

Linienzugbeeinflussung

Autor(en): **Rossberg, R.R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **56 (1965)**

Heft 19

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-916404>

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.

Linienzugbeeinflussung

Von R. R. Rossberg, Hofheim

656.259

Der Aufsatz beschreibt die von der Deutschen Bundesbahn auf der Strecke Bamberg—Forchheim erprobten Bauformen einer als «Linienzugbeeinflussung» bezeichneten Sicherungseinrichtung für schnellfahrende Züge bis zunächst 200 km/h. Vorerst wird die prinzipielle Wirkungsweise erläutert, anschliessend das System mit örtlicher Steuerung von den ortsfesten Streckensignalen aus. Anschliessend ist die neuere Bauform mit zentraler Steuerung beschrieben, die gegenüber dem System mit örtlicher Steuerung verschiedene Vorzüge aufweist und für den ersten betrieblichen Einsatz der Linienzugbeeinflussung auf der Strecke München—Augsburg während der Internationalen Verkehrsausstellung gewählt wurde.

L'auteur décrit les dispositifs installés à l'essai sur la ligne Bamberg—Forchheim des Chemins de fer de l'Allemagne fédérale pour réaliser le procédé dit «Linienzugbeeinflussung» (influencement des trains en marche), destiné à garantir la sécurité des trains rapides, jusqu'à 200 km/h pour le moment. Il rappelle d'abord certains principes, ainsi que le fonctionnement du système de commande locale par signaux fixes. Il décrit ensuite le nouveau système à commande centrale, qui a plusieurs avantages sur celui à commande locale. C'est ce système qui a été choisi pour réaliser sur la ligne Munich—Augsbourg, pendant l'Exposition internationale des transports et communications, la première application effective de l'influencement des trains en marche.

Der Eisenbahnbetrieb wird weitgehend durch Signale geregelt. So unterteilen Signale die freie Strecke in zahlreiche Abschnitte und lassen den Lokomotivführer erkennen, ob das Befahren des nächsten Abschnittes mit voller, mit ermässiger Geschwindigkeit oder überhaupt nicht zulässig ist.

In Folge ihrer grossen Masse, ihrer hohen Geschwindigkeiten und der verhältnismässig geringen Reibung zwischen Rad und Schiene benötigen die Züge zum Anhalten durchwegs lange Bremswege. Stärkere Bremsverzögerungen sind auch im Hinblick auf die unangenehmen Folgen für die Reisenden ausgeschlossen. Die von den Signalen angezeigten Begriffe (Fahrt, Langsamfahrt oder Halt) müssen also bereits in entsprechender Entfernung vor dem Hauptsignal angekündigt werden. Je schneller eine Strecke befahren wird, um so grösser muss die Entfernung zwischen Vorsignal und Hauptsignal sein. Bei der Deutschen Bundesbahn (DB), bei der die Höchstgeschwindigkeit für Schnellzüge gegenwärtig im allgemeinen auf 140 km/h festgelegt ist, beträgt der Vorsignalabstand auf entsprechenden Strecken 1000 m. Die Bremsverzögerung ist dabei so bemessen, dass der Fahrkomfort nicht beeinträchtigt wird.

Zusätzliche Sicherung für hohe Geschwindigkeiten

Soll die Höchstgeschwindigkeit der Züge gesteigert werden, so müssen entweder stärkere Bremsverzögerungen möglich und zulässig sein oder längere Bremswege in Kauf genommen werden. Aus den bereits genannten Gründen scheidet jedoch die erste Möglichkeit aus, so dass verhältnismässig lange Bremswege unvermeidbar sind. Für 200 km/h Geschwindigkeit rechnet die DB je nach Schnell- oder Betriebsbremsung mit Bremswegen zwischen 2600 und 3200 m.

Wenn — wie in Deutschland — ausser den sehr schnellen auch langsamere Züge auf der gleichen Strecke fahren sollen, lässt sich die Anpassung des Signalsystems an die erhöhten Geschwindigkeiten nicht einfach durch Verlängerung der Vorsignalabstände lösen. Langsamere Züge würden dann den Betrieb hemmen; die zusammengehörenden Vor- und Hauptsignale würden wegen der Überlappung kurzer Streckenabschnitte nicht mehr unmittelbar aufeinander folgen, so dass die sinngemässe Zuordnung der einzelnen Vorsignale für den Lokomotivführer kaum mehr möglich wäre. Auch ungünstige Sichtverhältnisse würden das einwandfreie Erkennen der Signale und der von ihnen angezeigten Begriffe in Frage stellen. Gerade bei hohen Geschwindigkeiten wäre der Sicherheit damit keinesfalls gedient.

Die Bundesbahn wird deshalb auf den für das Schnellfahrnetz vorgesehenen Strecken ein zusätzliches Sicherungs-

system für Züge mit hohen Geschwindigkeiten einführen. Es ist als «Linienzugbeeinflussung» bezeichnet worden. Das neue Signalsystem baut auf dem vorhandenen auf, das für langsamere Züge unverändert beibehalten bleibt, arbeitet jedoch ausschliesslich mit Führerstandsignalen, so dass es nur auf den Lokomotiven in Erscheinung tritt, die mit den Einrichtungen für die Linienzugbeeinflussung ausgerüstet sind.

Dementsprechend gilt für Züge mit Geschwindigkeiten bis zu 140 km/h Höchstgeschwindigkeit das bisherige Signalsystem unverändert weiter; für schnelle Züge bis 200 km/h Höchstgeschwindigkeit sind die Führerstandsignale der Linienzugbeeinflussung den ortsfesten Signalen übergeordnet.

Auf der rund 22 km langen Strecke Forchheim (Oberfranken) — Bamberg, auf der auch die Versuchsfahrten mit 200 km/h stattfanden, wurden zwei Bauformen des neuen Signalsystems erprobt. Ursprünglich erfolgte die Steuerung der Streckeneinrichtungen der Linienzugbeeinflussung örtlich unmittelbar an den einzelnen Streckensignalen, bei der zweiten Versuchsreihe wurden die Steuereinrichtungen in zentralen Streckengeräten zusammengefasst, die in Stellwerken etwa 10 km voneinander entfernt untergebracht waren. Auf der zweigleisigen Strecke war das Gleis der Richtung Forchheim — Bamberg mit Linienleiter ausgerüstet. Über entsprechende Fahrzeugeinrichtungen verfügten die Versuchslokomotiven E 10 1270, E 10 300 und E 10 299. Auf der rund 60 km langen Strecke München — Augsburg, auf der die DB während der Internationalen Verkehrsausstellung 1965 zum ersten Mal fahrplanmässige Fahrten mit 200 km/h für die Öffentlichkeit durchführt, kommt auch die Linienzugbeeinflussung erstmals zum betrieblichen Einsatz.

Prinzipielle Wirkungsweise

Die Linienzugbeeinflussung stellt eine ununterbrochene Verbindung zwischen der Strecke und dem fahrenden Zug her. Ihre ortsfesten Steuerstellen werden weitgehend von den herkömmlichen Streckensignalen gesteuert. Damit erfasst die Einrichtung auch alle Züge, die selbst nicht mit Linienzugbeeinflussung ausgerüstet sind.

Über die gesamte Strecke verläuft ein Linienleiter. Er besteht aus zwei einadrigen Kupferleitungen von 2 mm Durchmesser und starkem Isoliermantel, der einen Aussendurchmesser der Linienleiter von 12 mm ergibt. Beide Einzelleitungen laufen innerhalb des Gleises entlang, je eine am Fuss der linken und der rechten Schiene. Über kürzere oder längere Abschnitte bildet der Linienleiter geschlossene Schlei-

fen, die als langgestreckte Sendeantenne wirken. Sie strahlen dauernd Impulse ab, die von den ortsfesten Steuerstellen ausgehen. Alle 100 m kreuzen die beiden Einzelleiter einander, wechseln also zur gegenüberliegenden Schiene (Fig. 1). Da-



Fig. 1
Kreuzungsstelle des Linienleiters

durch lassen sich vor allem Fremdbeeinflussungen der parallel laufenden Fahrschienen unterdrücken.

Die vom Linienleiter gesendeten Informationen gelangen durch induktive Kopplung in eine Empfangsspule vor der ersten Achse der Lokomotive und von dort in das Fahrzeuggerät der Linienzugbeeinflussung. Hier wird der Informationsgehalt der empfangenen Impulse elektronisch ermittelt, ausgewertet und in Führerstands signale oder in direkte Schaltbefehle umgewandelt. Damit erhält der Lokomotivführer alle für seine Fahrweise wesentlichen Informationen unabhängig vom optischen Sichtbereich. Ausserdem werden die übertragenen Informationen dauernd automatisch mit der Fahrweise des Zuges verglichen; bei unerwünschten Abweichungen erfolgt eine direkte Zugbeeinflussung ohne Mitwirkung des Lokomotivführers, zum Beispiel eine Zwangsbremmung bei zu hoher Geschwindigkeit.

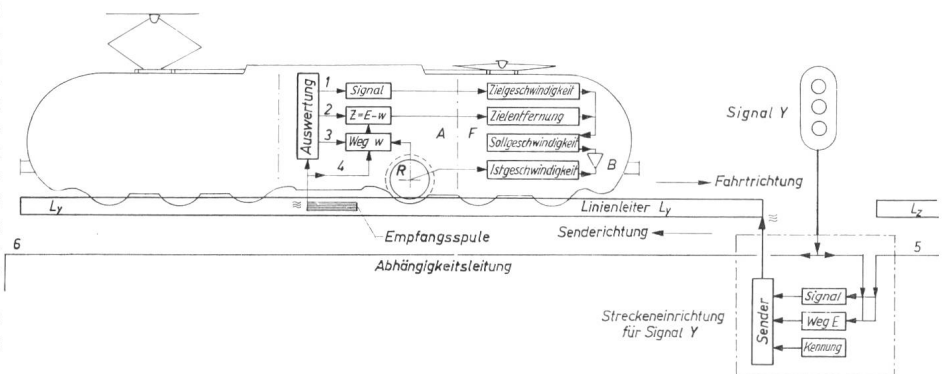
Linienzugbeeinflussung mit örtlicher Steuerung

Als erste Bauform erprobte die Bundesbahn die Linienzugbeeinflussung mit örtlicher Steuerung (Fig. 2). Dabei ist jedem Hauptsignal an der Strecke ein Steuergerät der Linienzugbeeinflussung zugeordnet. Der Linienleiter bildet von Hauptsignal zu Hauptsignal geschlossene Leiterschleifen. Sie stimmen in ihrer Länge genau mit den Streckenabschnitten

Fig. 2

Blockschaltbild der Linienzugbeeinflussung mit örtlicher Steuerung für einen Streckenabschnitt und eine Schnellfahrlokomotive

A Auswerteinrichtung in der Lokomotive; F Anzeigegerät für die Führerstands signale; B Bremsenrichtung; R Geschwindigkeits- und Wegmessung über das Rad; E Länge des gesamten Streckenabschnittes, gegebenenfalls plus Länge des nächsten Abschnittes; w Länge des vom Zug innerhalb des Streckenabschnittes bereits zurückgelegten Weges; Z Zielentfernung; I Auswertung der Begriffe der Streckensignale; 2 von der Strecke her übertragene Wegangabe; 3 Nullstellung des Wegmessers bei Änderung der Streckenkennung am Übergang zum nächsten Abschnitt; 4 Eingabe der 100-m-Marken zur Wegmessung; 5 Abhängigkeitsleitung vom folgenden Signal (Z); 6 Abhängigkeitsleitung vom vorherigen Signal (X)



überein, die von den ortsfesten Signalen gebildet werden. Ihre Länge beträgt im allgemeinen zwischen 1 und 3 km. Am Ende der Linienleiterabschnitte steht das Steuergerät der Linienzugbeeinflussung und arbeitet mit dem hier stehenden Hauptsignal unmittelbar, mit den folgenden über Abhängigkeitsleitungen zusammen. Die Steuerung erfolgt also örtlich von den einzelnen Streckensignalen aus (Fig. 3).

Die über den Linienleiter gesendeten Informationen sind dem Zug entgegengerichtet und bestehen aus drei Gruppen: Zielgeschwindigkeit v_z , Abschnittlänge E und Streckenkennung α, β, γ . Unter «Ziel» ist der Punkt der Strecke zu verstehen, bis zu dem die Linienzugbeeinflussung gewissermassen «vorausgreift». Zielgeschwindigkeit ist demnach die dort zulässige Höchstgeschwindigkeit, Zielentfernung die bis dahin verbleibende Wegstrecke. Die Streckenkennung hat technische Aufgaben.

Die Zielgeschwindigkeit entspricht den Begriffen der ortsfesten Signale (Fahrt, Langsamfahrt und Halt) und wird dem Lokomotivführer auch in ähnlicher Form angezeigt. Farbige Leuchtmelder, die mit den entsprechenden Geschwindigkeitswerten bezeichnet sind (grün 200/180/140, gelb 60/40, rot 0), geben analog den ortsfesten Lichtsignalen die Zielgeschwindigkeit (in sechs festen Stufen) an.

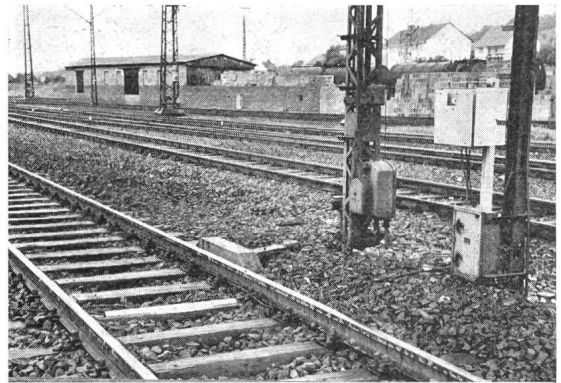


Fig. 3

Schaltkasten der Linienzugbeeinflussung mit örtlicher Steuerung an einem Signalmast (rechts)

Der Gleismagnet an der rechten Fahrschiene gehört zur «induktiven Zugbeeinflussung», die neben der Linienzugbeeinflussung auch für die schnellen Züge beibehalten bleibt

Die Abschnittlänge ist in jedem Steuergerät fest eingestellt und gibt konstant die Länge des vor dem Signal liegenden Streckenabschnittes an, solange das Signal auf Halt oder Langsamfahrt steht. Zeigt es Fahrt, wird über die Abhängigkeitsleitung automatisch die Länge des folgenden Abschnittes hinzuaddiert.

Da die von der Strecke her übertragenen Entfernungswerte E unveränderlich sind, dem Lokomotivführer jedoch an jeder Stelle der Strecke genaue Angaben über die jeweilige Zielentfernung Z gegeben werden sollen, muss ein Zählwerk auf der Lokomotive die innerhalb des Abschnittes bereits zurückgelegte Strecke w registrieren. Die Lokomotiveinrichtung ermittelt als Differenz zwischen dem übertragenen konstanten Wert und der gemessenen bereits zurückgelegten Strecke die augenblickliche Zielentfernung:

$$Z = E - w$$

Um sichere Werte zu erhalten, arbeitet der Wegmesser sowohl mit den Radumdrehungen als auch mit elektrischen Markierungspunkten an der Strecke. Die Zahl der Radumdrehungen gibt kein absolut sicheres Mass für die zurückgelegte Strecke, weil gelegentlich ein gewisser Schlupf zwischen Rad und Schiene eintreten kann und sich der Radumfang in Folge Abnutzung der Räder beziehungsweise Radreifen ständig verändert. Die elektrischen Markierungspunkte an der Strecke sind dagegen unveränderlich und lassen genaue Messungen zu, wenn auch nur in Stufen von Markierungspunkt zu Markierungspunkt.

Die Markierungspunkte setzt der Linienleiter. Da sich seine beiden Einzeladern genau alle 100 m kreuzen, sinkt dort der Pegel der Empfangsspannung jeweils kurz gegen Null ab. Diese «Nullstellen» registriert das Messwerk, ihren Abstand wertet es als hundert zurückgelegte Meter aus. An jedem Übergang auf einen neuen Linienleiterabschnitt wird der Wegmesser durch den Wechsel der ebenfalls auf die Lokomotive übertragenen Streckenkennung α, β, γ auf Null zurückgestellt. Unmittelbar nach Einfahrt in den neuen Abschnitt erscheint daher als Zielentfernung der von der Strecke her übertragene Entfernungswert ohne Abzug. Er verringert sich dann in Stufen von je 100 m bis zum nächsten Abschnitt oder bis zu einem bereits angezeigten Halt- bzw. Langsamfahrtsignal.

Aus den Werten für Zielgeschwindigkeit und Zielentfernung ermittelt die Lokomotiveinrichtung die Sollgeschwindigkeit, die dem Lokomotivführer ebenfalls angezeigt wird. Er muss lediglich dafür sorgen, dass die tatsächliche Geschwindigkeit stets etwas unter dem angezeigten Sollwert bleibt. Bei Überschreiten dieses Wertes tritt ohne Zutun des Lokomotivführers Zwangsbremung ein.

Die Führerstands signale (Zielgeschwindigkeit, Zielentfernung, Soll- und Istgeschwindigkeit) sind in einem besonderen Gerät im Blickfeld des Lokomotivführers zusammengefasst.

Die Übertragung der Informationen auf die Fahrzeuge erfolgt nach einem Zeit-Multiplex-Verfahren. Die ortsfeste Sendeeinrichtung gibt in rascher Folge Impulsreihen aus je 15 Einzelimpulsen von 1 ms Dauer in den Linienleiter. Die drei Gruppen enthalten in einem Sicherheitscode die Angaben für Zielgeschwindigkeit, Zielentfernung sowie die Streckenkennung.

Die Impulsreihen wiederholen sich ununterbrochen in zyklischer Reihenfolge, so dass sich eine dauernde Übertragung der einzelnen Daten ergibt. Ändert sich eine Information, so registriert das Auswertegerät auf der Lokomotive diese Veränderung spätestens beim nächsten Zyklus. Die Anzeige auf dem Führerstand ändert sich allerdings erst, wenn auch der folgende Zyklus wiederum die gleiche Information liefert. Diese Massnahme dient zur Erhöhung der Sicherheit

gegen Übertragungsfehler. Eine Verzögerung in der Anzeige wird dabei jedoch nicht erkennbar, da ein ganzer Abfragezyklus nur 15 ms dauert. Jeder Einzelimpuls kann aus einer von zwei möglichen Frequenzen, 29,4 und 30,6 kHz, bestehen.

Für das einwandfreie Funktionieren der Anlage ist jedoch nicht nur eine störungsfreie Übertragung und Auswertung der Impulsreihen, sondern auch die richtige Zuordnung von gesendeten und ausgewerteten Einzelimpulsen entscheidend. Diese Zuordnung wird ebenfalls über den Linienleiter gesteuert.

Damit die Wegzähler bei Beginn des nächsten Zyklus wieder auf dem gleichen, ersten Schritt beginnen, folgt nach jedem Zyklus eine kurze Pause, in der die Zähler automatisch in ihre Grundstellung zurückschalten. Ein Fehler würde also auch hier auf einen Zyklus beschränkt bleiben, so dass eine Fehl Anzeige nicht zustande kommen kann.

Linienzugbeeinflussung mit zentraler Steuerung

Die als zweite erprobte Bauform, die auch für den betrieblichen Einsatz — zunächst auf der Strecke München-Augsburg — gewählt worden ist, weicht vor allem in der Anordnung der Steuerstellen von der ersten Bauform ab. Die Zuordnung der Steuergeräte zu jedem Hauptsignal erforderte für die Unterbringung der technischen Einrichtungen eigene Schaltschränke an der Strecke. Für das Wartungspersonal sind damit umständliche Wege verbunden, die Einrichtungen sind dauernden Temperaturschwankungen ausgesetzt und ausserdem bei Störungen einem raschen Zugriff entzogen. Auch lassen sich vorübergehende Langsamfahrstellen nur verhältnismässig schwer in das Programm der Linienzugbeeinflussung einbeziehen.

Die neuere Bauform sieht deshalb eine zentralisierte Anordnung der Steuerstellen in Stellwerken der Bahnhöfe vor (Fig. 4). Der Linienleiter bildet damit verhältnismässig lange

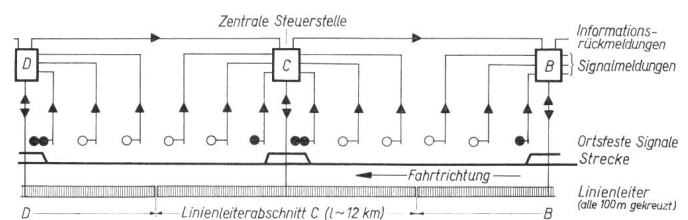


Fig. 4
Blockschaltplan der Streckeneinrichtungen bei der Linienzugbeeinflussung mit zentraler Steuerung

- Einfahrtsignale der Bahnhöfe (Halt / Fahrt / Langsamfahrt);
- Ausfahrtsignale der Bahnhöfe (Halt / Fahrt);
- Streckensignale (Halt / Fahrt)

Schleifen bis zu 12 km Länge, die mehrere (Block-)Abschnitte des herkömmlichen Signalsystems umfassen. Sofern die Signale nicht ohnehin mit dem Stellwerk verbunden sind, in dem die zentrale Steuerstelle eingerichtet ist, werden die Signalbegriffe über eine besondere Signalmeldeleitung dorthin übertragen. Damit stehen der Streckeneinrichtung im Stellwerk die nötigen Informationen über die Stellung aller Signale ihres Linienleiterabschnittes zur Verfügung; über einen besonderen Informationsrückmeldekanal werden von der folgenden Streckeneinrichtung auch die Begriffe der ersten Signale im nächsten Abschnitt erfasst, so dass der

Übergang zum anschliessenden Linienleiterabschnitt überbrückt und eine kontinuierliche Signalgebung für die schnell-fahrenden Züge möglich ist.

Durch die regelmässigen Kreuzungen des Linienleiters entstehen auch hier Abschnitte von je 100 m Länge. Sie sind mit «Fahrortnummern» fortlaufend von 1 bis maximal 120 genau bezeichnet. Das Streckengerät (Fig. 5) steht etwa in der Mitte des Abschnittes und speist hier seine «Informationstelegramme» in den Linienleiter. Sie umfassen ausser Streckenkennung, Zielge-

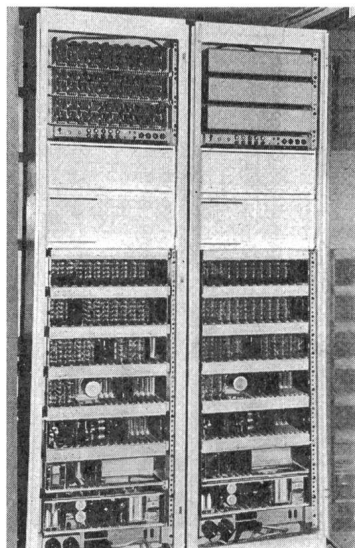


Fig. 5
Streckengerät der Linienzugbeeinflussung mit zentraler Steuerung, untergebracht in einem Stellwerkgebäude auf der Strecke München—Augsburg

Für jede Fahrtrichtung ist ein eigener Schaltschrank vorhanden. Im oberen Teil ist die Einstelltafel für Langsamfahrstellen

schwindigkeit und Zielentfernung auch Bremsdaten und eine Fahrortnummer. Für jeden der 100 m langen Abschnitte entwickelt die Streckeneinrichtung aus den festliegenden Streckendaten und den veränderlichen Signalbegriffen jeweils ein eigenes Informationstelegramm.

Um nicht die Telegramme für sämtliche Abschnitte senden zu müssen, sondern nur für die, in denen sich ein mit

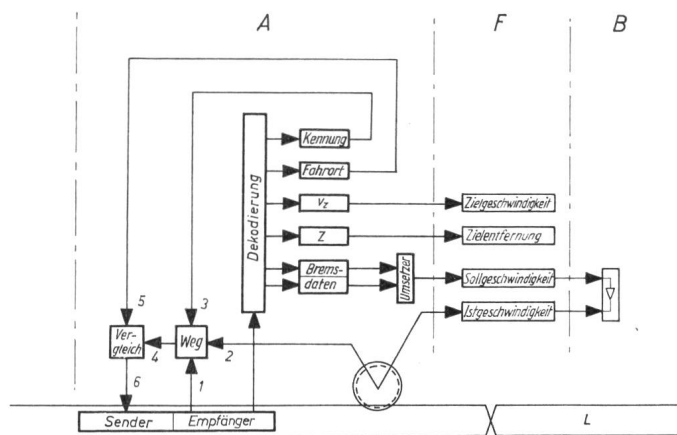


Fig. 6

Blockschaltenschema der Fahrzeugeinrichtungen für Linienzugbeeinflussung mit zentraler Steuerung

A Auswerteeinrichtung in der Lokomotive; F Anzeigerät für die Führerstands-signale; B Brems-einrichtung; L Linienleiter mit Kreuzungsstelle; v_z Zielgeschwindigkeit; Z Zielentfernung; 1 Wegmessung durch 100-m-Marken des Linienleiters; 2 Wegmessung über das Rad; 3 Rückstellung des Wegmessers bei Änderung der Streckenkennung am Übergang zum nächsten Linienleiterabschnitt; 4 vom Wegmesser ermittelte Fahrort; 5 von der Zentrale gesendete Fahrortnummer; 6 Fahrortmeldung zur Zentrale durch Vergleich von 4 und 5. Befindet sich das Fahrzeug noch in dem von der Zentrale gerufenen Abschnitt, ist $4 = 5$ und die Fahrortmeldung 0; Ist das Fahrzeug jedoch eben in den nächsten 100-m-Abschnitt übergewechselt, ergibt sich bei Vergleich von 4 und 5 durch das Weiterschalten des Wegzählers im Fahrzeug eine Differenz von 1. Die Fahrortmeldung 1 veranlasst die Steuerstelle, das Informationstelegramm für den nächsten 100-m-Abschnitt zu senden

Linienzugbeeinflussung ausgerüstetes Triebfahrzeug befindet, muss dessen Fahrort in der zentralen Streckeneinrichtung genau bekannt sein. Die Linienzugbeeinflussung mit zentraler Steuerung sieht deshalb eine Informationsübertragung nicht nur von der Strecke auf das Triebfahrzeug, sondern auch in umgekehrter Richtung vor. Das Fahrzeuggerät (Fig. 6) meldet bei jedem Abfragezyklus seinen augenblicklichen Fahrort, den es mit seinem Wegmesser aus der Zahl der Kreuzungsstellen im Linienleiter sowie aus der Radumdrehungszahl ermittelt. Die Steuerstelle sendet für die gemeldete Fahrortnummer das entsprechende Informationstelegramm. Sind mehrere Züge auf der Strecke, melden alle ihre Fahrortnummer in zyklischer Folge zur Zentrale, die ihrerseits die Informationstelegramme für jede der gemeldeten Fahrortnummern in entsprechender Reihenfolge sendet. Die Fahrzeuge empfangen zwar alle gesendeten Informationstelegramme, wählen jedoch durch Vergleich der eigenen mit der gesendeten Fahrortnummer nur das für sie bestimmte Telegramm zur Auswertung aus. Bei unbefahrener Strecke sendet die Steuerstelle dauernd das Telegramm für Fahrortnummer 1, steht also in ständiger Bereitschaft. Beim Überwechseln von einem Kreuzungsabschnitt in den nächsten meldet sich das Fahrzeug mit der um 1 höheren Fahrortnummer. Die Steuerstelle registriert den Wechsel und sendet nun das Informationstelegramm für die neue Fahrortnummer. Damit ergibt sich auch die Möglichkeit, die Wegmessung des Triebfahrzeuges von der Zentrale aus ständig zu überwachen: bei zwei aufeinander folgenden Abfragezyklen darf entweder die gleiche oder die nächsthöhere Fahrortnummer gemeldet werden. Jede davon abweichende Meldung ist fehlerhaft, würde damit die Verbindung zwischen Fahrzeug und Zentrale auflösen und so eine Zwangsbrem-sung des Zuges herbeiführen.

Das zentrale Steuergerät im Stellwerk lässt die Aufnahme vorübergehender und ständiger Langsamfahrstellen in das Programm der Linienzugbeeinflussung auf einfachste Weise zu. Jede Steuerstelle besitzt eine eigene Einstelltafel für

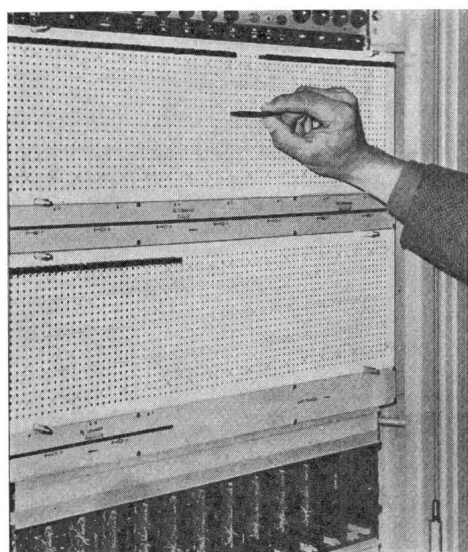


Fig. 7

Einstelltafel für Langsamfahrstellen

Das Koordinaten-System enthält horizontal die Strecken in 100-m-Abschnitten und vertikal die Geschwindigkeit von 0...200 km/h in Abständen von je 10 km/h. Durch Einstecken von Kontaktstiften ist die Geschwindigkeitskurve über die gesamte Strecke absteckbar



Fig. 8

Führerstand der E 03 während der Fahrt mit 200 km/h

Rechts der Lokomotivführer; links ein sachkundiger Begleiter. Mit dem Handrad wählt der Lokomotivführer die gewünschte Geschwindigkeit vor; sie wird dann automatisch auch in Neigungen gehalten. In Bildmitte das Anzeigergerät der Linienzugbeeinflussung, rechts daneben der Geschwindigkeitsmesser und der Bremskraftmesser für die elektrische Bremse. Darunter die Überwachungslampen der induktiven Zugbeeinflussung

Langsamfahrstellen, auf der die zulässigen Geschwindigkeitswerte und die entsprechenden Streckenabschnitte in Stufen von 10 km/h beziehungsweise 100 m mit Stiften abgesteckt werden können (Fig. 7). Damit sind die entsprechenden Daten in das Programm einbezogen und bleiben so lange gespeichert, bis die Stifte wieder entfernt oder umgesteckt werden. Die schalttafelförmige Streckennachbildung des Einstellgerätes ist mit einer Plexiglasscheibe abgedeckt, so dass sich alle Einstellungen mit einem Blick übersehen lassen. Plomben sichern die Abdeckung vor unbefugtem Öffnen.

Da in der Steuerstelle für jeden 100-m-Abschnitt ein genaues Informationstelegramm zentral ermittelt wird, ist auch eine differenziertere Signalisierung zum Fahrzeug möglich. Für die Zielgeschwindigkeit sieht die neue Bauform nicht mehr sechs Festwerte, sondern eine Digitalanzeige in Stufen von je 10 km/h zwischen 0 und 200 km/h vor. Damit ist eine feinere Anpassung nicht nur an die Signalbegriffe, sondern auch an sonstige Geschwindigkeitseinschränkungen auf der Strecke, besonders an Langsamfahrstellen, möglich.

Zielentfernung, Soll- und Istgeschwindigkeit werden auf drei untereinander angeordneten bandförmigen Skalen angezeigt. Die Zielentfernung, die beim System mit örtlicher Steuerung aus der Differenz des übertragenen konstanten Entfernungswertes E und dem bereits zurückgelegten Weg w auf dem Fahrzeug ermittelt wurde, wird jetzt ebenfalls in der zentralen Steuerstelle errechnet und direkt auf das Fahrzeug übertragen. Damit unterliegt die angezeigte Zielentfernung Z nicht mehr den fortwährenden Schwankungen über die einzelnen Linienleiterabschnitte, sondern wird von den Steuerstellen bei freier Strecke gleichbleibend mit 5000 m ausgegeben. Eine Verminderung der Zielentfernung tritt

dennach erst vor einem Halt- oder einem Langsamfahrtsignal ein.

Die Sollgeschwindigkeit entwickelt die Fahrzeugeinrichtung aus den übertragenen Bremsdaten und der im Programm festgelegten Bremskurve. Bei freier Strecke entspricht die angezeigte Sollgeschwindigkeit der auf dem befahrenen Streckenabschnitt zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Nähert sich der Zug mit 200 km/h einem Haltsignal, dann beginnt sich die angezeigte Sollgeschwindigkeit gemäss dem Bremsweg 3200 m vor dem Signal entsprechend der festgelegten Bremskurve zu verringern. Zeigt das Signal eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 oder 40 km/h an, dann setzt die Verminderung der angezeigten Sollgeschwindigkeit erst an einem näher zum Signal hin verschobenen Punkt ein und verringert sich dann nach der gleichen Bremskurve. Liegt die Sollgeschwindigkeit ohnehin schon unter 200 km/h, so rückt der Punkt, von dem aus sich die Sollgeschwindigkeit vermindert, ebenfalls entsprechend näher an das Halt- oder Langsamfahrtsignal heran. In jedem Fall erreicht der Zug damit nach der gleichen Bremskurve in der angezeigten Zielentfernung die ebenfalls angezeigte Zielgeschwindigkeit.

Das Anzeigergerät für die Führerstands-signale (Fig. 8 und 9) ist bei den Schnellfahrlokomotiven der Reihe E 03 (Fig. 10) in den Führertisch einbezogen. Es enthält ausser den An-

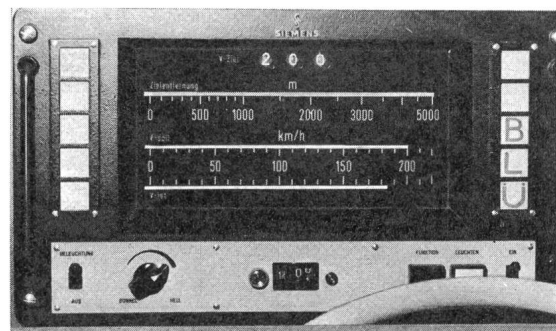


Fig. 9

Anzeigergerät für die Führerstands-signale auf der Lokomotive E 03 001

Oben die Ziffernanzeige für die Zielgeschwindigkeit, darunter auf den drei Skalen die Anzeige für Zielentfernung, Soll- und Istgeschwindigkeit. Seitlich die Leuchtmelder zur Überwachung der Funktion sowie zur Übertragung zusätzlicher Kommandos auf den Führerstand der Lokomotive; es zeigen an, linke Reihe von oben nach unten: Ersatzsignal; Fahrzeit kürzen; langsamer fahren; freies Reservefeld; Z Zwangsbremung. Rechte Reihe: Wechsel der Zielgeschwindigkeit (rotes Licht); S Schranke nicht geschlossen (rotes Licht); B Anlage in Betrieb (blaues Licht); L Lokomotive steht über Linienleiter (blaues Licht); U Übertragung funktioniert einwandfrei (blaues Licht)

zeigen für Zielgeschwindigkeit, Zielentfernung, Soll- und Istgeschwindigkeit eine Reihe von Leuchtmeldern zur Überwachung der einwandfreien Funktion sowie zur Übertragung bestimmter weiterer Signale.

Ein blaues Betriebslicht «B» zeigt an, dass die Anlage eingeschaltet ist, ein ausgeleuchtetes «L», dass die Lokomotive über einem Linienleiter steht und ein «U», dass die Informationen einwandfrei übertragen werden. Ein rotes Dauerlicht leuchtet auf, wenn die Zielgeschwindigkeit vor einem Haltsignal auf Null wechselt. Wenn der Lokomotivführer nicht rechtzeitig bremst und die Sollgeschwindigkeit damit unter die Istgeschwindigkeit sinkt, wechselt das rote Dauer-

licht in Blinklicht, ausserdem ertönt eine Schnarre. Wenn die Bremsung daraufhin nicht unverzüglich einsetzt, kommt es zur Zwangsbremsung, die durch ein aufleuchtendes «Z» angezeigt wird. Zwei weitere Leuchtmelder können das Kommando, langsamer oder innerhalb der zulässigen Grenzen schneller zu fahren, an den Lokomotivführer übermitteln.

Bei Signalstörungen werden die Züge im allgemeinen durch Ersatzsignale weitergeleitet, die von den örtlichen Sicherungseinrichtungen unabhängig sind und nach sorgfältiger Sicherung des Fahrweges von den Stellwerken aus bedient werden können. Auch diese Ersatzsignale, drei weisse Lichtpunkte in Dreieckform, werden auf dem Anzeigerät im Führerstand der Schnellfahrlokomotiven angezeigt; dabei erscheint grundsätzlich 40 km/h als Zielgeschwindigkeit.

Für den Schnellfahrbetrieb zwischen München und Augsburg während der Internationalen Verkehrsausstellung musste noch eine besondere Zusatzeinrichtung geschaffen werden. Auf allen Strecken, die später mit Geschwindigkeiten bis 200 km/h befahren werden sollen, werden sämt-

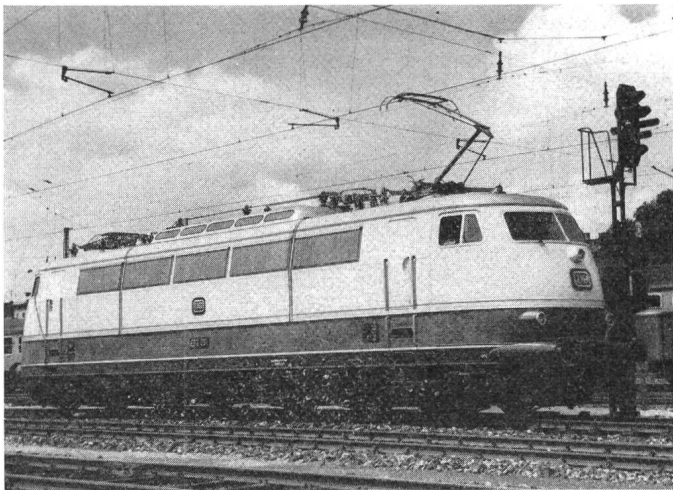


Fig. 10

Die neue Schnellfahrlokomotive E 03 001 als erste betriebsmässig mit Linienzugbeeinflussung ausgerüstet

liche niveaugleichen Bahnübergänge vor Aufnahme des Schnellfahrbetriebes beseitigt. Auf der Strecke München-Augsburg war das in der kurzen Zeit bis zum Beginn der Verkehrsausstellung, vor allem aber wegen des hohen Kostenaufwandes nicht möglich. Aus diesem Grunde werden sämtliche Schranken durch die Linienzugbeeinflussung mit überwacht. Nur wenn die Schranken geschlossen, die Schrankenbäume unbeschädigt sind und der Schrankenwärter ausserdem eine Bereitschaftstaste gedrückt hat (Fig. 11), werden die der Schnellfahrt entsprechenden Geschwindigkeitswerte auf die Lokomotive übertragen. Ist innerhalb der angezeigten Zielentfernung eine Schranke geöffnet, eine geschlossene Schranke beschädigt oder wegen eines sonstigen Gefahrenzustandes am Bahnübergang von dem Schrankenwärter eine besondere Nottaste gedrückt worden, dann erscheint auf der Lokomotive wie vor einem Haltsignal als Zielgeschwindigkeit Null in Verbindung mit einem Leuchtmelder und dem Buchstaben «S». Um jeder

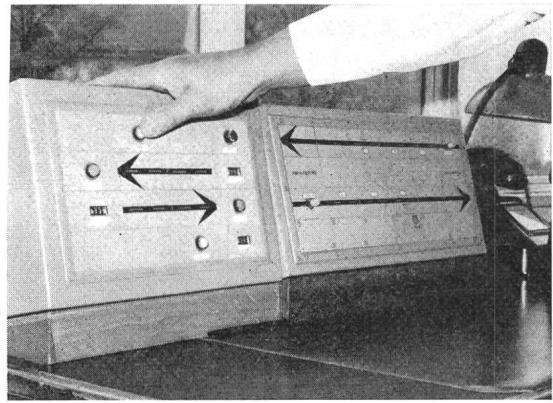


Fig. 11

Für die Strecke München—Augsburg zusätzlich eingeführtes Meldegerät für die Schrankenwärter

Durch Drücken der Taste oben rechts (Gefahrtaste) kann der Schrankenwärter notfalls ein sofortiges Anhalten eines nahenden schnellfahrenden Zuges herbeiführen. Die Betätigung der Meldetaste — im Störfalle einer mit Zählwerk versehenen Hilfstaste — (für jede Richtung getrennt) ist Voraussetzung für die Anzeige der hohen Geschwindigkeiten auf dem Führerstand. Ebenso ordnungsgemässes Schliessen der Schranken. Beschädigungen einer Schranke oder versehentlich nicht geschlossene Schranken wirken auf die Linienzugbeeinflussung wie ein Haltsignal. (Die rechte Überwachungstafel gehört zur üblichen Ausrüstung des Schrankenwärters und lässt die Belegung der anschliessenden Streckenabschnitte erkennen)

Gefahr vorzubeugen, werden jedoch sämtliche Bahnübergänge während der Schnellfahrten durch zusätzliche Sicherungsposten bewacht und gesichert.

Die Informationstelegramme, die bei der örtlichen Steuerung nur 15 Impulse umfassten, sind bei der zentralen Steuerung mit 56 Impulsen wegen des grösseren Übertragungsprogrammes erheblich umfangreicher. Da jeder Impuls 1 ms dauert, beansprucht die Übertragung eines ganzen Impulstelegrammes 56 ms. Das Übertragungsverfahren selbst entspricht dem des Systems mit örtlicher Steuerung. Die ortsfesten Steuerstellen senden mit 29,4 und 30,6 kHz, die Lokomotiven mit 55,4 und 56,6 kHz.

Nach den Schnellfahrten zwischen München und Augsburg zur Verkehrsausstellung wird voraussichtlich im Jahr 1966 mit Beginn des Sommerfahrplanes im Abschnitt Langenhagen—Uelzen der Strecke Hannover—Hamburg erstmals ein regelmässiger Betrieb mit 200 km/h aufgenommen werden. Teile der jetzt auf der Strecke München—Augsburg eingebauten Linienzugbeeinflussung sollen dann auf der Strecke Langenhagen—Uelzen wieder verwendet werden. Später wird das gesamte von der DB geplante Schnellfahrnetz Linienzugbeeinflussung erhalten. Sie birgt auch die Voraussetzungen für eine weitere Automation des Fahrbetriebes in sich: die Abweichungen zwischen Soll- und Istgeschwindigkeit können als Regelgrössen einer automatischen Anfahr- und Bremssteuerung zugeführt werden, so dass eine optimale Führung des Zuges ohne Zutun des Lokomotivführers möglich ist. Damit sind auch alle technischen Voraussetzungen für einen vollautomatischen Zugbetrieb erfüllt.

Adresse des Autors:

Ralf Roman Rossberg, Weilbacherstrasse 5a, D-6238 Hofheim (Taunus).