Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 67 (1976)

Heft: 14

Artikel: Neue Wege in der Eisenbahnsignal- und Zugsicherungstechnik

Autor: Meyer, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915186

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: 11.07.2025

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

Neue Wege in der Eisenbahnsignal- und Zugsicherungstechnik

Von E. Meyer

656.25

Bei der bisher angewandten Eisenbahnsignal- und Zugsicherungstechnik werden dem Lokomotivführer die aus Fahr- und Geschwindigkeitsbefehlen bestehenden Informationen durch ortsfest aufgestellte Signale übermittelt. Ebenso erfolgt ein Eingreifen der automatischen Zugsicherung nur bei der Vorbeifahrt an solchen Informationsstellen, also auch nur in unregelmässigen Zeitabständen. Mit zunehmender Zugsdichte und höheren Fahrgeschwindigkeiten treten die Unvollkommenheiten dieses Systems immer stärker hervor. Es müssen daher Wege gesucht werden, welche einen ununterbrochenen Informationsfluss von und zu den Triebfahrzeugen sowie das Eingreifen der automatischen Zugsicherung in jedem beliebigen Zeitpunkt gewährleisten. Die in der letzten Zeit entwickelte und nachstehend beschriebene Linienzugbeeinflussung kann dieser Forderung gerecht werden und ist dazu noch ausbaufähig bis zur vollautomatischen Zugführung.

Selon la technique de la signalisation ferroviaire et de la protection des trains appliquée jusqu'ici, les informations consistant en ordres de marche et de vitesse sont transmises au mécanicien de la locomotive par des signaux fixes. De même, le dispositif de protection automatique des trains n'intervient que lors du passage à ces postes d'information, donc également à intervalles irréguliers. A la suite de l'augmentation de la fréquence des trains et des vitesses de marche, les imperfections de ce système sont de plus en plus évidentes. Il faut donc trouver des moyens assurant un flux ininterrompu d'informations depuis les véhicules moteurs et vers ceux-ci, de même que la possibilité d'intervention de la protection automatique des trains à n'importe quel moment. La commande continue de la marche des trains, récemment mise au point et décrite dans cet article, peut satisfaire cette exigence et, en outre, être étendue à la conduite entièrement automatique des trains.

1. Unzulänglichkeiten des bisherigen Eisenbahnsignal- und Zugsicherungssystems

Schon in der Frühzeit der Eisenbahn sind durch die Aufstellung von Streckensignalen ortsgebundene Informationsstellen geschaffen worden, die dazu dienten, dem Lokomotivführer die Fahrerlaubnis oder einen Haltebefehl zu übermitteln. Später wurden die Signalbegriffe erweitert und mit der Stellung der unmittelbar nachfolgenden Weichen so verkoppelt und verriegelt, dass aus dem Signalbild auch der Fahrweg und schliesslich die von diesem abhängige zulässige Fahrgeschwindigkeit hervorging. Dazu kam die neue Gattung der Vorsignale mit dem Zweck, die momentane Stellung des nächstfolgenden Hauptsignals vorauszumelden. Durch den Ersatz der nach rein mechanischen Prinzipien gebauten und betätigten Formsignale durch Lichtsignale änderte sich grundsätzlich nichts. Er erlaubte aber, die Zahl der möglichen Signalbilder und damit der Signalbegriffe wesentlich zu vergrössern.

Damit stiegen auch die Ansprüche an die Aufnahme- und Interpretationsfähigkeit des Lokomotivführers. Die durch das wachsende Verkehrsvolumen bedingte Zunahme der Zugsdichte erforderte gleichzeitig eine Vermehrung der ortsfesten Informationsstellen. Die Erhöhung der Geschwindigkeit hatte ausserdem zur Folge, dass für die Erkennung und Verarbeitung der in rascherer Folge auftretenden vielfältigen Signalbilder immer weniger Zeit zur Verfügung stand. Es muss daher erwartet werden, dass eine weitere Verdichtung des «Signalwaldes» mit einem noch komplizierteren Signalinhalt bald einmal zur Überforderung des Lokomotivführers führt. Wohl wird versucht, dieser Gefahr durch das System des «cab signalling» zu begegnen, bei dem das zuletzt erschienene Signalbild auf dem Fahrzeug gespeichert und bis zur nachfolgenden Information im Führerstand sichtbar festgehalten wird. Dadurch wird aber der Nachteil der ortsgebundenen Informationsstellen nicht behoben, durch die die dem Fahrzeug zuletzt abgegebene Information schon kurz nach der Wahrnehmung und Einspeicherung ungültig werden kann, ohne dass der Lokomotivführer diesen Sachverhalt vor dem Insichtkommen des nächsten Streckensignals erfährt. Es folgt daraus, dass der nächste Schritt zur Vervollkommnung der Eisenbahnsignaltechnik eine örtlich und zeitlich lückenlose, d. h. *kontinuierliche Information des Lokomotivführers* ermöglichen muss.

In der gleichen Richtung weisen die Anforderungen an die Technik der *automatischen Zugsicherung*. Erste Versuche, die Eisenbahnsignaltechnik durch ein System der automatischen Zugsicherung zu ergänzen, liegen etwa ein halbes Jahrhundert zurück. Der Zweck dieser Einrichtung besteht darin, die Handlungen des Lokomotivführers zu überwachen und mit technischen Mitteln einzugreifen, sobald er auf die für ihn bestimmten Informationen nicht oder nicht richtig reagiert. Ein solcher Ausbau der Signaltechnik in eine eigentliche Eisenbahnsicherungstechnik war schon wegen der vorerwähnten drohenden Überforderung des Lokomotivführers notwendig geworden. Er war auch die Voraussetzung für den Übergang zur einmännigen Führung der Elektro- und Dieseltriebfahrzeuge, für deren Bedienung ein zweiter Mann entbehrlich geworden war.

Weltweit sind im Laufe der Zeit verschiedene Zugsicherungssysteme entstanden. Die an sich berechtigte Sorge, diese Systeme nicht allzu kompliziert und dadurch störungsanfällig werden zu lassen, hat indessen dazu geführt, dass noch keines dieser Systeme als vollkommen bezeichnet werden kann. Die Unvollkommenheit ist auch auf die Verknüpfung mit den bestehenden Signalsystemen zurückzuführen, die zur Folge hat, dass die Überwachung und Funktion nicht dauernd, sondern ebenfalls nur bei der Vorbeifahrt an den ortsgebundenen Informationsstellen stattfinden kann. Eine neue Signaltechnik soll daher auch so beschaffen sein, dass sie die Vervollkommnung des mit ihr gekoppelten Zugsicherungssystems ermöglicht.

Dank der Spurführung der Eisenbahn kann die automatische Zugsicherung in ihrer Weiterentwicklung auch zu einem System der *automatischen Zugführung* ausgebaut werden. Automatik und Lokomotivführer vertauschen alsdann ihre Rollen, und dieser hat nun nur noch im Falle des Versagens der Automatik einzugreifen. Schliesslich ist auch noch eine Selbstüberwachung der Automatik denkbar, womit der Lokomotivführer überhaupt entbehrlich würde. Obwohl solche Systeme der automatischen Zugführung bereits mit gutem Erfolg erprobt worden sind, bestehen nicht nur psychologische, sondern auch betriebliche Gründe dafür, dass das führerlose Triebfahrzeug, als letzte Konsequenz dieser Entwicklung, bei der Eisenbahn in absehbarer Zeit kaum zu erwarten ist.

Die Unzulänglichkeiten des vorhandenen Systems rufen also nach einem neu zu schaffenden Signal- und Zugsicherungssystem, das die nachstehenden Anforderungen zu erfüllen hat:

– Ununterbrochene Information des Lokomotivführers über die momentan einzuhaltende Höchstgeschwindigkeit und die Distanz bis zum nächsten Gefahrenpunkt, der eine Geschwindigkeitsreduktion oder einen Halt erfordert.
– Vermeidung von ortsgebundenen Streckensignalen und Beeinflussungsorganen, soweit möglich.
– Automatische Überwachung der einzuhaltenden Höchstgeschwindigkeiten und automatische Einleitung eines Nothaltes im Falle einer Überschreitung.
– Möglicher Ausbau der automatischen Zugsicherung zur automatischen Zugführung.
– Möglichkeit einer Sprechverbindung zwischen Lokomotivführer und ortsfesten Zugleit- und Steuerstellen.

2. Von der punktförmigen zur linienförmigen Zugbeeinflussung

Die geschilderte Problematik hat die Union Internationale des Chemins de fer (UIC) schon im Jahre 1958 veranlasst, im Rahmen ihres Office de Recherches et d'Essais (ORE) einen zu diesem Zweck gegründeten Sachverständigenausschuss mit dem Studium eines neuen Signal- und Zugsicherungssystems zu beauftragen. Dieser Ausschuss, in welchem auch Vertreter der Schweizerischen Bundesbahnen eine sehr aktive Rolle gespielt haben, organisierte 1962 einen internationalen Wettbewerb, aus welchem 20 Vorschläge von bedeutenden europäischen und amerikanischen Firmen hervorgingen. Diese zeigten ganz eindeutig, dass das gesteckte Ziel nur mit einem linienförmigen Übertragungssystem erreicht werden kann. Dabei tritt an die Stelle des einseitigen und sporadischen Befehlsempfangs des Lokomotivführers durch Vermittlung ortsfester Streckensignale ein ununterbrochener gegenseitiger Informationsaustausch zwischen den fahrenden Triebfahrzeugen und einer oder mehreren ortsfesten Befehlsstellen. Dies geschieht über besondere, im Geleise verlegte Kabelschleifen, dem sogenannten *Linienleiter*. Damit war der einzuschlagende Weg wenigstens im Prinzip bereits abgesteckt. Trotz langen Diskussionen hat sich der Sachverständigenausschuss indessen über gewisse Einzelheiten der Ausführung nicht einigen können (unter anderem über die Verlegungsart des Linienleiters im Geleise und über die Wahl der einzusetzenden Computersysteme), so dass hier noch ein gewisser Spielraum besteht. Einigkeit herrscht immerhin darüber, dass als neues System nur ein solches annehmbar sei, welches nicht nur einzelne, sondern im Endausbau alle vorstehend aufgestellten Bedingungen erfüllen kann.

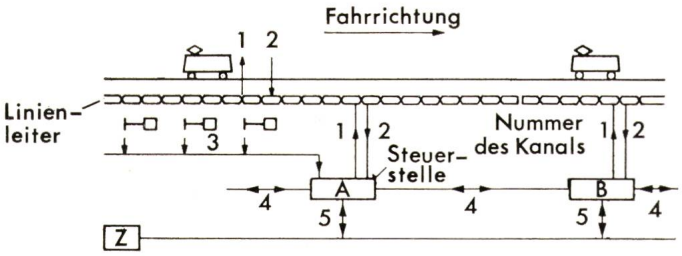

Fig. 1 Vereinfachte Darstellung der Linienzugbeeinflussung

A, B	ortsfeste Steuerstellen
Z	übergeordnete zentrale Betriebsstelle
1	Übertragungskanal Boden–Triebfahrzeug
2	Übertragungskanal Triebfahrzeug–Boden
3	Sammelkanäle für Bodeninformationen
4	Verbindungskanäle zwischen den Steuerstellen und der zentralen Betriebsleitstelle
1, 2	Hochfrequenzübertragung (Linienleiter)
3, 4, 5	Drahtverbindung

3. Die Linienzugbeeinflussung

Die Einrichtungen des neuen, mit *Linienzugbeeinflussung* (LZB) bezeichneten Systems können in vier Gruppen aufgeteilt werden, nämlich:

– die ortsfesten Steuerstellen, in welchen die ankommenden Informationen gesammelt, zu neuen Informationen und Befehlen verarbeitet und als solche abgegeben werden,
– das Linienleitersystem für die Übermittlung der Informationen zwischen den ortsfesten Steuerstellen und den fahrenden Triebfahrzeugen,
– die Ausrüstung auf den Triebfahrzeugen für den Empfang und die Auswertung der eingehenden Informationen und Befehle und zur Ausgabe von Informationen an die ortsfesten Steuerstellen,
– die Einrichtungen für die telefonische Kommunikation zwischen den ortsfesten Steuerstellen und den fahrenden Triebfahrzeugen.

Durch die Spurführung und die von ortsfesten Stellen aus gestellten Weichen ist der Fahrweg stets vorgezeichnet. Der Inhalt der von den Steuerstellen laufend ausgegebenen Fahrbefehle kann daher nur die *Grenzgeschwindigkeit* betreffen, die das angesprochene Triebfahrzeug an seinem momentanen Standort einzuhalten hat. Als Ergänzung kommt dazu eine Orientierung über Änderungen dieser Grenzgeschwindigkeit im vorausliegenden Streckenabschnitt von begrenzter Länge.

4. Die ortsfesten Steuerstellen der LZB

Die ortsfesten Steuerstellen werden in der Regel in den Stellwerken grösserer Bahnhöfe untergebracht. Der Wirkungsbereich einer Steuerstelle erstreckt sich über 30 bis 40 km doppelspuriger Strecke (Fig. 1). Die Steuerstellen sind über die Kanäle 1 und 2 mit den fahrenden Triebfahrzeugen, über Kanal 3 mit allenfalls vorhandenen ortsfesten Streckensignalen, über Kanal 4 mit den benachbarten Steuerstellen und Stellwerken und über Kanal 5 mit allenfalls vorhandenen übergeordneten zentralen Betriebsleitstellen verbunden.

Zwecks maximaler Sicherheit besitzt jede Steuerstelle zwei oder mehr parallel arbeitende Prozessrechner. In deren Speicher werden die über die Kanäle 2 und 3 eingehenden Daten der im Überwachungsbereich liegenden Strecken und fahrenden Züge gespeichert. Es handelt sich dabei u. a. um Steigungen und Gefälle, strecken- und zugsbedingte Höchstgeschwindigkeiten, Niveaukreuzungen und Baustellen, Kennzeichen der im Überwachungsbereich fahrenden Triebfahrzeuge sowie Kategorie, Länge und Bremsverhältnis der von ihnen geführten Züge. Daneben gelangen über Kanal 2 in Zeitabständen von etwa 1 s fortlaufend die Positions- und Geschwindigkeitsmeldungen von jedem in die Überwachung einbezogenen Triebfahrzeug und über Kanal 3 die Stellung allfällig noch vorhandener ortsfester Streckensignale zur Steuerstelle. Diese von aussen kommenden periodischen Informationen werden in den Rechnern zusammen mit den eingespeicherten Daten zu Fahrbefehlen und Informationen für alle sich im Überwachungsbereich befindenden Triebfahrzeuge verarbeitet und diesen über Kanal 1 nacheinander in der Weise übermittelt, dass jedes Triebfahrzeug annähernd ein Telegramm pro s erhält.

5. Technik der Informationsübertragung

Die Informationen werden in Form von binär kodierten und adressierten Telegrammen mittels frequenzmodulierten Stromimpulsen induktiv von und zu den fahrenden Triebfahrzeugen übertragen [1] [1]). Diesem Zweck dient als *Linienleiter* ein im Geleise verlegtes einadriges isoliertes Kabel. Der aktive elektrische Leiter ist in ein Profilkabel aus Kunstgummi eingebettet, das mit Hilfe einer Längsnut und entsprechenden Bolzen druckknopfartig auf den Schwellen befestigt wird (Fig. 2). Diese Befestigungsart erlaubt bei Arbeiten am Geleise eine rasche und mühelose Demontage und Wiedermontage. Der Linienleiter wird in der Regel in der Mitte zwischen den beiden Fahrschienen verlegt. Bei doppelschienig isoliertem Geleise ist ausserdem ein isolierter Rückleiter notwendig, der gewöhnlich in der Hohlkehle eines Schienenfusses befestigt wird. Bei ein- oder zweischienig geerdetem Geleise können eine oder beide Schienen für die Rückleitung der Stromimpulse herangezogen werden, so dass der Rückleiter entfällt.

Linienleiter und isolierter Rückleiter werden, wie in Fig. 1 angedeutet, in regelmässigen Abständen (z. B. 300 m) gekreuzt. Dadurch entsteht eine Phasendrehung um 180°, die für die Synchronisierung der Wegmessapparatur des Triebfahrzeugs dient. Bei fehlendem Rückleiter wird diese Aufgabe durch zwischengeschaltete Phasenkehrtransformatoren erfüllt.

Um eine Beeinträchtigung der Übermittlung durch Störeinflüsse zu vermeiden, wird ein Übertragungscode gewählt, der imstande ist, durch Störungen verursachte Übertragungsfehler selbst zu erkennen, bis zu einem gewissen Grad zu korrigieren und die Information gegebenenfalls zu sperren. Bei den traditionell hohen Ansprüchen an die Betriebssicherheit sollte die Bitfehlerrate den Wert von 10^{-5} nicht überschreiten. Diese Rate steigt mit abnehmender Sendeleistung und mit zunehmender Übertragungsgeschwindigkeit. Diese Überlegungen führten zu einer Sendeleistung von 50 W pro Linienleiterschleife und zu einer verhältnismässig bescheidenen Übertragungsgeschwindigkeit von 1200 Baud in Richtung zu und von 600 Baud in Richtung von den Triebfahrzeugen.

Schliesslich wird auch die Länge einer Linienleiterschleife durch deren Längsdämpfung und durch die Ankoppelungsdämpfung zwischen Linienleiter und Fahrzeugantenne begrenzt. Da diese Dämpfung mit steigender Trägerfrequenz wächst, wird vom zugestandenen Frequenzbereich von 30...150 kHz nur der untere Teil bis etwa 72 kHz benützt. Dadurch ergibt sich eine Unterteilung des Linienleiternetzes in Abschnitte, deren Länge bei Einspeisung in der Mitte höchstens 13 km erreichen kann. Mit einem Frequenzbereich von 30...72 kHz lassen sich 4 Kanäle für die Datenübertragung und 2 Kanäle für die Telefonie herstellen, was auch für die letzte Phase einer vollautomatischen Zugführung ausreichend ist.

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

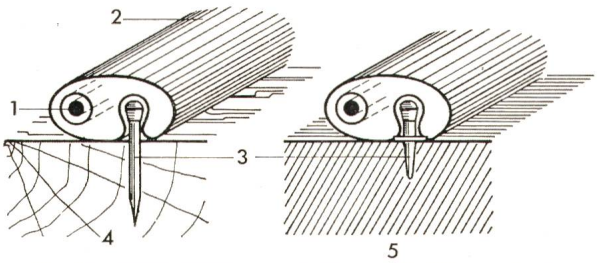

Fig. 2 Linienleiterkabel mit Befestigung [3]
1 Elektrischer Leiter
2 Kabelmantel (Polyäthylen)
3 Befestigungsbolzen
4 Holzschwelle
5 Eisenschwelle

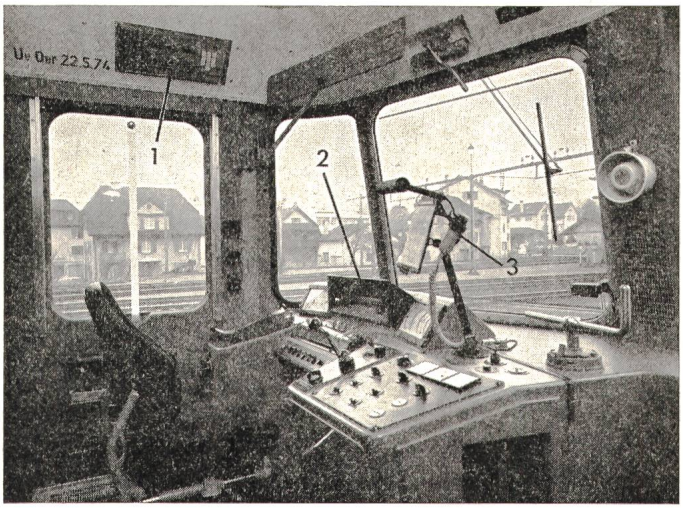

Fig. 3 Führerstand einer mit LZB ausgerüsteten SBB-Lokomotive Serie Re 4/4 II [3]
1 Eingabetableau für die Zugsdaten (Fig. 4)
2 Anzeigegerät (Fig. 5)
3 Mikrophon und Lautsprecher für die Linienleiter-Telefonie

6. Die Ausrüstung auf dem Triebfahrzeug

Die Steuerstellen benötigen von den Triebfahrzeugen Informationen über fahrzeugbedingte Höchstgeschwindigkeit, Achsenzahl, Zugskategorie und Bremsreihe, Einfach- oder Doppeltraktion usw. Diese werden vom Lokomotivführer in ein Tableau im Führerstand (Fig. 3 und 4) eingegeben, über den Linienleiter in die Steuerstelle übertragen und dort von den Prozessrechnern übernommen. Neben dieser sporadischen Information meldet jedes Triebfahrzeug fortlaufend in kurzen Zeitabständen seinen Standort und die momentane Geschwindigkeit. Diese Information wird von der Weg- und Geschwindigkeitsmesseinrichtung des Triebfahrzeugs geliefert.

Umgekehrt erhält das Triebfahrzeug in gleichen Zeitabständen die Fahrbefehle der Steuerstelle. Sie beinhalten als Führungsgrösse die im betreffenden Zeitpunkt zulässige Grenzgeschwindigkeit, die Weglänge bis zu deren Änderung und die dann gültige Grenzgeschwindigkeit (sog. Zielgeschwindigkeit). Als Spezialfall kann diese auch den Wert null haben, was einen Haltebefehl darstellt. Die Fahrbefehle und Informationen werden auf dem Führertisch in einem Anzeigegerät (Fig. 3 und 5) sichtbar gemacht und ersetzen die Angaben von ortsfesten Signalen und Orientierungstafeln. Sie erlauben statt auf Blockdistanz auf die nur vom Bremsweg abhängige und damit in der Regel viel kürzere «elektrische Sicht» zu fahren. Ausserdem kann der Lokomotivführer von der Steuerstelle aus noch zusätzlich mit Anweisungen betrieblicher Natur, wie «langsamer» oder «schneller fahren», «Hauptschalter ausschalten» (bei Streckentrennung), «nicht besetzte Station» versorgt werden. Diese und andere Zusatz- und Alarminformationen werden durch mit Symbolen ge-

kennzeichnete Leuchtzeichen im Anzeigegerät während der ganzen Dauer ihrer Gültigkeit festgehalten.

Die Linienzugbeeinflussung hat aber nicht nur den Lokomotivführer zu informieren, sondern auch dessen Zugführung zu überwachen und die Sicherheit zu gewährleisten. Zu diesem Zweck wird die Führungsgrösse als Sollgeschwindigkeit fortwährend mit der von der Messeinrichtung festgestellten Istgeschwindigkeit verglichen. Die Überschreitung der Sollgeschwindigkeit löst eine akustische Warnung, eine länger andauernde oder wesentliche Überschreitung eine automatische Zwangsbremsung des Zuges aus.

Die Auswerteapparatur auf dem Triebfahrzeug ist bereits für die nächsthöhere Ausbaustufe ausgelegt. Bei dieser errechnet die Rechenanlage einer übergeordneten Betriebszentrale (Fig. 1) unter Berücksichtigung der momentanen Fahrplan- und Betriebslage eine allenfalls unter der Grenzgeschwindigkeit liegende Geschwindigkeit und übermittelt sie entweder als Fahrbefehl dem Lokomotivführer oder gibt sie als Sollgeschwindigkeit direkt in den Fahr-/Bremsregelkreis des Triebfahrzeugs ein. Im zweiten Fall wäre bereits die kybernetische Zugführung verwirklicht, bei welcher der Prozessrechner die Funktion des Lokomotivführers übernimmt.

Unerlässlich ist auch auf dem Triebfahrzeug die denkbar höchste Zuverlässigkeit bei der Bildung und Auswertung der ein- und ausgehenden Informationen. Es sind daher auch hier zwei parallel arbeitende Garnituren vorhanden, deren Ergebnisse laufend miteinander verglichen und nur bei Übereinstimmung wirksam werden. Eine andauernde Ungleichheit führt zu einer Zwangsbremsung des Zuges.

Abschliessend sei noch erwähnt, dass sowohl von den Steuerstellen wie von den Lokomotiven aus ein Nothalt von sämtlichen Zügen im Überwachungsbereich ausgelöst werden kann, was z. B. bei Entgleisungen oder bei Unterbrechung eines Streckenabschnittes durch Naturereignisse von grösstem Wert sein kann.

Für die induktive Koppelung der mobilen Ausrüstung mit dem Linienleiter besitzen die Triebfahrzeuge an beiden Stirnseiten eine am Drehgestell befestigte kombinierte Sende- und Empfangsantenne. Das auf jedem Triebfahrzeug vorhandene Gleichstrom-Bordnetz dient zur Speisung der mobilen Elektronik der LZB, wobei für die Stabilisierung der Spannung ein statischer Gleichstromwandler vorgeschaltet wird.

7. Die Telefonieverbindungen

Für Telefonieverbindungen sind im Linienleiter zwei Kanäle mit einer Bandbreite von je 4 kHz freigehalten. Damit kann eine einwandfreie Gegensprechverbindung zwischen den im Überwachungsbereich fahrenden Zügen und den angeschlossenen Steuerstellen, Betriebszentralen, Stellwerken und Stationen hergestellt werden. Bei entsprechendem Ausbau lässt sich über den Linienleiter überdies eine Verbindung mit dem öffentlichen Telefonnetz verwirklichen.

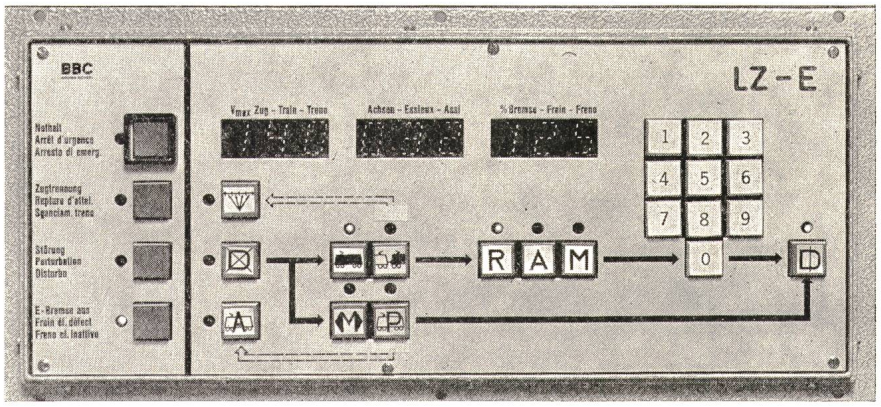

Fig. 4
Eingabetableau für die Zugsdaten [3]

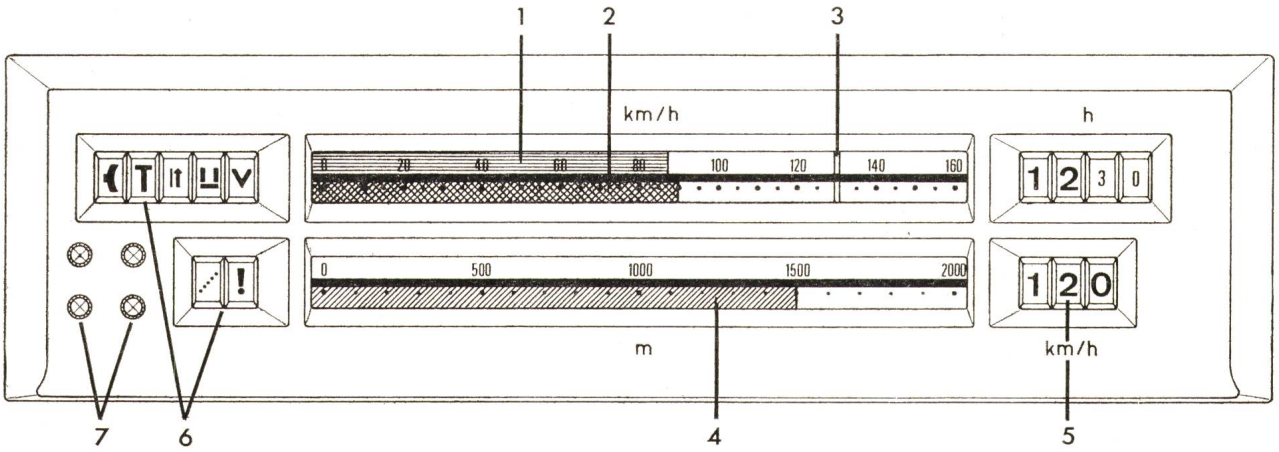

Fig. 5 Anzeigegerät in einem Führerstand des Triebfahrzeugs

1 Momentangeschwindigkeit v_{ist}
2 Zulässige Geschwindigkeit v_{soll}
3 Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeuges v_{max}
4 Zielentfernung, bis 2000 m
5 Zielgeschwindigkeit von 5 zu 5 km/h
6 Signal- und Zusatzinformationen
7 Alarm- und Kontrollinformationen

8. Die Versuche mit der LZB in der Schweiz

Es ist einleuchtend, dass ein in seinen Grundzügen völlig neues und recht kostspieliges Signal- und Zugsicherungssystem einer gründlichen und längeren Erprobung unterzogen werden muss, bevor es in grösserem Umfang eingeführt werden kann. Für eine solche Erprobung sind in der Schweiz zwei in mancher Hinsicht stark unterschiedliche Versuchsstrecken ausgewählt worden, nämlich die doppelspurige Gebirgsstrecke Lavorgo–Bodio und die im Mittelland liegende einspurige Strecke Turgi–Koblenz. Die erste Strecke zeichnet sich aus durch starke Steigungen und Gefälle und durch zahlreiche in Doppeltraktion verkehrende Reise- und Güterzüge. Die zweite gestattet höhere Geschwindigkeiten und weist geringere Stationsabstände auf, so dass auch ein Nahverkehr mit vielen Halten und Zielbremsungen simuliert werden kann.

Für diese Versuche sind sechs Re 4/4 II-Lokomotiven und einer der neuen Triebwagenzüge mit Thyristorsteuerung mit allen notwendigen Einrichtungen ausgerüstet worden. Die Linienleiter- und Triebfahrzeugausrüstungen sind von Brown Boveri entwickelt und geliefert worden, ebenso die ortsfeste Steuerstelle der Strecke Turgi–Koblenz. Als Alternative und zu Vergleichszwecken wurde die Steuerstelle für Lavorgo–Bodio der deutschen Firma Standard Elektrik Lorenz in Auftrag gegeben.

Auf beiden Strecken sind die Versuche seit einiger Zeit im Gang [2; 3], und es wird erwartet, dass bis Ende 1977 allfällige Kinderkrankheiten ausgemerzt und genügende Erfahrungen vorliegen, womit die Voraussetzungen für einen weiteren Schritt zur allgemeinen Einführung des neuen Systems geschaffen wären.

Literatur

[1] *H.-J. Hahn:* Die Informationsübertragung zwischen Gleis und Zug. Ein Baustein für Systeme zur Lenkung, Sicherung und Automatisierung des Bahnverkehrs. Elektroniker 11(1972)5, S. 209...214.

[2] *P. Winter:* Versuche am Gotthard mit der linienförmigen Zugsbeeinflussung. Technica 23(1974)26, S. 2323...2326.

[3] *V. M. Bogdan* und *H.-J. Hahn:* Die Linienzugbeeinflussung LZB-ORE. Brown Boveri Mitt. 62(1975)12, S. 528...538.

Adresse des Autors

Prof. Dr. sc. techn. *Erwin Meyer,* Rebwiesstrasse 1, 8702 Zollikon.