

# Neuzeitliche Sicherung des Bahnverkehrs

Autor(en): **Felber, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **127/128 (1946)**

Heft 16

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83919>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Neuzeitliche Sicherung des Bahnverkehrs

Von Dipl. Ing. E. FELBER, Chef des Sicherungsdienstes  
bei der Generaldirektion der SBB, Bern

Anfangs dieses Jahres erhielt die Öffentlichkeit mit Genugtuung Kenntnis von der Einführung neuer leichter Lokomotiven bei den SBB, die es ermöglichen, unsere so beliebten Leichtschnellzüge mit einer maximalen Streckengeschwindigkeit von 125 km/h zu führen<sup>1)</sup>. Weiter freut man sich darüber, dass dieses Jahr auf verschiedenen Linien eine Vermehrung der Fahrleistungen, d. h. eine nochmalige Erhöhung der Zugzahl gebracht hat, obwohl bereits bis anhin die gefahrenen Zugkilometer erheblich über denen der Vorkriegszeit stehen. Es ist nicht selbstverständlich und stellt unseren Bahnverwaltungen ein gutes Zeugnis aus, dass diese Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und Verdichtung des Verkehrs auf unserem Schienennetz möglich ist, ohne die Fahrsicherheit zu beeinträchtigen. Von andern Verkehrsmitteln wissen wir, dass schnelleres Fahren und eine Vermehrung der Fahrzeuge oft genug eine Erhöhung der Unfallgefahr bedeuten<sup>2)</sup>.

Unsere Bahnen haben bereits während der sechs Kriegsjahre Transportleistungen bewältigt, wie sie früher nur ganz ausnahmsweise und vorübergehend vorkamen. Wir dürfen heute mit Befriedigung feststellen, dass die bei uns fast als Selbstverständlichkeit betrachtete Sicherheit im Bahnverkehr auch unter erschwerten Verhältnissen (Verdunkelung) mit ganz wenig Ausnahmen gewahrt werden konnte. Es ist unbestritten und verdient alle Anerkennung, dass diese Wahrung der Sicherheit zu einem grossen Teil dem pflichtbewussten Einsatz des gesamten Personals der Aussendienstes zuzuschreiben ist. Doch dieser allein hätte nicht genügt, wenn nicht gleichzeitig mit dem Anwachsen des Verkehrs auch die besonderen technischen Einrichtungen, die Signal- und Stellwerkanlagen laufend angepasst worden wären.

Während z. B. im Weltkrieg 1914/18 der Ausbau der Sicherungseinrichtungen vollständig ruhte, weil einerseits alle Bahnbauten überhaupt eingestellt worden waren und andererseits die Bahnverwaltungen bei der Beschaffung ihrer Stellwerkanlagen

<sup>1)</sup> SBZ Bd. 127, S. 75 (9. Febr. 1946).

<sup>2)</sup> Beim Strassenverkehr z. B. machten wir diese Erfahrung bereits vor dem Kriege, und wir erleben heute wieder ein rapides Anwachsen der Unfallhäufigkeit, obwohl bis jetzt erst ein Teil der Vorkriegsfahrzeuge in den Verkehr gesetzt worden ist. Die Zahl der Unfälle und die der Verunfallten, an denen Motorstrassenfahrzeuge beteiligt waren, hat sich in den ersten vier Monaten dieses Jahres gegenüber denen des Vorjahres angenähert verdoppelt.

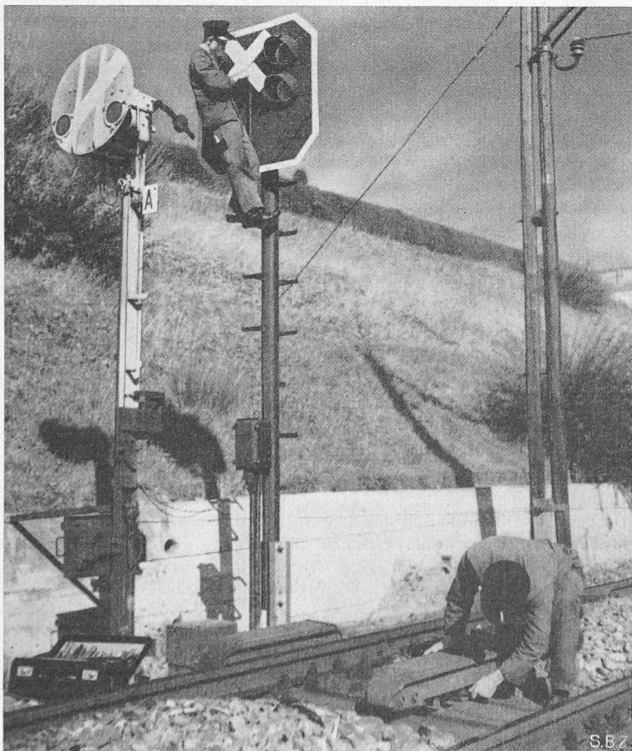


Bild 1. Das neue dreibegriffige Lichttages-Vorsignal verdrängt immer mehr das zweibegriffige Klappscheiben-Vorsignal

damals noch ganz auf ausländische Lieferanten angewiesen waren, wurde in den vergangenen sechs Kriegsjahren der Weiterausbau der Signal- und Sicherungsanlagen kräftig gefördert.

### A. Signale

Die markanteste Neuerung in der Weiterentwicklung der Signalanlagen ist der Uebergang von den bewegten Formsignalen (Semaphoren, Klappscheiben) zu den Lichttagessignalen. Während diese Signale im Ausland, z. B. in Frankreich, England und besonders in Amerika, seit Jahrzehnten bekannt und dort z. T. stark verbreitet sind, fanden sie vorerst in der Schweiz nur zögernd Eingang<sup>3)</sup>. Kurz vor dem Krieg sind dann drei grosse Bahnhöfe, Brugg, Zürich-HB und Sargans, ausschliesslich mit Lichttagessignalen ausgerüstet worden. Gestützt auf die seitherigen guten Erfahrungen wurde im Jahre 1939 entschieden, dass inskünftig nur noch diese Signalbauart neu zur Aufstellung gelangen soll. Gleichzeitig wurde ihre Ausführung normalisiert und ihre konstruktive Durchbildung, die Wahl der Optik und die Verwendung der zugehörigen Schaltungen durch einheitliche Vorschriften geregelt<sup>4)</sup>. Die Vorteile der neuen Signale lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Das Lichttagessignal zeigt dem Lokomotivführer bei Tag und bei Nacht das nämliche Signalbild. Es ist bei ungünstigen Sichtverhältnissen (Dämmerung, Nebel, Regen, Schneetreiben) und besonders auch im Mastengewirr unserer grossen Bahnhöfe besser und auf grössere Entfernung sichtbar als ein bewegtes Formsignal. Die Bedienung ist von der Distanz und von Witterungseinflüssen unabhängig. Da am Signal selbst keine bewegten Teile mehr vorhanden sind, ist der Unterhalt minimal und beschränkt sich auf das gelegentliche Auswechseln einer Glühlampe. Der für seine Herstellung benötigte Material- und Arbeitsaufwand ist geringer und damit auch der Preis günstiger. Neue erweiterte Signalbegriffe lassen sich durch wahlweise Kombination in der Verbindung der farbigen Signallichter ohne Schwierigkeiten darstellen.

Dieser letztgenannte Vorteil ist einige Jahre vor dem Krieg mit der Einführung des dreibegriffigen Vorsignals (Bild 1 u. 2) ausgenützt worden. Zeigt das alte Klappscheibenvorsignal nur die beiden Stellungen «Warnung» (= am nächsten Signal ist Halt zu erwarten) und «Freie Fahrt», so kann der Lokomotivführer am dreibegriffigen Lichtvorsignal erkennen, ob die Einfahrt gesperrt ist (zwei brandgelbe Lichter nebeneinander), ob die Fahrt frei über Weichen in gerader Stellung, d. h. ohne Geschwindigkeitsbeschränkung (zwei grüne Lichter in schräger Anordnung), oder ob sie frei über ablenkende Weichen mit Geschwindigkeitsbeschränkung auf 40 km/h ist (ein brandgelbes und ein grünes Licht in schräger Anordnung). Diese verbesserte Signalisierung ist auf den mit hoher Geschwindigkeit befahrenen Linien besonders wichtig.

Die dreibegriffigen Vorsignale werden heute über zwei Kabeladern in der Regel mit Hilfe eines am Signal untergebrachten polarisierten Relais gesteuert. Dabei wird das selbe Kabel verwendet, das anlässlich der Elektrifizierung unserer Hauptlinien für die elektrische Beleuchtung der mechanischen Formsignale verlegt wurde.

Das Vorsignal steht auf Bremswegentfernung vor dem zugehörigen Hauptsignal. Wird die Fahrgeschwindigkeit erhöht, z. B. auf 125 km/h statt bisher 110 km/h, so muss entweder versucht werden, durch eine verbesserte Bremsung den früheren Bremsweg beizubehalten, oder die Vorsignale müssen um den Betrag des vergrösserten Bremsweges versetzt werden.

Im Jahre 1940 trat auch an den Hauptsignalen eine neue Signalisierung in Kraft. Am Semaphor zeigen zwei Flügel schräggestellt, dass die nächstbefahrene Weiche in ablenkender Stellung liegt und darum nur mit 40 km/h befahren werden darf. Seit einigen Jahren werden nun Weichen verwendet, deren ablenkender Strang einen grösseren Radius aufweist und die deshalb mit 60 bis 90 km/h befahren werden können. Da solche Weichen nur in vereinzelten Fällen und zwar meistens dort, wo Züge häufig über ablenkende Weichen durchfahren, vorkommen, müssen sie dem Lokomotivführer einwandfrei angezeigt werden.

Die neue Signalisierung zeigt für eine gewöhnliche ablenkende Weiche bei Tag nach wie vor zwei Flügel am Semaphor, nachts dagegen ein grünes und ein brandgelbes Licht senkrecht übereinander, während Weichen besonderer Bauart (für hohe Durchfahrgeschwindigkeit) in ablenkender Stellung mit zwei grünen Lichtern senkrecht übereinander am Hauptsignal (Bild 3) und zwei grünen und einem brandgelben Licht am zugehörigen

<sup>3)</sup> Siehe SBZ Bd. 106, S. 23 (13. Juli 1935).

<sup>4)</sup> Siehe SBZ Bd. 117, S. 56\* und 156\* (1941).

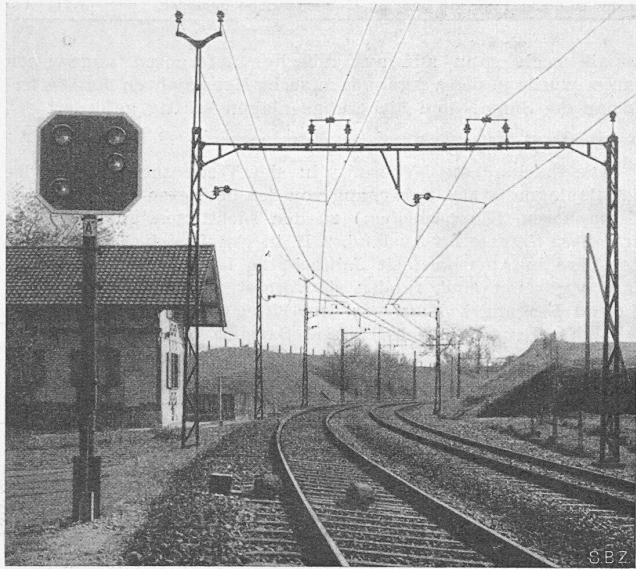


Bild 2. Normalisiertes dreibegriffiges Lichttages-Vorsignal; im Gleis sind die Streckengeräte der automatischen Zugsicherung sichtbar. Zwei brandgelbe Lichter nebeneinander = *Warnung* (am nächsten Signal ist Halt zu erwarten)  
Zwei grüne Lichter (untere Laterne links und untere Laterne rechts) = *Fahrt frei* über Weichen in gerader Stellung  
Ein brandgelbes und ein grünes Licht (obere Laterne links und untere Laterne rechts) = *Fahrt frei* über gewöhnliche Weichen in ablenkender Stellung mit max. 40 km/h

Vorsignal (4. Begriff) signalisiert werden (s. Abb. in Bd. 117, S. 156).

Für diese neue Signalisierung sind nun durchwegs Lichttagessignale notwendig. Wir finden sie heute auf allen wichtigen Abzweigstationen, z. B. in Renens, wo die Schnellzüge nach Yverdon nun mit 90 km/h durchfahren können, statt früher mit 40 km/h, ferner in Zollikofen (Abzweigung nach Biel), Olten-Verbindungsline, Sentimatt-Fluhmühle (bei Luzern) und ferner auch bei Uebergangswweichen Einspur-Doppelspur und umgekehrt, z. B. Immensee, Melide, Maroggia, Räterschens usw.

Die Auswechslung der oft veralteten, an und für sich ersatzbedürftigen mechanischen Formsignale lässt sich besonders zweckmässig und wirtschaftlich gleichzeitig mit der Elektrifizierung einer Strecke durchführen. Dies war in den letzten Jahren auf folgenden Linien der Fall: Luzern - Meiringen - Interlaken, Seebach - Wettingen, Winterthur - Neuhausen, Wil - Wattwil, Effretikon - Hinwil, Turgi - Koblenz, Koblenz - Eglisau, Bülach - Winterthur und Busswil - Solothurn. Eine Anzahl weiterer Linien ist zurzeit noch im Umbau begriffen.

#### B. Elektrische Fernbedienung der Weichen

Auf dem Netz der SBB wurde die erste elektrische Stellwerkanlage im Jahre 1920 im Bahnhof Göschenen dem Betrieb übergeben. Sie hat sich dort unter klimatisch ungünstigen Verhältnissen und während zeitweise äusserst starkem Verkehr sehr gut bewährt. In der Folge wurde dann nach und nach eine grosse Zahl von Bahnhöfen, meist in Verbindung mit einer Erweiterung der Gleisanlagen, mit elektrischen Stellwerken ausgerüstet.

Bei der elektrischen Fernbedienung übernimmt ein kleiner Motor die Umstellung der Weichen und Signale. Da es nicht vorkommen darf, dass wegen Stromausfall die ganze Anlage stillsteht, wurden früher zur Speisung der Motoren grosse Batterien aufgestellt. Seit einigen Jahren verwenden die SBB als Motorstrom den bahneigenen Wechselstrom von 16% Perioden, wobei das lokale Ortsnetz als Reserve dient.

Die Vorteile des elektrischen Stellwerkes sind mannigfaltig: Weichen und Signale lassen sich völlig mühelos bedienen. Die Stellorgane beanspruchen nur ganz wenig Raum, sodass einem einzigen Stellwerkwärter eine wesentlich grössere Zahl von Weichen zur Bedienung übertragen werden kann. Die Sicherheit ist grösser, da die Weichenlage dauernd mit einem Ruhestrom überwacht wird. Das Weichenüberwachungsrelais wird im Steuerstrom der Signale überprüft. Ist ein Signal in Fahrstellung und wird nachträglich eine damit in Abhängigkeit stehende Weiche durch äussere Einflüsse, z. B. durch das Aufschieben durch ein rangierendes Fahrzeug aus ihrer richtigen Lage gebracht, so geht das Signal automatisch in die Haltstellung über und deckt somit die in unrichtiger Lage befindliche Weiche.

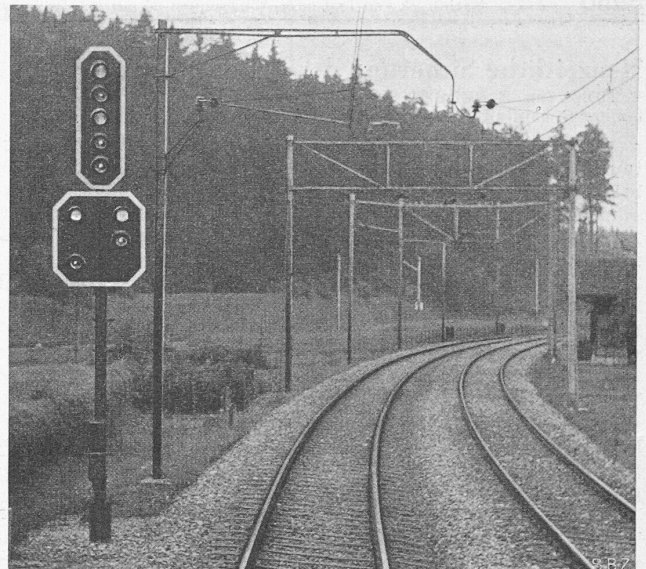


Bild 3. Normalisiertes vierbegriffiges Lichttages-Einfahrtsignal (oben).  
1 rotes Licht (zweitoberste Laterne) = *Halt*  
1 grünes Licht (oberste Laterne) = *Fahrt* über Weichen in gerader Stellung  
2 grüne Lichter übereinander (oberste und drittoberste Laterne) = *Fahrt frei* über Weichen besonderer Bauart auf Ablenkung mit  $V_{max} = 60$  km/h  
1 grünes und 1 brandgelbes Licht übereinander (oberste und viertoberste Laterne) = *Fahrt frei* über Weichen gewöhnlicher Bauart auf Ablenkung mit  $V_{max} = 40$  km/h  
Unterste Laterne = Notrotlicht, leuchtet auf, wenn Normalrot z. B. infolge Lampendefekt erlöscht  
Unter dem Einfahrtsignal, dreibegriffiges Vorsignal zum Ausfahrtsignal

Eine elektrische Stellwerkanlage braucht viel weniger Unterhalt als eine gleich grosse mechanische Anlage, weil die langen Draht- und Gestängeleitungen wegfallen. Da jedoch die Erstellungskosten verhältnismässig hoch sind, war man bei uns noch lange Zeit der Ansicht, die elektrische Fernbedienung der Weichen und Signale komme nur für grosse Bahnhöfe in Frage. Erst in den letzten Jahren wurden ihre Vorteile auch für mittlere und kleine Stationen erkannt und verwertet (Bild 4).

Auf den Stationen der in den vergangenen Kriegsjahren elektrifizierten Linien waren früher meist alle Weichen noch örtlich von Hand bedient. Um eine Zugs Kreuzung rasch durchführen zu können, waren drei Mann Stationspersonal nötig. Werden dagegen die Einfahrweichen vom Stellwerk aus elektrisch fernbedient, so kann der Abfertigungsbeamte allein mit Leichtigkeit eine Zugs Kreuzung besorgen. Aus diesem Grunde ist z. B. die ganze Brüniglinie mit kleinen elektrischen Stellwerkanlagen ausgerüstet worden. Nachdem dort der Verkehr dank der Elektrifikation ganz beträchtlich angestiegen ist, haben sich die genannten Einrichtungen ausserordentlich gut bewährt und wesentlich zur Beschleunigung der Betriebsabwicklung beigetragen. Seither sind auf allen Linien, die in letzter Zeit elektrifiziert wurden, die meisten Stationen gleichzeitig mit modernen Signal- und Sicherungsanlagen ausgerüstet worden.

#### C. Kontrolle der Gleisbelegung

Die heute bekanntesten und wohl auch noch häufigsten Gefährdungsmöglichkeiten im Eisenbahnbetrieb sind Zusammenstösse durch Befahren von besetzten oder nicht völlig profilfreien Gleisen und Entgleisungen wegen unzeitigem Umstellen von Weichen unter dem rollenden Fahrzeug<sup>5)</sup>.

Der einfachste Schutz gegen diese Gefährdungen ist die Sichtkontrolle. Dementsprechend lauten die Vorschriften für den Fahrdienst, dass keinem Zug freie Fahrt erteilt werden darf, bevor der verantwortliche Beamte den Freizustand des zugehörigen Fahrweges überprüft hat; bei der Umstellung von Weichen gilt als Hauptregel, dass der Bedienende vor dem Umlegen eines jeden Hebels sich überzeugen muss, ob die zugehörige Weiche wirklich frei von Fahrzeugen ist. Voraussetzung für die Einhaltung dieser Vorschrift ist somit eine ausreichende Sicht auf Gleise und Weichen.

Eine Sicherheit jedoch, die einzig und allein von der Zuverlässigkeit des Personals abhängig ist, genügt nur bei ganz ein-

<sup>5)</sup> Vgl. z. B. Schüpheim, SBZ Ed. 123, S. 25\* (1944).

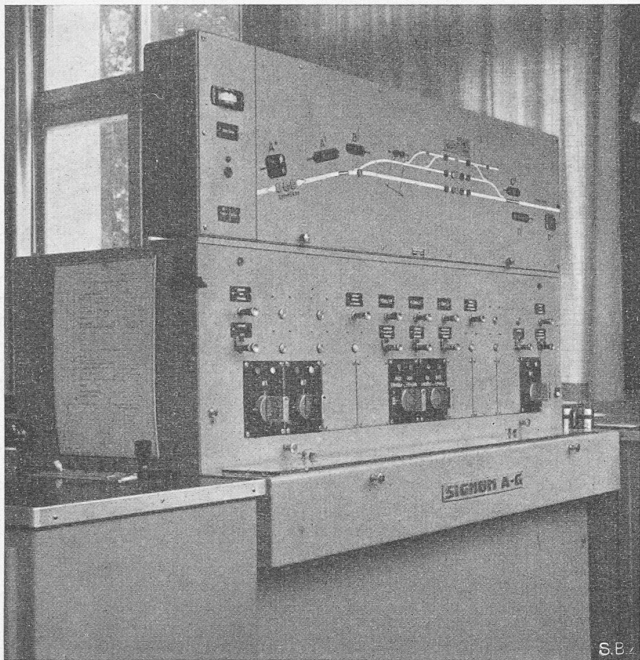


Bild 4. Neuster Stellwerkapparat zur elektrischen Fernbedienung von Weichen und Signalen. In der Mitte zwei Signalschalter, links und rechts davon Weichenschalter

fachen Verhältnissen. Ueberall dort, wo, wenn auch nur zeitweise, dichter und schneller Verkehr vorkommt, sind zwangsläufig wirkende, technische Sicherungseinrichtungen unerlässlich. Das Festhalten der Weichen während einer Zugsfahrt wurde sehr bald nach der Erstellung der ersten Eisenbahnen in den Stellwerkanlagen verwirklicht. Besonders gefährdete Weichen, die bei vorzeitiger Entriegelung und anschliessender Umstellung zu folgenschweren Entgleisungen führen könnten, wurden mit zusätzlichen Einrichtungen gesichert. So hat man bei uns alle entfernt liegenden Weichen mit einer 12 m langen mechanischen Fühlschiene ausgerüstet. Nähert sich ein Fahrzeug einer solchen Weiche, so ist deren Umstellung so lange gesperrt, bis sich kein Rad mehr auf der Fühlschiene befindet. Seit der Weiterentwicklung im Bau besonders langer Fahrzeuge, z. B. der Leichtstahlwagen, reicht der durch diese Fühlschiene ausgeübte Schutz allerdings nicht mehr aus.

Im Rangierverkehr dagegen waren bis in die neuere Zeit auf allen unsern Bahnhöfen und Stationen die Weichen frei und der einzige Schutz gegen unzeitiges Umlegen lag in der Zuverlässigkeit der sie bedienenden Beamten. Rangierentgleisungen sind deshalb auf unseren grossen Bahnhöfen fast alltäglich vorgekommen.

Zum Schutz von Einfahrten auf besetzte Gleise besitzen alle unsere Stellwerkanlagen die sog. Belegtabhängigkeit. Wird eine Einfahrt eingestellt, so erscheint am Stellwerkapparat für das betreffende Gleis ein roter Belegtschild und alle übrigen Ein-

fahrten auf dieses Gleis sind gesperrt bis zur Einstellung und Rücknahme einer zugehörigen Ausfahrt. Diese Einrichtung wirkt jedoch unvollkommen. Wird z. B. ein Gleis durch eine Rangierfahrt oder durch Abhängen von Wagen an einem eingefahrenen Zug besetzt, so erscheint es am Stellwerkapparat nach vollzogener Ausfahrt trotzdem wieder frei. Ebenso kann das «Belegt» durch Ein- und Rückstellen einer fingierten Ausfahrt jederzeit beseitigt werden.

Die bereits vor dem Krieg eingetretene Steigerung der Zugsdichte und Reisegeschwindigkeit und das sich daraus ergebende Anwachsen der Gefährdungsmöglichkeiten verlangte das Ausfüllen dieser Lücke durch Schaffen einer Einrichtung, die die Belegung von Weichen und Gleisabschnitten selbsttätig überprüft, nach einer zentralen Stelle meldet und die zugehörigen Hebel für Signale und Weichen zwangsläufig sperrt. Das einfachste, zuverlässigste und billigste Mittel zur Erreichung dieses Zieles sind die Gleisströme mit Hilfe von isolierten Schienen, die nach folgendem Prinzip arbeiten<sup>6)</sup>:

An dem zu überwachenden Gleis- oder Weichenabschnitt wird ein Schienenstrang mit Hilfe von Isolierstössen (Bild 5) vom andern Schienenstrang elektrisch isoliert. An seinem Anfang werden die beiden Schienenstränge mit den Polen einer Gleichstrombatterie B (Bild 6), meist 12 Volt, verbunden. Am andern Ende schliesst man an sie die beiden Klemmen der Magnetspule des Gleisrelais R an. Ist der Gleisabschnitt frei, so fliesst der Strom von der Batterie durch den isolierten Schienenstrang zum Gleisrelais und durch die geerdete Schiene zur Klemme der Batterie zurück. Der Anker im Gleisrelais ist alsdann angezogen und das Relais meldet den Gleisabschnitt bzw. die Weiche frei. Befindet sich ein Fahrzeug auf dem isolierten Abschnitt, so wird der isolierte Schienenstrang über die metallische Achse mit dem andern Schienenstrang elektrisch verbunden, die Batterie ist dadurch kurz geschlossen und das Gleisrelais wird stromlos. Sein abgefallener Anker zeigt die Besetzung an.

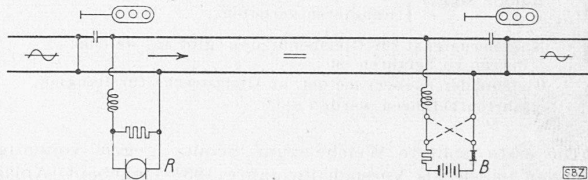


Bild 6. Prinzip der Gleisströme. B Batterie, R Relais

Diese Gleisströme sind in der Eisenbahnsicherungstechnik seit längerer Zeit bekannt und wurden im Ausland, so z. B. in Frankreich, England, Amerika und in neuerer Zeit auch in Italien auf allen grösseren Bahnhöfen angewendet. Zur Verwendung auf dem Netz der SBB mussten sie unseren besondern Verhältnissen angepasst werden. Während z. B. Bahnen mit Gleichstrom als Traktionskraft für die Gleisströme zu Sicherungszwecken Wechselstrom verwenden, haben wir zur Speisung unserer isolierten Gleisabschnitte niedergespannten Gleichstrom gewählt. Die Beeinflussung der Gleisrelais durch Fahrstrom wird durch Vorschalten von Drosselspulen verhindert. Zur Rückleitung des Traktionsstromes dient im Bereich isolierter Gleisabschnitte nur ein Schienenstrang, der von Zeit zu Zeit über Querverbindungen mit andern geerdeten Schienen verbunden wird.

<sup>6)</sup> Vgl. SBZ Bd. 116, S. 259\* (1940).

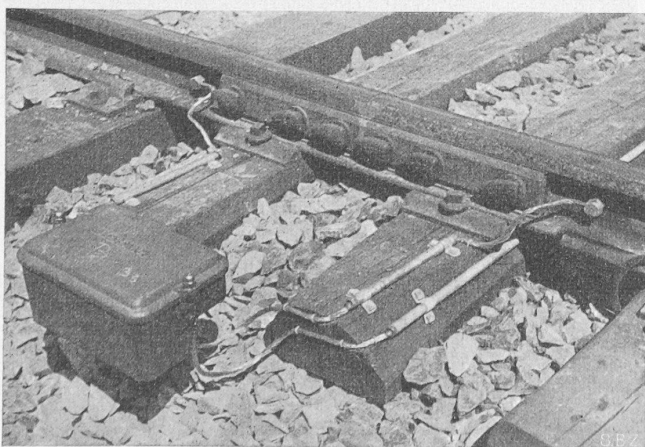


Bild 5. Isolierstoss mit Anschlussleitungen für die Gleisströme zur Ueberwachung der Gleisbelegung

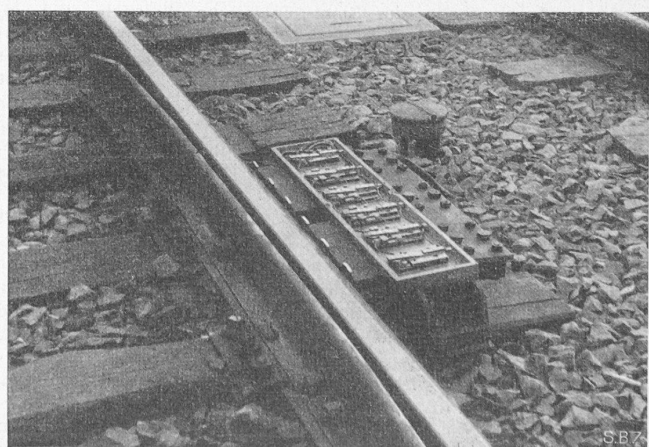
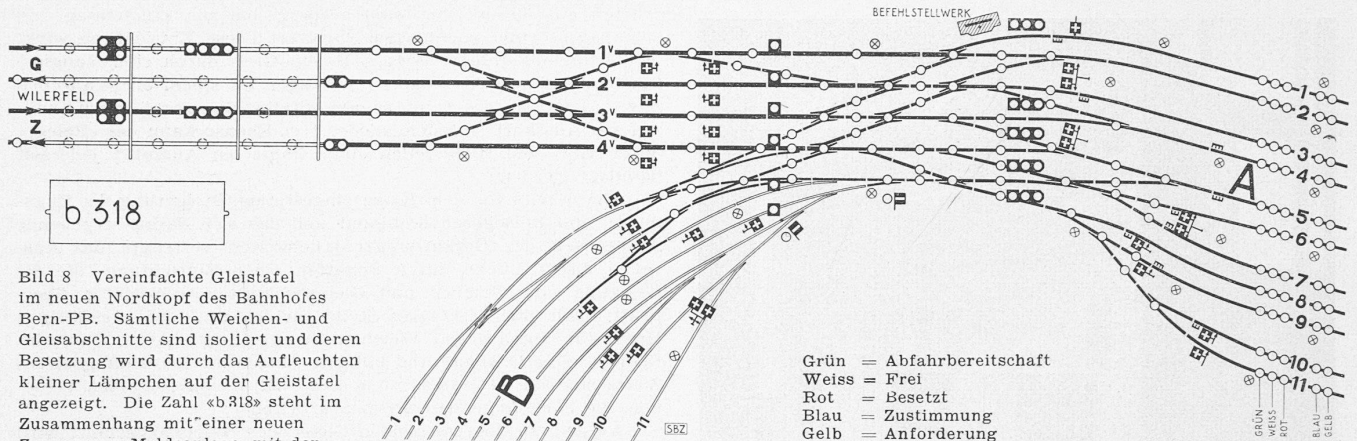


Bild 7. Mechanischer Schienenkontakt (Rad-taster) zur Kontrolle der Gleisbelegung nach dem System der Achszählung



**Bild 8 Vereinfachte Gleisafel** im neuen Nordkopf des Bahnhofes Bern-PB. Sämtliche Weichen- und Gleisabschnitte sind isoliert und deren Besetzung wird durch das Aufleuchten kleiner Lämpchen auf der Gleisafel angezeigt. Die Zahl «b 318» steht im Zusammenhang mit einer neuen Zugnummer-Meldeanlage, mit der ankommende Züge von der Signalstation Wilerfeld vorgemeldet werden.

- Grün = Abfahrtsbereitschaft
- Weiss = Frei
- Rot = Besetzt
- Blau = Zustimmung
- Gelb = Anforderung

- Meldungen vom Stellwerk an das Fahrpersonal:
- Vorsignal    Warnung: 2 orange Lichter waagrecht  
                   Fahrt: 2 grüne Lichter waagrecht
  - Einfahrtsignal    Fahrt: 1 grünes Licht  
                           Halt: 1 rotes Licht  
                           Nothalt: 1 rotes Licht, wenn Normalrotlicht gestört
  - Ausfahrtsignal    Fahrt: 1 grünes Licht  
                           Halt: 1 rotes Licht
  - Vorrücksignal für Rangierfahrten    { Halt!  
   Vorrücken!
  - Rangiersignal    { Rangieren gestattet  
   Rangieren verboten
  - Nummernsignal für Gleisbenützung, gibt an, welcher Perron zu befahren ist
  - Gleismelder (Geber) meldet, ob Gleisstrecke für Rangierfahrten befahren werden darf

- Meldungen von der Strecke an das Stellwerk:
- Meldelampe (meldet vom Wärter an das Stellwerk)  
                           Rot: besetzt; Grün: Zug abfahrtsbereit
  - Isolierter Gleisabschnitt mit Meldelampe
  - Leuchtstreifen für die Meldung der belegten Streckengleise (ganze Strecke leuchtet auf)
  - Radtaster für Achszählung zur Kontrolle der Besetzung der Perrongleise

Die erste isolierte Weiche zum Schutz gegen vorzeitiges Umstellen wurde als Versuch im Jahre 1931 eingebaut. Anlässlich der Erstellung der elektrischen Stellwerkanlage im Zürcher Hauptbahnhof 1935/36 wurde zum ersten Mal die Belegung der Perrongleise durch Gleisströme überprüft und selbsttätig nach dem Befehlsstellwerk auf der grossen Brücke gemeldet. Diese Einrichtung hat sich dort vom ersten Tag an ausserordentlich gut bewährt, denn in einem so grossen Bahnhof ist eine einwandfreie Sichtkontrolle über die freien Einfahrtgleise ohne untragbaren Personalaufwand fast unmöglich.

In der an und für sich modernen Stellwerkanlage in Zürich HB waren dagegen sämtliche Weichen im Manöver frei. Bald nach der Inbetriebsetzung erwies sich dieser Zustand als sehr nachteilig. Wir erlebten im dortigen Vorbahnhof in der ersten Zeit bis gegen 100 Entgleisungen im Monat infolge Weichenstellungen unter rangierenden Fahrzeugen. Dabei entstanden, abgesehen von den betrieblichen Störungen, oft erhebliche Schäden am Gleis und an den Fahrzeugen. Seither haben sich die dortigen Verhältnisse gebessert. Das Bedienungspersonal hat sich an die erforderliche Aufmerksamkeit gewöhnt und ein paar weit abliegende, der Sicht entzogene Weichen sind inzwischen isoliert worden. Erst vor kurzem ist das grosse Weichenkreuz in der Mitte des Vorbahnhofes ebenfalls noch isoliert und dessen Besetzung mit Hilfe von Gleisströmen überwacht worden.

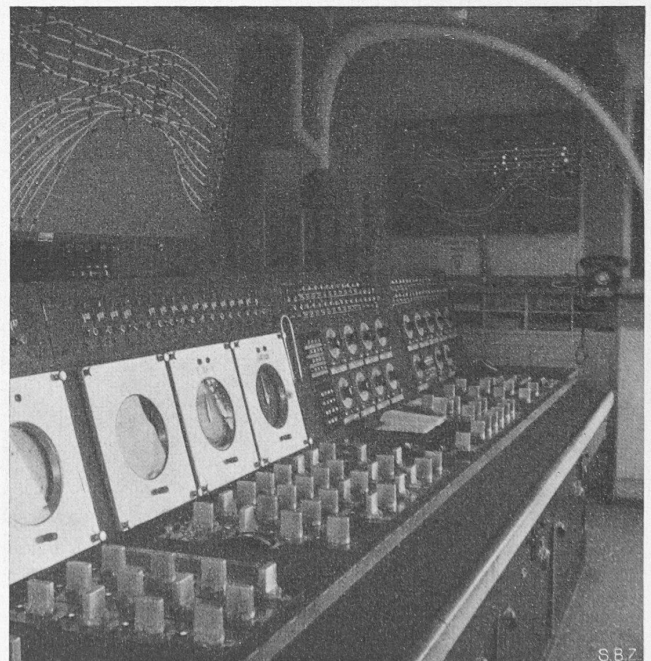
Gestützt auf die Erfahrungen in Zürich werden nun bei der Projektierung und Ausführung neuer Stellwerkanlagen die Verwendung der Gleisströme weiter verfolgt und, wo sie sich als vorteilhaft erweisen, auch tatsächlich angewendet.

Die erste Anlage mit Vollisolierung wurde im Jahre 1941 im neuen Nordkopf des Bahnhofes Bern PB (Bild 8 und 9) ausgeführt. Dort sind nun sämtliche Weichen und Gleisabschnitte isoliert und ihre Besetzung mit Gleisströmen überwacht. Trotz nach wie vor engen und unübersichtlichen Gleisverhältnissen und mindestens zeitweise aussergewöhnlich dichtem Rangierverkehr sind dort weder in der ersten Betriebszeit, noch seither Entgleisungen wegen unzeitigen Weichenstellungen vorgekommen.

Im gleichen Jahr wurde bei der Ausrüstung des vergrösserten Bahnhofes Neuenburg<sup>7)</sup> mit einer modernen elektrischen Sicherungsanlage dank der Isolierung ein ganzer Stellwerkbezirk eingespart. Die Weichen im südlichen Gleiskopf, für deren Be-

dienung ursprünglich ein besonderes Wärterstellwerk vorgesehen war, werden heute ohne jede Sicht vom zentralen Hauptstellwerk aus fernbedient. Das Stellen der Weichen durch den dortigen Stellwerkwärter geschieht restlos nach einer über dem Stellwerkapparat angebrachten Fahrtafel (Gleisafel), worauf der Besetz- oder Freizustand der Weichen- und Gleisabschnitte dauernd durch Aufleuchten von Lämpchen gemeldet wird.

Im Netz der SBB ist heute eine neuzeitliche, vollwertige Sicherungsanlage ohne Gleisströme nicht mehr denkbar. Mit Rücksicht auf die erheblichen Kosten können diese Einrichtungen jedoch nur nach und nach eingeführt werden. Für die Vollisolierung kommen in erster Linie grosse Bahnhöfe und Stationen an wichtigen Hauptlinien in Frage. Auf mittleren Stationen können mit Hilfe der Weichenisolierung die früher üblichen besondern Wärterstellwerke entbehrt werden. Die Isolierung



**Bild 9. Stellwerk im Bahnhof Bern-PB, das modernste im Netz der SBB.** Unten Vierreihen-Schalterwerk, darüber Gleisafel, hinten Fahrtafel auf der Westseite

<sup>7)</sup> Vgl. SBZ Bd. 120, S. 305\* (1942).

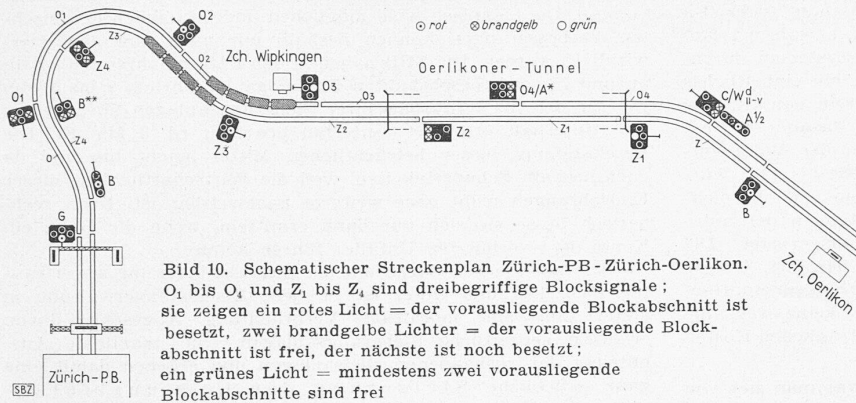


Bild 10. Schematischer Streckenplan Zürich-PB-Zürich-Oerlikon. O<sub>1</sub> bis O<sub>4</sub> und Z<sub>1</sub> bis Z<sub>4</sub> sind dreibegriffige Blocksignale; sie zeigen ein rotes Licht = der vorausliegende Blockabschnitt ist besetzt, zwei brandgelbe Lichter = der vorausliegende Blockabschnitt ist frei, der nächste ist noch besetzt; ein grünes Licht = mindestens zwei vorausliegende Blockabschnitte sind frei

bringt somit nicht nur eine Erhöhung der Sicherheit, sondern meist auch eine ganz erhebliche Personaleinsparung. Ganz allgemein sind Gleisströme heute unentbehrlich zur selbsttätigen Kontrolle der Belegung von Gleisabschnitten, zur Sicherung der Weichen gegen vorzeitiges Umstellen, zur Ueberwachung der Profilverfreiheit, speziell auf einspurigen Kreuzungsstationen, zum Ermöglichen der Fernbedienung von Weichen ohne direkte Sicht und schliesslich zur Steuerung des automatischen Streckenblocks.

D. Automatischer Streckenblock

Unter Streckenblock verstehen wir jene Einrichtungen, die zur Sicherung der Züge auf der freien Strecke dienen. Grundsätzlich darf sich zwischen zwei Stationen immer nur ein Zug befinden. Zur Regelung der Zugfolge gibt es drei prinzipiell verschiedene Arten: 1. die telephonische bzw. telegraphische Rückmeldung der Züge von Station zu Station (einfachstes und primitivstes Verfahren); 2. die Sicherung der Züge durch den handbedienten elektrischen Streckenblock; 3. den vollautomatischen Streckenblock.

Beim vollautomatischen Streckenblock<sup>8)</sup> sichert sich der Zug selbst, ohne irgendwelche Mitwirkung des Stationspersonals. Solange das Streckengleis besetzt ist, bleibt das zugehörige Ausfahrtsignal in Haltstellung verschlossen. Es wird selbsttätig entsperrt, sobald die Strecke wieder frei, d. h. der vorausfahrende Zug das nächste Hauptsignal erreicht hat. Allfällig zwischen zwei Stationen vorhandene Zwischenblocksignale werden durch den Zug selbst gesteuert. Sie zeigen in Normalstellung freie Fahrt und gehen nur so lange auf Halt, als der vorausliegende Streckenabschnitt noch besetzt ist.

Der automatische Streckenblock ist im Ausland schon lange angewendet worden, so vor allem bei den von Anfang an sehr dicht befahrenen Stadtbahnen ausländischer Grosstädte. In den letzten Jahren vor dem Krieg wurden auch lange Fernbahnstrecken damit ausgerüstet. Diese Art Block kommt dort in Frage, wo die Leistungsfähigkeit einer bereits dicht befahrenen Strecke noch gesteigert werden soll.

Auf dem Netz der SBB wurde der erste automatische Streckenblock gleichzeitig mit der neuen Stellwerkanlage zwischen Zürich PB und Zürich-Wiedikon ausgeführt. Das früher durch einen Blockwärter bediente Zwischenblocksignal an der Hohlstrasse wird seither automatisch durch den Zug gesteuert.

Gestützt auf die dortigen guten Erfahrungen verlangte der Betriebsdienst die Automatisierung des Streckenblocks von Zürich PB bis Zürich-Oerlikon (Bild 10 und 11). Hier wurde nun zum ersten Mal die neue Blockanlage unter Berücksichtigung einer maximalen Leistungssteigerung dieser Strecke projektiert. Gab es früher zwischen Zürich und Oerlikon bereits drei Blockabschnitte mit zwei bedienten Blockstellen, so sind es heute deren fünf, d. h. es können in jeder Richtung gleichzeitig fünf Züge unterwegs sein. Die Blockstrecken haben eine durchschnittliche Länge von 800 m, also etwas mehr als die erforderliche Bremslänge. Gleichzeitig wurde die Zahl der Signale herabgesetzt, indem jedes Blocksignal mit dem Vorsignal des nächsten Blocksignals zu einem neuen, dreibegriffigen Signal vereinigt wurde. Diese Blockanlage hat seit ihrer Inbetriebnahme im Jahre 1941 die in sie gestellten Erwartungen restlos erfüllt. Heute können sich die Züge auf dieser Strecke im Abstand von zwei Minuten folgen, was sich besonders zur Zeit des Berufsverkehrs und auch in Verspätungsfällen günstig auswirkt.

Seither ist der Block automatisiert worden zwischen Zürich PB und Zürich-Letten, Lausanne-Renens, Bern-Wilerfeld, Luzern-Fluhmühle-Emmenbrücke bzw. Littau<sup>9)</sup>. Zur Zeit sind Detailstudien im Gang für die Automatisierung des Streckenblocks

<sup>8)</sup> Vgl. SBZ Bd. 120, S. 155\* (1942).  
<sup>9)</sup> Siehe SBZ Bd. 114, S. 284\* (1939).

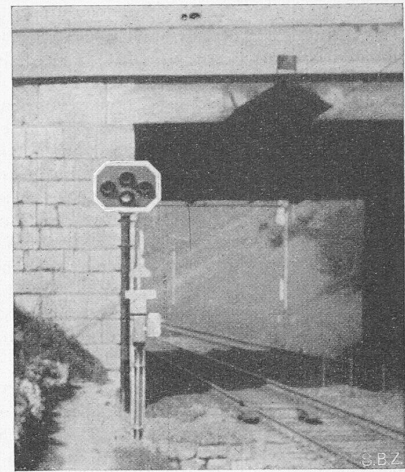


Bild 11 (rechts). Dreibegriffiges Blocksignal bei Zürich-Wipkingen, davor ein Telefon zum Einholen der Fahrerlaubnis bei Störungsfällen

von Zürich-Wiedikon bis Thalwil, wobei die Erfahrungen auf der Strecke Zürich PB-Zürich-Oerlikon bestmöglich ausgewertet werden.

Für eine einwandfreie Steuerung des automatischen Streckenblocks sind wiederum Gleisströme notwendig, wozu die einzelnen Blockabschnitte auf ihrer ganzen Länge isoliert werden müssen.

Die vorgenannte Verwendung von Gleisströmen für Sicherungszwecke hat den Nachteil, dass das Gleis auf Holzschwellen verlegt sein muss. Wohl wurde die Isolierung der Schienen auf eisernen Schwellen versuchsweise angewendet; die bisherigen Erfahrungen zeigen jedoch, dass diese Lösung voraussichtlich nur für kürzere Gleisabschnitte in Frage kommt. Da bei den SBB der grössere Teil der Gleise zur Zeit auf Eisenschwellen liegt und die Holzschwellen auf unseren kurvenreichen Strecken zweifellos Mängel aufweisen, drängt sich die Frage auf, ob es keinen Ersatz für die Gleisisolierung gebe. Die Antwort lautet: Einen gleichwertigen Ersatz gibt es wenigstens heute noch nicht. Das da und dort zur Kontrolle der Gleis- und Streckenbelegung angewendete Prinzip der Achszählung ist sicherungstechnisch als Behelf zu betrachten. Es wird dort angewendet werden müssen, wo die Isolierung aus irgend einem Grund nicht möglich ist. Wir unterscheiden dabei zwei verschiedene Ausführungsarten und zwar mechanisch betätigte Schienenkontakte, die sog. Radtaster, und das induktive System mit Gleismagneten. Das erstgenannte dürfte dort zu empfehlen sein, wo meist nur kleinere Geschwindigkeiten vorkommen, z. B. zur Ueberwachung der Belegung der Perrongleise grosser Bahnhöfe (Bild 7). Wir finden diese Einrichtungen u. a. im Bahnhof Bern. Sie haben den Nachteil, dass sie im Winter bei Schnee und Eis häufig Störungen verursachen.

Auf offener Strecke werden zur Achszählung Gleismagnete verwendet<sup>10)</sup>. Diese arbeiten bei allen Geschwindigkeiten von 5 bis 150 km/h. Unter 5 km/h ergeben sich Fehlzählungen. Die ferngesteuerten Zwischenblockstellen im Gotthard- und Hauensteintunnel benützen die induktive Achszählung als Zugsschlusskontrolle. Ferner wurde das selbe System zur Steuerung des automatischen Blocks zwischen Lausanne und Renens (und zwar für eine Richtung, weil dort noch Eisenschwellen vorhanden sind) und Weesen-Mühlehorn verwendet.

Alle diese Einrichtungen sind jedoch viel empfindlicher und deshalb auch erheblich störungsanfälliger als die Belegungskontrolle mit Gleisströmen. Ausserdem haben sie den grossen Nachteil, dass Handtransporte das Streckengleis nicht belegen, während beim isolierten Gleis jede Draisine einwandfrei als Streckenbelegung erscheint und dadurch gesichert ist.

E. Automatische Zugsicherung

Eine erhebliche Steigerung des Sicherheitsgrades auf dem Netz der SBB bedeutet der im Gang befindliche Weiterausbau der automatischen Zugsicherung. Bekanntlich ist der Nutzen der ausgeklügeltesten Stellwerkanlage und der besten Signalsicherungssysteme fraglich, wenn der Führer eines Schienentriebfahrzeuges ein «Halt» befehlendes Signal aus irgend einem Grunde nicht befolgt. Die selbständigen Uebertragungen der Signalstellung von der Strecke auf die fahrende Lokomotive ist deshalb bei allen Eisenbahnverwaltungen immer wieder versucht worden. Die Bundesbahnverwaltung hat diesem Problem — bei

<sup>10)</sup> Vgl. SBZ Bd. 116, S. 259\* (1940) und Bd. 120, S. 155\* (1942).

uns automatische Zugsicherung genannt — schon frühzeitig grösste Aufmerksamkeit geschenkt. Nachdem sie während längerer Zeit eigene Versuche mit verschiedenen Systemen durchgeführt hatte, beschlossen die SBB Ende 1933, ein einheitliches System der automatischen Zugsicherung auf ihrem ganzen Netz einzuführen. Die Wahl fiel auf das in enger Zusammenarbeit zwischen Lieferwerk und technischen Organen der Bahn entwickelte System «Signum»<sup>11)</sup>. In den Jahren 1934 bis 1938 wurden sämtliche Vorsignale zu den Einfahrtsignalen und alle elektrischen Streckenlokomotiven mit den Einrichtungen der automatischen Zugsicherung System «Signum» ausgerüstet. Die getroffene Wahl hat sich ausserordentlich gut bewährt. Unsere Zugsicherung ist zuverlässig, robust und witterungsunempfindlich; Versager kommen sozusagen überhaupt keine vor. Sie benötigt fast keinen Unterhalt und kann mit erträglichen Kosten angeschafft und eingebaut werden.

Bei der Ausrüstung der Einfahrtsignale war man sich von Anfang an bewusst, dass damit nur ein Teil der Gefahrmomente — wenn auch der wichtigste — ausgeschaltet wurde. Mit Rücksicht auf die erheblichen Kosten und um das gewählte System und dessen technische Verwirklichung während mehreren Jahren auf sicheres Funktionieren, Betriebstüchtigkeit und Dauerhaftigkeit erproben und wo nötig verbessern zu können, hat man sich damals absichtlich auf diese Teillösung beschränkt.

Seither sind als kleiner Schritt in der Ausdehnung der automatischen Zugsicherung besondere Streckengeräte zur Sicherung der Langsamfahrtsignale beschafft worden; diese werden überall dort eingebaut, wo die Geschwindigkeit z. B. wegen Bauarbeiten vorübergehend auf 45 km/h oder weniger herabgesetzt werden muss. Damit wird verhindert, dass der Lokomotivführer eine solche Langsamfahrstelle übersieht.

Das schwere Eisenbahnunglück vom 2. Oktober 1942 bei Tüschert, bei dem die mit Zugsicherung ausgerüstete Einfahrt in die Station wohl frei war, der eingeschlafene Lokomotivführer jedoch die geschlossene Ausfahrt überfuhr und auf offener Strecke mit seinem Kreuzungszug zusammensties, gab Anlass, trotz kriegsbedingter Erschwerungen mit der von Anfang an in Aussicht genommenen Ausdehnung der Zugsicherung weiterzufahren.

Um sowohl das ausserordentliche Halten normalerweise durchfahrender Züge zu sichern, wie auch die Weiterfahrt nach vollzogenem Halt bei geschlossenem Ausfahrtsignal zu verhindern, beschloss die Generaldirektion der SBB im Frühjahr 1943, streckenweise nach und nach sämtliche Durchfahr-, Ausfahr- und Ausfahrtsignale mit den Streckengeräten der automatischen Zugsicherung auszurüsten. Die erforderlichen Arbeiten sollen in etwa fünf Jahren etappenweise durchgeführt werden, und zwar in der Reihenfolge der Dringlichkeit zuerst die einspurigen Strecken, weil dort die Gefährdungsmöglichkeiten am grössten sind, und anschliessend die Doppelspurstrecken.

Die Inangriffnahme dieses grossen Bauvorhabens mitten im Krieg bot gewisse zusätzliche Schwierigkeiten, besonders bei der Beschaffung der erforderlichen Materialien. So sind die neuen Gleismagnete mit papierisoliertem Aluminiumdraht statt wie früher mit baumwollspinnem Kupferdraht bewickelt. Für die erforderlichen Schotterkasten zum Schutz der Verbindungskabel von Magnet zu Magnet fehlte das nötige Blech; man musste dafür als Ersatz alte Holzschwellen verwenden. Heute sind bereits fast sämtliche wichtigeren Einspurstrecken mit den neuen Einrichtungen ausgerüstet. Ein neuer Fall «Tüschert» ist somit nach menschlichem Ermessen nicht mehr möglich.

Die Einrichtung, der Unterhalt und der Weiterausbau all der vorgenannten Signal- und Sicherungseinrichtungen bedeuten für jede Eisenbahnverwaltung eine ganz erhebliche finanzielle Be-

<sup>11)</sup> Vgl. SBZ Bd. 103, S. 273\*, 290\* (1934).

lastung. Die technisch wohl möglichen und betrieblich erwünschten Verbesserungen können deshalb nur nach und nach verwirklicht werden. Die SBB haben in den letzten Jahren bei einem an und für sich beschränkten Baubudget alljährlich 2 bis 3 Mio Fr. für den Weiterausbau ihrer Sicherungsanlagen ausgegeben. Der Unterhalt erfordert weiterhin pro Jahr rd. 3 Mio Fr. Die Bereitstellung dieser beträchtlichen Mittel macht nie und da auch deshalb Schwierigkeiten, weil die Wirtschaftlichkeit dieser Einrichtungen nicht ohne weiteres nachweisbar ist. Denn rechnerisch liesse sie sich nur dann ermitteln, wenn die Bahn ein Konto der «verhüteten Unfälle» führen könnte.

Die andauernde Sorge um die Sicherheit der ihr anvertrauten Menschen und Güter ist für jede Eisenbahnverwaltung in erster Linie eine moralische Verpflichtung. Abgesehen davon erlauben neuzeitliche Sicherungsanlagen eine maximale Ausnutzung der vorhandenen Gleisanlagen und ergeben damit eine ganz erhebliche Steigerung der Leistungsfähigkeit der Bahnhöfe und Strecken. So bewältigt z. B. der Zürcher Hauptbahnhof in den letzten Jahren fast jeden Samstag und Sonntag Spitzenleistungen, wie sie ohne Stellwerkanlagen einfach nicht durchführbar wären. Der automatische Block Zürich—Oerlikon ergab eine Steigerung der Streckenleistungen, die nahezu einem Ausbau auf vier Streckengleise gleichkommt. Die mit Hilfe der Gleisolierung ermöglichte, von Luzern aus ferngesteuerte Kreuzungs- und Abzweigstation Sentimatt-Fluhmühle<sup>12)</sup> verbesserte diesen berüchtigten Einspurenpass derart, dass die früher als dringlich bezeichnete und viele Mio Fr. erfordernde Erstellung einer neuen Zufahrt zum Bahnhof Luzern noch auf Jahre hinausgeschoben werden kann.

In den letzten Jahren haben auch fast alle bedeutenden Privatbahnen ihre Sicherungseinrichtungen verbessert. Die infolge der finanziellen Sanierung verfügbaren Mittel wurden zu einem beträchtlichen Teil für den Weiterausbau der Signal- und Sicherungsanlagen verwendet. So haben die Rhätische Bahn, die Schweiz. Südost-Bahn, die Emmental—Burgdorf—Thun-Bahn, die Gürbetal-Bahn usw. eine Reihe von Stationen mit elektrischen Stellwerkanlagen und Lichttagessignalen ausgerüstet.

Wie bereits eingangs erwähnt, waren die schweizerischen Bahnverwaltungen früher für ihren Bedarf an Sicherungseinrichtungen völlig von ausländischen Lieferanten abhängig. Sämtliche mechanischen Stellwerkanlagen wurden durch deutsche Fachfirmen geliefert. Einzig die automatische Zugsicherung war von jeher eine rein schweizerische Erfindung. Kurz vor dem letzten Weltkrieg hat dann die einheimische Spezialindustrie, vor allem die Signum AG. in Wallisellen, angefangen, einzelne Teile zu elektrischen Stellwerkanlagen selbst zu entwickeln und zu fabrizieren. Seither sind diese Bestrebungen zum Aufbau einer selbständigen landeseigenen Industrie auf diesem Spezialgebiet kräftig gefördert und auch von den Organen der Bahnen dauernd unterstützt worden. Heute sind schweizerische Fabrikationsunternehmen instande, den Bedürfnissen der Bahnverwaltungen sehr weitgehend in befriedigender und durchaus fortschrittlicher Weise zu genügen. Ja es ist wohl denkbar, dass diese neu entstandene Spezialindustrie beim Wiederaufbau der zerstörten Schienennetze rings um unser Land wird mithelfen können und damit dazu beiträgt, den Ruf schweizerischer Qualitätsarbeit auf einen neuen Zweig auszudehnen.

Die Eisenbahnen werden den nun wieder auflebenden Konkurrenzkampf mit andern Verkehrsmitteln nur dann mit Aussicht auf Erfolg bestehen können, wenn es ihnen gelingt, die Transport-Leistungen in qualitativer und quantitativer Hinsicht weiter zu steigern. Die bestmögliche Anwendung der heute auf dem Gebiet der modernen Sicherungstechnik zur Verfügung stehenden Mittel wird ein nicht geringer Beitrag zur Erreichung dieses Zieles sein.

<sup>12)</sup> Vgl. SBZ Bd. 114, S. 284\* (1939).

## Zur Gewässerreinigung durch Seewasser-Umwälzung

Von Dipl. Ing. C. CAILLE, Winterthur

Die vorliegende Arbeit wurde durch die Veröffentlichungen von Prof. Dr. W. Fehlmann und G. Gruner [1, 2], Ing. P. Zigerli [3] und Dr. E. A. Thomas [4] veranlasst und behandelt die strömungstechnische Frage, wie die durch thermische Instabilität im Frühling und Herbst entstehende Vertikalzirkulation des Seewassers während des ganzen Jahres aufrecht erhalten werden kann. Zuerst werden einige Bemerkungen zu den bisherigen Vorschlägen gemacht und dann wird eine weitere Möglichkeit besprochen, die den Vorteil hat, die selbe Wirkung mit bedeutend geringerem Energie- und Materialaufwand zu erzielen.

Nach dem Vorschlag Fehlmann-Gruner soll durch eine am Seeboden verlegte Rohrleitung frisches, eventuell künstlich luft-

haltig gemachtes Wasser in die Seetiefe geführt werden, das beim Rohrende unter Einwirkung der Differenz der spezifischen Gewichte wieder aufsteigt, sich dabei mit dem schweren Tiefenwasser vermischt und dieses mit sich emporzieht. Der Ausfluss erfolgt einfach aus dem letzten schräg aufwärts gerichteten Rohr (s. Bd. 123, S. 9, Abb. 1).

Eine überschlägliche Rechnung zeigt, dass der Unterschied der spezifischen Gewichte nicht genügt, um den aus der Leitung austretenden Wasserstrahl zur Seeoberfläche hinaufzubiegen. Nach anfänglicher Aufwärtskrümmung richtet er sich beim Erreichen wärmerer Schichten wieder abwärts. Es wird auch so eine Durchmischung erreicht; sie ist aber nicht vollwertig,