Eisenbahnsicherungstechnik: Umbruch zum Rechnerzeitalter

Autor(en): **Suter, Edgar M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 20

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85716

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Dieses System eliminiert viele Gespräche über Funk und Gegensprechanlage. Dadurch lassen sich unnötige Geräuschbelastungen im Kommandoraum vermeiden.

Leistungsfähigkeit der Bahnanlagen

Kapazität des Bahnhofs

Durch die Zentralisierung der Bedienung und Überwachung der Gesamtanlage wird die Betriebsabwicklung im Bahnhof Luzern entscheidend verbessert. Mit der Automatisierung der Betriebsabläufe, insbesondere der Fahrstrassenbildung und -Auflösung, lassen sich zudem wesentliche Zeitersparnisse realisieren. Die neue Sicherungsanlage gestattet, jede gleismässig mögliche Rangierfahrt einzustellen und der Fahrbefehl erscheint direkt am Zwergsignal. Mit diesen gesicherten, signalmässigen Rangierfahrstrassen wird der Manöverbetrieb beschleunigt.

Kapazität der Zulaufstrecken

Auf der Dienststation Gütsch, unmittelbar vor Luzern, vereinigen sich die Strecken von Arth-Goldau/Gotthard, Zug/Zürich, Emmenbrücke/Olten bzw. Seetal und Wolhusen/Bern auf eine gemeinsame Doppelspur. Dieses Nadelöhr in der Zufahrt zum Bahnhof Luzern wurde bereits 1969 ausgebaut mit einer Sicherungsanlage in der neu erstellten Dienststation Gütsch sowie Wechselbetrieb und Blockunterteilung auf der Strecke nach Luzern. Zwischen Gütsch und dem Bahnhof Luzern sind Zugfolgezeiten (Zeitabstand zwischen zwei sich folgenden Zügen) von zirka 2 Minuten pro Streckengleis möglich. Dies genügt aufgrund der vorliegenden Fahrplanentwürfe auch für das Konzept Bahn 2000.

Die Engpässe der Bahnanlagen im Raum Luzern liegen heute vorab auf den einspurigen Zufahrtslinien ausserhalb Gütsch sowie bei der Strecke Hergiswil–Luzern der Brünigbahn. Hier sollen die Doppelspurprojekte Ebikon (ab Rotsee) bis Zug und Hergiswil–Luzern Verbesserungen bringen.

Adresse des Verfassers: *R. Zingg*, Ing. HTL, Sicherungswesen, SBB Bauabteilung Kreis II, 6002 Luzern.

Eisenbahnsicherungstechnik

Umbruch zum Rechnerzeitalter

Schon kurz nach der Erfindung der Eisenbahn wurden Signaleinrichtungen (die von der Seefahrt her bekannt waren) eingesetzt, um die Züge sicher verkehren zu lassen. Mit Hilfe von Stellwerksapparaten wurden auf den Stationen Einrichtungen geschaffen, die die Fahrwege der Züge vor falschen Weichenstellungen schützten. Gleichzeitig wurde durch Zentralisierung der Signal- und Weichenbedienungen im Stellwerk die Betriebsabwicklung verflüssigt, und durch Wegfall der Bodenwärter konnten Personal-Einsparungen erzielt werden.
Mit dem Aufkommen der Elektrotechnik konnten auch Blockapparate geschaffen werden, die den Zugsverkehr auf der offenen Strecke sichern. Sie verhindern, dass Züge ein Gleis befahren, das noch von einem anderen Zug belegt ist. Die Relais-Technik setzte diesen Trend fort. Immer grössere Bahnhofsbereiche konnten zentralisiert werden. Für das Einstellen von Fahrstrassen müssen keine Weichen mehr einzeln umgestellt werden; eine Automatik bringt sogar Signale im richtigen Augenblick vor dem Zug auf Fahrt.
Der Einsatz der Rechnertechnik wird in naher Zukunft erlauben, nicht nur einzelne Stationen, sondern ganze Strecken zu zentralisieren. Ein rechnergestütztes System wird zusätzlich den Zugslauf über die Fahrplandaten steuern und damit die Betriebsabwicklung verflüssigen und rationalisieren helfen.

Das elektronische Stellwerk

Mit Stellwerk wird heute eine Apparatur bezeichnet, die Signale und Weichen für Zugs- und Rangierfahrten

VON EDGAR M. SUTER, LUZERN

steuert und überwacht. Wichtig ist dabei, dass Signale nur Fahrt zeigen, wenn alle Elemente des gewünschten Fahrweges ordnungsgemäss funktionieren und auch befahren werden dürfen. Diese Einrichtung muss die Bedingungen, die als »Signaltechnische Sicherheit« in der Eisenbahnverordnung gefordert werden, im vollen Umfange erfüllen. Der Nachweis dieser Sicherheit zieht ein sehr aufwendiges Verfahren nach sich. Dieser Sicherheitsbereich unterscheidet sich damit vom Automatisierungsbereich: Mit einem wesentlich einfacheren »Funktionsnachweis« muss erhärtet werden, dass letzterer beispielsweise die Fahrwege entsprechend den vorgegebenen Fahrplandaten und des Zugstandortes richtig ansteuert und die Abfahrtsanzeigen auf den Perrons richtig anzeigen.

Der Sicherheitsbereich

Die beiden in Chiasso und Gossau sich im Bau befindenden Stellwerke weisen ähnliche Strukturen auf. Ein zentrales Rechnersystem, das als Sicherheit gegen Hardwareausfall verdoppelt ist, enthält ein präzises Abbild der Anlagengeografie; der Zustand der Signale, die Lage der Weichen, die Gleisfreimeldungen, besetzte Gleisabschnitte u.v.m werden in diesem Bereich abgespeichert.

Wird eine Fahrstrasse benötigt, so wird an der Rechnertastatur ein Auftrag mittels Eingabe des Startes und des Ziels ausgelöst. Der Bereichsrechner klärt nun die Zulässigkeit des gewünschten Fahrweges ab und falls dies positiv verläuft erteilt er die Stellaufträge an die Stellrechner.

Die Stellrechner sind mit der Gleisanlage und den Signalen verbunden. Sie setzen die beinahe leistungslosen Befehle auf einen höheren Leistungspegel um, der Signallampen anzündet oder Weichenantriebe umlaufen lässt. Als weiteres überprüfen sie dauernd den Zustand der Aussenanlage auf richtiges Funktionieren. Allfällige Störungen, aber auch Gleisbelegungen melden sie dem zentralen Bereichsrechner. Sobald die Fahrstrasse steht, d.h. alle Weichen in die richtige Lage zeigen und alle übrigen Sicherheitsanforderungen erfüllt sind, setzt der Bereichsrechner einen Stellauftrag zum Anschalten der Fahrbegriffe an den Signalen ab. Zwischen Bereichsrechner und Stellrechner ist eine zweikanalige Datenverbindung, die sowohl aus Kupferdrähten als auch aus Lichtleitern bestehen kann, einge-

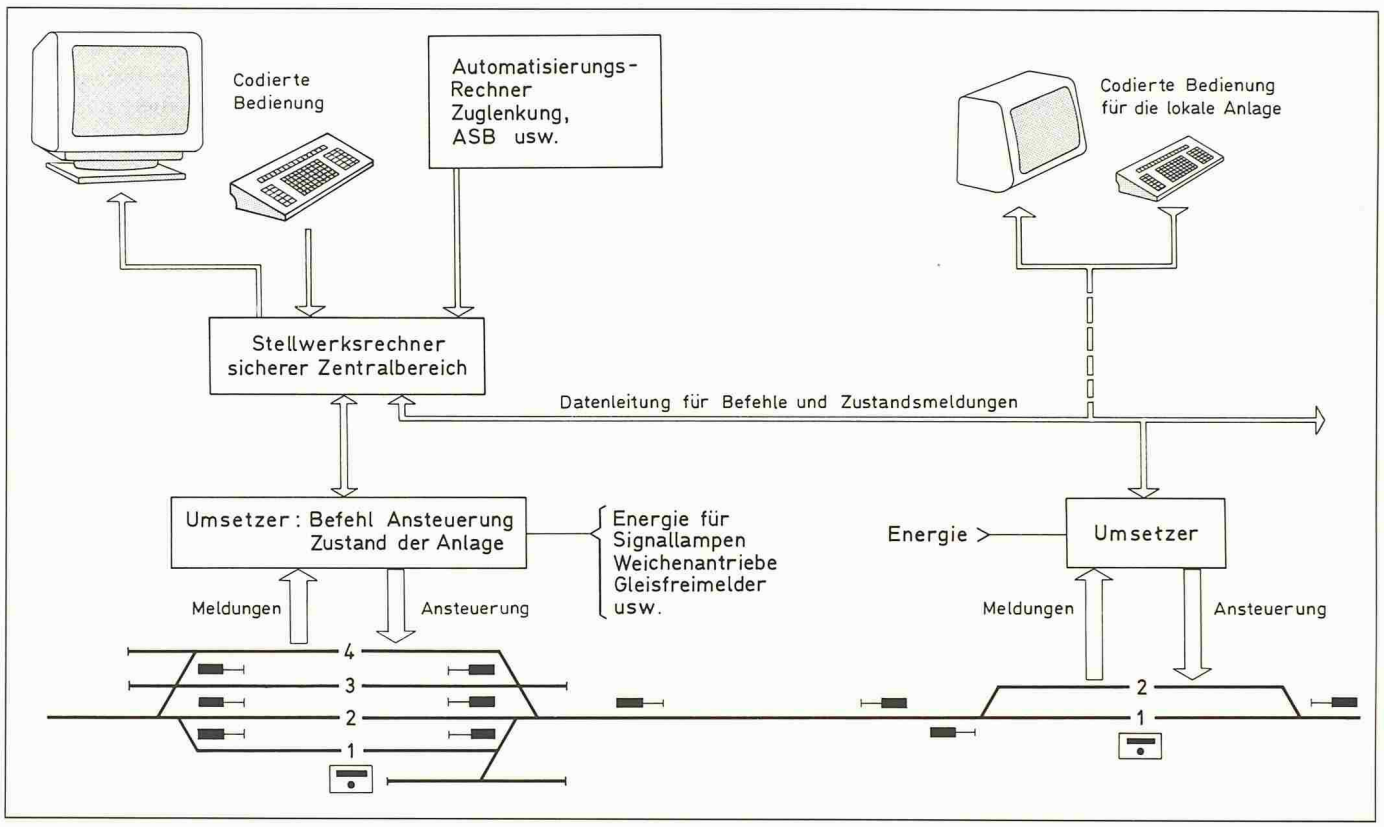


Bild 1. Elektronisches Stellwerk 2000

setzt. Aufwendige Telegrammstrukturen verhindern Fehler bei der Datenübertragung. Die Länge dieser Datenstrecke kann gross sein, sie wird nur durch die Eigenschaften der Übertragungsausrüstung bestimmt; ein wesentlicher Umstand, der in Zukunft das Zentralisieren ganzer Strecken ermöglichen wird.

Der Automatisierungsbereich

Die heute zur Verfügung stehenden Systeme wie Zugnummermeldeanlage, Zuglenkung, automatischer Signalbetrieb, Zugsabfahrtsanzeiger auf den Perrons, Gleismelder (für das Anfordern von Rangierfahrstrassen durch den Rangiermeister im Gleisfeld) sind in der Anlage Luzern enthalten und im entsprechenden Artikel dieses Heftes beschrieben.

Neu hinzu kommt eine Informationsabgabe über den Zugslauf im Bereich Luzern. Zu diesem Zweck wird ein Prozessdateninformations-Netz aufgebaut, dessen erstes Zentrum die in Entwicklung begriffene Betriebsleitzentrale in Zürich sein wird.

Zukünftige Sicherungstechnik

Sicherheitsbereich

Die wohl augenscheinlichste Veränderung im künftigen Stellwerk wird der Wegfall der bekannten Panoramatafel sein, die ein Abbild der Gleisanlage zeigt. An deren Stelle treten Farbsichtgeräte, deren Bilder der Aufgabe des davorsitzenden Fahrdienstleiters angepasst sind.

Die Rechner, die für Stellwerksaufgaben eingesetzt werden können, werden immer leistungsfähiger. Der Trend, ganze Strecken in einem Bereichsrechner zusammenzufassen, wird sich nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen verstärken. Es ist auch zu erwarten, dass die fortschreitende Miniaturisierung der Elektronik es in wenigen Jahren erlauben wird, die Stellrechner direkt in die anzusteuernden Elemente (Weichenantriebe, Signallampen usw.) einzubauen. Damit werden die heute sehr umfangreichen und kostspieligen vieladrigen Kabelanlagen entscheidend vereinfacht: lediglich die Energiezuführung und Datenleitungen sind noch zu verlegen.

Das Zusammenfassen von ganzen Strecken in einem Bereichsrechnersystem bringt noch weitere Vorteile. Beispielsweise werden keine Blockapparaturen mehr benötigt; die entsprechenden Signale können per Software analog wie Gleissignale in den Stationen angesteuert werden.

Isolierstörungen, eine der häufigsten Ursachen für Unregelmässigkeiten, können von echten Belegungen durch Züge und Wagen unterschieden und damit erkannt werden: wird ein Gleisabschnitt durch Fahrzeuge belegt, so muss der Nachbarabschnitt, von dem her die Fahrt stattfindet, für eine entsprechende Zeit auch belegt sein. Ist dies nicht der Fall, so handelt es sich eindeutig um eine Störung.

Fernsteuerungen werden keine mehr benötigt. Da über den Zentralrechner Zugriff zu allen Anlagen- und Zustandsdaten möglich ist, können alle Bedienungshandlungen unter Zuhilfenahme des geeigneten Monitorbildes vorgenommen werden. Dasselbe gilt, wenn auf Stationen der Strecke Rangieraufgaben erledigt werden müssen. Durch einfache Ankoppelung an die Datenleitung mit einer analogen Einrichtung wie im Zentralstellwerk kann jederzeit der Zugslauf abgebildet und die Einstellung von Rangierfahrstrassen angefordert werden.

Auch für die Wartung ergeben sich wesentliche Vorteile. Der Wartungsspezialist kann mit seinem tragbaren Computer z.B. über Telefonleitungen, die für seine Aufgabe benötigte Information im zentralen Bereichsrechner abrufen. Er kann somit seinen Einsatzort schneller erreichen und hat erst noch präzisere Informationen über die von ihm zu lösende Aufgabe. Elektronikbaugruppen arbeiten verschleissfrei; ihr Wartungsaufwand ist vergleichsweise wesentlich geringer als bei Relaisbaugruppen. Allerdings werden an die Ausbildung dieser Spezialisten wesentlich höhere Anforderungen gestellt.

Automatisierungsbereich

Der Lauf aller Zugsfahrten ist im Fahrplan vorgegeben. Zusätzlich werden in allen Stationen die Gleise vorgegeben, in denen ein Zug verkehren soll. Diese Daten können über die Zugnummer von den Speichern abgerufen werden.

In Bahnhöfen, in denen heute schon eine von den Fahrplandaten her gesteuerte Zuglenkautomatik eingerichtet ist, können bis zu 90% aller Zugsfahrten in diesem System ohne Handeingriff stattfinden. Alle diese fahrplanmässigen Züge werden heute noch dauernd den Fahrdienstleitern angezeigt. Aus dieser Informationsflut denjenigen Zug herauszufinden, den man speziell behandeln muss, ist im Zeitalter der elektronischen Datenverarbeitung nicht mehr optimal. Es müssen deshalb Anzeigebilder geschaffen werden, die echte Dispositionshilfen sind.

Nur für Züge, deren zeitmässige Abweichung vom vorgegebenen Fahrplan eine Grösse hat, die mit anderen Zugsläufen zu Konflikten führen würde, muss speziell disponiert werden. Solche Fälle werden vom Rechner erkannt. Ebenso muss dieses System diese Konfliktsituation im voraus darstellen, Lösungsvorschläge ausarbeiten und die jeweiligen Konsequenzen auf die weiteren Zugläufe in optimaler Darstellungsweise aufzeigen können; nur so kann der Fahrdienstleiter bei der mit der Bahn 2000 zu verarbeitenden grossen Zugszahl seine Aufgabe lösen.

Aus der Erfahrung, dass Störungen eines einzigen Zugslaufes sich netzweit auswirken können, muss der Schluss gefolgert werden, dass die Überwachung und damit die Disposition weitgespannt werden muss. Mit den in Entwicklung begriffenen technischen Einrichtungen lässt sich dieses Ziel auch ohne Dazwischenschalten von örtlichen Fahrdienstleitern durch Mitarbeiter im Zentrum des Überwachungsbereiches erreichen. Davon ausgenommen sind bestenfalls Rangieraufgaben, die sich auch mit diesem System lokal lösen lassen (Bild 1).

Ausblick

Die Rechnertechnik ist sehr starken Umwälzungen unterworfen. Jede neue Generation basiert auf neuen Bauteilen (Chips). Die Herstellung solcher Chips ist nur dann wirtschaftlich interessant, wenn sie in Stückzahlen von Millionengrösse auf dem Markt abgesetzt werden können. Mit jeder neuen Generation werden nicht nur die Schaltkreise auf dem Chip, sondern auch die Fabrikationsmethoden wesentlich verändert.

Aus der laufenden Produktion herausgefallene Bauteile nachzubauen, ist zumindest sehr teuer; falls die Produktionseinrichtungen sich zu stark gewandelt haben, sogar unmöglich. Daraus muss gefolgert werden, dass für die Einsatzdauer eines elektronischen Stellwerktypes mit maximal 20 bis 26 Jahren gerechnet werden muss. Die bestehenden Stellwerke haben eine mittlere Lebensdauer von über 50 Jahren.

Das teuerste Element an einem elektronischen Stellwerk ist die Software, die etwa 80% der Kosten der Innenanlage ausmacht. Wenn sich diese auf eine neue Rechnergeneration übertragen liesse, wäre ein Hardwareaustausch eine preiswerte Sache. Im Gegensatz zur Industrie, die für jede neue Produktionsmaschine eine neue Steuerung braucht, verändert sich unser Produktionapparat kaum: das Fahrdienstreglement und die Gleisanlagen verändern sich höchstens geringfügig.

Momentan sind die Programme für den Sicherheitsbereich in einer maschinennahen Sprache geschrieben; bei einem Hardwarewechsel müssen demnach alle Programme neu implementiert und der sehr aufwendige Sicherheitsnachweis neu geführt werden.

Einen Durchbruch in Richtung wesentlicher Verbesserung der Wirtschaftlichkeit wird aber erst stattfinden, wenn es gelingt, auch Programme des Sicherheitsbereiches in einer geeigneten maschinenunabhängigen Hochsprache zu entwickeln, wie dies im Automatisierungsbereich bereits weitgehend ralisiert worden ist. Die bisher erzielten Erfolge in der Leittechnik zeigen aber an, dass die zukünftige Eisenbahn in einem Ausmass automatisiert verkehren wird, das man sich heute noch kaum in seiner ganzen Tragweite vorstellen kann.

Adresse des Verfassers: *E. M. Suter*, Dr. sc. techn. dipl. Ing., Sektionschef Sicherungswesen, SBB Bauabteilung Kreis II, 6002 Luzern.

Telekommunikation für den Bahnbetrieb

Fernmeldesysteme für die Betriebssteuerung

Zu den üblichen automatischen Telefoneinrichtungen, die auch im öffentlich geschäftlichen und privaten Bereich bekannt sind, gesellen sich für die Abwicklung des Bahnbetriebes eine Reihe von Sondertelefonieanlagen.

VON SIEGFRIED BRUN, LUZERN

Bundesratsbeschlüsse in den Jahren 1865 und 1872 gestatteten - damals noch den Privatbahnen - eigene Telegraphennetze zu betreiben. Moderne automatische Selbstwählnetze haben schon längst diese alten Kommunikationsverbindungen abgelöst. Die für die Verwaltung und die Betriebsführung bestimmte automatische Telefonie ist ein reines Dienstnetz und ist, unter Einhaltung der Regalbestimmungen, mit dem öffentlichen PTT-Netz mittels Durchwahleinrichtungen verbunden.

Für den Bau und die Lieferung dieser elektromechanischen und elektronischen automatischen Wählzentralen kommen bei den SBB die gleichen industriellen Anbieter zum Zuge, die auch weltweit die Telekommunikation der verschiedenen PTT-Betriebe sicherstellen. Den Unterhalt dieser Kommunikationseinrichtungen besorgen jedoch SBB-eigene Spezialisten, die auch für den Ausbau der Kommunikationsanlagen verantwortlich sind. Durch die Verwendung von Tritel Telefonapparaten, der neuesten Apparategeneration, profitieren auch die Bahnen von den aus dem PTT-Entwicklungsauftrag an die drei grössten schweizerischen Fernmeldefirmen hervorgegangenen Erzeugnissen.

Sondertelefonieanlagen

Die Sondertelefonieanlagen, zu denen das nichtautomatische Streckentelefonnetz, die Signaltelefonleitungen sowie die Telefonverbindungen mit automati-