die schon weiter oben erwähnte Anlage Luzern-Fluhmühle genannt, ferner die von Göschenen aus ferngesteuerte Gleiswechselstation Gotthard-Mitte. Die Tendenz der Entwicklung geht dahin, bei mittleren und grösseren Stationen auch die Bedienungseinrichtungen für Fahrstrassen und Signale sperrenlos auszuführen, wodurch noch mehr Raum eingespart werden kann.

Zwei weitere wichtige Probleme der Sicherungstechnik konnten erst durch die Einführung der Elektrizität gelöst werden. Das erste betrifft die automatische Freimeldung der Strecke durch den Zug selbst, die, wie schon weiter oben erwähnt, schon ziemlich frühzeitig von den Amerikanern durch die Einführung der Gleistromkreise gelöst wurde. Allerdings ist diese Lösung nicht überall anwendbar, da in Europa sehr häufig Eisenschwellen verwendet werden, die bezüglich der Lebensdauer und bezüglich der Festigkeit des Gleises in engen Kurven wesentliche Vorteile gegenüber den Holzschwellen bieten. Die für den Gleistromkreis notwendige Isolierung der Schienen auf diesen Eisen-schwellen ist ausserordentlich schwierig und konnte in grösserem Maßstab bis jetzt noch nicht eingeführt werden. Die Einführung der Betonschwellen

bringt für die Gleistromkreise weitere neue Schwierigkeiten. Schliesslich gibt es Stellen am Gleis, die trotz Holzschwellen nicht mit Gleistromkreisen ausgerüstet werden können, beispielsweise feuchte Strecken in Tunnels. Diesen Schwierigkeiten konnte man ebenfalls mit elektrischen Mitteln begegnen, indem man die induktive Achszählung einführte, d. h. eine Einrichtung, bei der auf induktivem Weg die in eine Strecke einfahrenden Achsen gezählt werden, wobei die Freimeldung davon abhängig gemacht wird, dass am anderen Ende der Strecke gleich viele ausfahrende Achsen gezählt werden. Da in diesem Fall rasch laufende Relais verwendet werden müssen, d. h. Relais mit leichten Ankern, die nicht mit zwangsläufig geführten Kontakten ausgerüstet werden können, war es nur dadurch möglich, die erforderliche Sicherheit zu gewährleisten, dass besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Überwachung der kritischen Stromkreise durchgeführt wurden. Andere Mittel, um auch in solch schwierigen Fällen ohne Achszählung auszukommen, sind in Vorbereitung.

Während dieses ersterwähnte Problem die Übertragung der Zugschlussmeldung vom Fahrzeug auf die feststehenden Apparate zum Thema hat, betrifft das zweite Problem den umgekehrten Vorgang, die Übertragung der Signalstellungen auf die Lokomotive. Dieses Problem, das früher auch mit mechanischen Mitteln zu lösen versucht wurde, lässt sich bei den Geschwindigkeiten, mit denen heute auf den Hauptstrecken gefahren wird, ebenfalls nur elektrisch lösen. Diese Einrichtung, die in der Schweiz unter dem Namen Zugsicherung bekannt ist, verwendet bekanntlich ebenfalls induktive Übertragungsmittel, die nicht kontinuierlich, sondern punktweise direkt in der Nähe der betreffenden zu übertragenden Signale aufgestellt sind. Ein amerikanisches System, das mit kontinuierlicher Über-

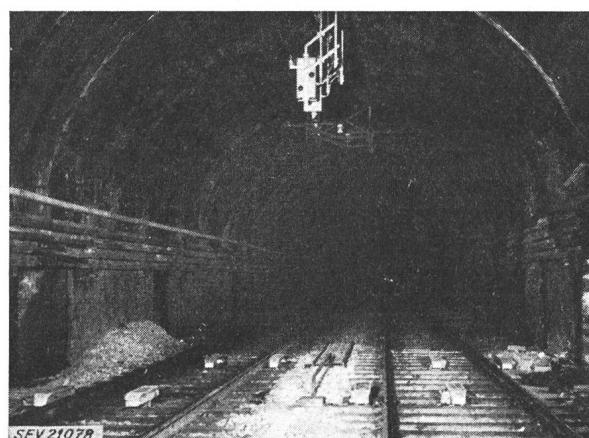


Fig. 8

Gleismagnete der Zugsicherung bei den Signalen der Blockstation Gotthardmitte

tragung arbeitet, verwendet für diesen Zweck Gleiströme. Es ist daher abhängig davon, dass das Gleis auf Holzschwellen liegt und der automatische Streckenblock eingeführt ist. Da diese Bedingung jedoch auf keinem Netz irgendeiner Bahn durchgehend erfüllt ist, ist die Einführung einer automatischen Zugsicherung in dieser Form ausserordentlich

teuer. Das in der Schweiz eingeführte System hat sich daher als das wirtschaftlichste erwiesen, und die Schweizerischen Bundesbahnen dürfen für sich die Ehre in Anspruch nehmen, als erste Verwaltung eine so weitgehende Sicherung auf ihrem ganzen Netz eingeführt zu haben. Wie wichtig das Vorhandensein dieser Einrichtung ist, ist durch die zahlreichen Unglücke und Katastrophen im Ausland, die durch die automatische Zugsicherung hätten verhindert werden können, im Laufe der letzten Jahre bewiesen worden.

Ein zweites Problem, das nur durch die Einführung der Elektrizität in das Eisenbahnsicherungswesen hat gelöst werden können, ist die Fernsteuerung von Weichen und Signalen über nur zwei Adern mit dem Zweck, ganze Stationen, die nur zeitweise bedient werden müssen, von einer anderen Stelle aus fernzubedienen. Während im Ausland dieses System schon weitgehend Eingang gefunden hat und ganze Strecken unter das Kommando einer einzigen Stelle gestellt wurden, hat man in der Schweiz davon noch wenig Gebrauch gemacht. Ein interessantes Beispiel hierfür bietet die Fernsteuerung der Ausweichstelle Altmatt zwischen Biber-

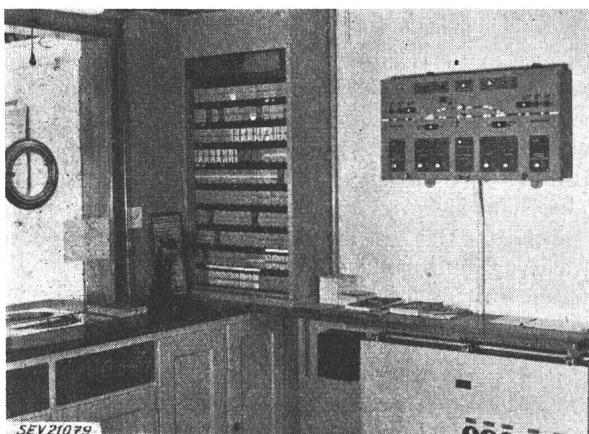


Fig. 9

Bedienungsapparat in Biberbrugg für die über 2 Adern ferngesteuerte Station Altmatt

brugg und Rothenthurm der Schweizerischen Südostbahn. Diese Ausweichstelle wird von Biberbrugg aus ferngesteuert, wobei im Normalzustand keinerlei Betätigung der Signale und Weichen durch den Beamten stattfindet; die Station wirkt als automatische Blockstelle. Sobald jedoch aus irgendwelchen Gründen Kreuzungsverlegungen nach Altmatt stattfinden müssen, kann der Beamte Weichen und Signale von Biberbrugg aus fernsteuern, was sonst nur möglich wäre, wenn die Station durch einen Beamten besetzt wäre. Da die Notwendigkeit, solche Kreuzungen nach Altmatt zu verlegen, jedoch relativ selten auftritt (fahrplanmässige Kreuzungen finden dort zur Zeit täglich nur ca. zwei statt), wäre die dauernde Besetzung der Station durch einen Beamten mit einem für den erreichten Effekt unverhältnismässig grossen Aufwand verbunden. Die Fernsteuerung der Anlage von Biberbrugg aus erweist sich als die wirtschaftlich richtige Lösung.

Während im Ausland diese Fernsteuerungseinrichtungen so arbeiten, dass sie an sich keine sicherungstechnischen Funktionen übernehmen, sondern

nur wie der verlängerte Arm des Beamten wirken, ist man in der Schweiz bestrebt, diese Einrichtungen als Teil der Sicherungsanlage selbst aufzubauen. Im ersten Fall verlangt man von diesen Einrichtungen nur Zuverlässigkeit, keine Sicherheit, da ein Fehler in der Apparatur ebenso wie eine Fehlbedienung keine unzulässigen Folgen hat, indem die Sicherungseinrichtungen der Stationen selbst, sowie die Sicherungseinrichtungen zwischen den Stationen für die Sicherheit der Zugsfahrten vollständige Garantie leisten. Dies bedeutet aber, dass zwischen den Stationen eben immer noch weitere Leitungen vorhanden sein müssen, um die sicherungstechnischen Abhängigkeiten herzustellen. Sehr häufig ist jedoch ein wesentlicher Teil der Kosten einer solchen Fernsteuerung gerade durch die Zahl der notwendigen Adern zwischen den Stationen bedingt. Sobald man der Fernsteuereinrichtung jedoch sicherungstechnische Aufgaben aufbürdet, um Adern zu sparen, kann man mit den Methoden, wie sie in der Fernmeldetechnik üblich sind, nicht mehr durchkommen; man ist genötigt, die in der Sicherungstechnik üblichen Bedingungen auch an diese Übertragungsapparate zu stellen. Unter diesen Umständen werden die Schaltungen wesentlich komplizierter, da man sozusagen von Schritt zu Schritt den Synchronismus der Apparate kontrollieren muss und genötigt ist, jeden Vorgang davon abhängig zu machen, dass der vorausgehende Vorgang vollständig durchgeführt wurde. Es zeigt sich auch hier wieder, dass die Fernmeldetechnik und die Eisenbahnsicherungstechnik wohl ähnliche Werkzeuge anwenden, jedoch mit ganz verschiedenen Methoden arbeiten.

Wenn man die Weiterentwicklung der Eisenbahnsicherungstechnik vorausschauend betrachtet, so findet man auch hier wie in der übrigen Technik die Tendenz, die Bedienungseinrichtungen zu vereinfachen, indem man sie auf kleinerem Raum konzentriert und die Bedienungsvorgänge möglichst einfach und logisch gestaltet. Dies ist nur mittels elektrischer Apparate erreichbar. Gleichzeitig gestattet die Anwendung der Elektrizität die Lösung einer ganzen Reihe von Problemen, die mit mechanischen Mitteln gar nicht oder nur unvollkommen hätten gelöst werden können. Es ist daher vorauszusehen, dass mechanische Mittel auch in der Eisenbahnsicherungstechnik immer mehr durch elektrische ersetzt werden, mit Ausnahme derjenigen Stellen, wo die mechanischen Mittel in der Natur der Sache liegen, wie beispielsweise die Verbindung des elektrischen Antriebes mit den Zungen der Weichen.

Man darf jedoch auch hier nie vergessen, dass die elektrischen Apparate lediglich Mittel zum Zweck sind, d. h. dass sie dazu dienen müssen, die speziellen Probleme der Eisenbahnsicherungstechnik zu lösen. Der Aufbau der Apparate und ihre Anwendung wird sich dieser Forderung unterstellen müssen, weshalb sie mit der Anwendung in der übrigen Elektrotechnik niemals vergleichbar sein werden, auch wenn scheinbare Ähnlichkeiten vorhanden sind.

Adresse des Autors:

Dr. ing. Karl Oehler, P. D. für Eisenbahnsicherungseinrichtungen an der ETH, Restelbergstrasse 16, Zürich 44.