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: 80 (1989)

Heft: 11

Artikel: Eisenbahn-Sicherungstechnik : eine Übersicht und Standortbestimmung

Autor: Biefer, E. / Leimgruber, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903687

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: 10.12.2025

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

Eisenbahn-Sicherungstechnik – eine Übersicht und Standortbestimmung

E. Biefer und J. Leimgruber

Neben Schienen und Rollmaterial sind die Sicherungseinrichtungen das dritte Grundelement für den klassischen Bahnbetrieb. Zweck der Sicherungseinrichtungen ist die Gewährleistung der bahntechnisch definierten Sicherheit, die klar von der ebenfalls wichtigen Zuverlässigkeit zu unterscheiden ist. Das im Eisenbahnbetrieb eingesetzte Material muss seine Funktionen im rauhen Umfeld des Bahnbetriebes zuverlässig erfüllen, bei jedem Wetter, unter teilweise extremen, jahrzehntelangen Beanspruchungen und bei minimalem Unterhalt.

A côté des voies et du matériel roulant les installations de sécurité sont le troisième élément classique indispensable à l'exploitation des chemin de fer. Le but des installations de sécurité est de garantir la sécurité technique des chemins de fer qui ne doit pas être confondue avec la fiabilité, également de grande importance. Le matériel mis en service par les chemins de fer doit remplir ses fonctions dans des conditions d'exploitation particulièrement difficiles: variations climatiques, détérioration au cours des années, entretien minimum.

Adresse des Autors

Edwin Biefer, dipl. Ing. ETH, und Dr. sc. techn. *Josef Leimgruber*, dipl. Ing. ETH, Integra Signum AG, 8304 Wallisellen.

Schienengebundene Fahrzeuge sind auf eine gesicherte Fahrstrasse angewiesen. Das heisst beispielsweise, dass der vor einem fahrenden Zug liegende Gleisabschnitt diesem mindestens bis zum nächsten Signal im Rahmen der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten eine sichere freie Fahrt und darüber hinaus eine ausreichende Bremsstrekke gewährleistet (Fig. 1) [1]. Ohne die technische Sicherung der Zugfahrstrassen könnte nur auf Sicht gefahren werden, was in unübersichtlichen Kurven Schrittempo bedeuten würde (Fig. 2). Die Sicherungseinrichtungen haben somit einen fahrenden Zug vor Gefahren zu bewahren, indem sie sicherstellen, dass

- sich keine stehenden oder fahrenden Wagen oder Zugskompositionen auf dem zu befahrenden Streckenabschnit oder Streckenblock aufhalten,
- keine Flankenfahrt und keine Bewegungen anderer Züge stattfinden, die zu einer Gefährdung einer eingestellten Zugfahrstrasse führen könnten,
- die Zugfahrstrassen richtig eingestellt sind.

Zu den Sicherungseinrichtungen werden zunehmend auch *Leitsysteme* gezählt, die Automatisierungs- und Steuerungsfunktionen erfüllen. Systematisch sind sie aber der Bedienungsebene zuzuordnen, der *keine* Sicherheitsfunktion zukommt (Fig. 3 und 4).

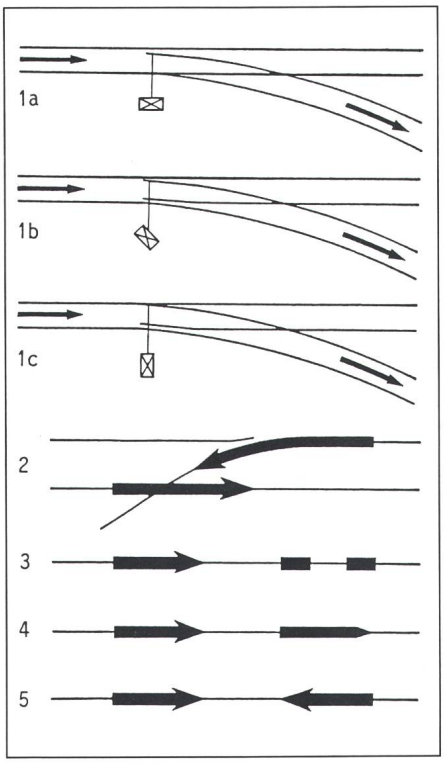
Da aber in besonderen Fällen die manuelle Umgebung der Sicherheitsfunktion des Stellwerks möglich sein soll, müssen einzelne Funktionen der Leitebene und deren Schnittstelle mit dem Stellwerk bahntechnisch sicher realisiert werden.

Leitsysteme genügen diesen Forderungen durch entsprechende Gestaltung der Bedienungsschnittstelle und durch eine durchgehend zweikanalige Anbindung an das Stellwerk, den Träger der Sicherheitsfunktionen. Da das Spezialgebiet der Leitsysteme den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen würde, soll in einem späteren Artikel darauf zurückgekommen werden.

Figur 1 Neue Signale bei Raron
Der Fahrbegriff (oberer Teil des Signals) wird mit farbiger Lampe, die Geschwindigkeit (14 = 140 km/h) mit Ziffern angezeigt.

Definition des Sicherheitsbegriffes bei der Bahn

Die bahntechnische Sicherheit wird definiert als Eigenschaft eisenbahntechnischer Apparate und des Gesamtsystems, welche beinhaltet, dass diese so zusammenwirken, dass sie auch unter Fehlerbedingungen und Störungen die Sicherheit des Verkehrs gewährleisten (Fail-Safe-Prinzip) [1]. Oder etwas eingängiger, aber auch enger: Einen sicheren Bahnbetrieb gewährleisten bedeutet, dass eine einmal gewählte Zugfahrstrasse vor Zugbewegungen anderer Züge geschützt wird und die Weichen der Fahrstrasse nicht in eine falsche Stellung gebracht werden kön-



Figur 2 Die fünf Gefahren im Eisenbahnbetrieb

1 a Weiche steht falsch
1 b Weiche in Zwischenstellung
1 c Weiche richtig, Geschwindigkeit zu hoch
2 Flankenfahrt
3 Fahrt in besetztes Gleis
4 Folgefahrt auf der Strecke
5 Gegenfahrt auf der Strecke

nen. Weiter muss sichergestellt werden, dass jeder Störungsfall erkannt wird und zum Stehen der Züge führt (Rückfallebene). Diese Funktionen müssen im rauhen Alltag des Bahnbetriebs über lange Zeit und bei minimalem Unterhalt sichergestellt werden. Fehler und Störungen sollen also ein Fail-Safe-System zur sicheren Seite hin reagieren lassen.

Der Sicherheitsbegriff in der zweiten Definition bezieht sich nur auf die *Strecke* oder Zugfahrstrasse (Streckensicherung), während die *Geschwindigkeitssicherung* des Zuges (Zugsicherung) davon nicht oder nur am Rande, etwa als Stopp-Begriff, erfasst wird (siehe Kasten, rechte Seite).

Eine Erklärung dafür ist, dass Strekkensicherungs- oder einfach Sicherungsanlagen den allgegenwärtigen klassischen Kern der Eisenbahnsicherungstechnik bilden. Er findet im Stellwerk eine anschauliche Verkörperung. Zugsicherungssysteme, die Fahrgeschwindigkeiten überwachen, sind dagegen eine relativ junge Angelegenheit. Sie werden zusätzlich zur Strekkensicherung dort benötigt, wo sehr schnell und in sehr dichter Zugfolge gefahren wird und wo deshalb der Lokführer einer enormen Belastung ausgesetzt ist. Zugsicherungssysteme wurden geschaffen, um ihn einerseits zu unterstützen und anderseits auch sicherheitsmässig zu überwachen [3].

Zuverlässigkeit

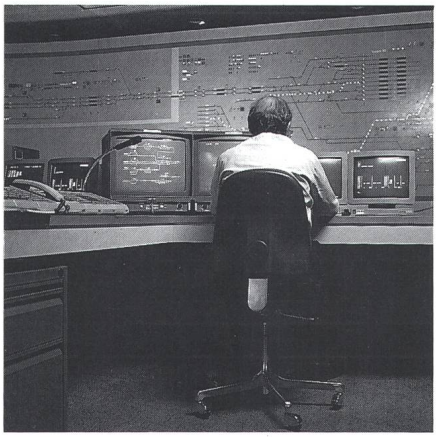
Sicherheit und Zuverlässigkeit sind zwei Begriffe, die präzise voneinander zu trennen sind. Sichere Systeme bieten zwar Sicherheit, auch im Störungsfall, doch tun sie das zu Lasten des Betriebsablaufs: Zum Stehen gebrachte Züge sind zwar sicher, aber daran können sich weder die Bahn noch deren Passagiere so richtig erfreuen. Vor allem letztere kennen in der Regel den Grund eines ausserfahrplanmässigen Zughaltes oder der daraus resultierenden Verspätungen nicht.

Von Eisenbahnsicherungssystemen erwartet man deshalb, dass sie unter allen denkbaren Umständen ihre Funktionen möglichst lange störungsfrei und damit zuverlässig erfüllen. Hohe Zuverlässigkeit bedeutet eine lange mittlere Einsatzzeit bis zum Auftreten einer Störung, (hohe Verfügbarkeit, hohe MTBF), eine kurze mittlere Reparaturzeit (kurze MTTR) und damit einen maximalen Nutzen eines Systems oder Teilsystems.

Die Verfügbarkeit einer Anlage kann durch den Einbau zusätzlicher Redundanz erhöht werden. Da diese Massnahme aber mit einer höheren Komplexität des Systems erkauft werden muss, sollte die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls gegenüber den eingehandelten Nachteilen sorgfältig abgewogen werden [4]. Gerade weil die Realisierung sicherer Systeme Auswirkungen auf den Bau zahlloser Einzelteile und Baugruppen nach sich ziehen

Figur 3 Leitsysteme automatisieren den Betriebsablauf

Hierarchische Struktur der eisenbahntechnischen Leit- und Sicherheitssysteme



Figur 4 Arbeitsplatz in einem modernen Stellwerk und Fernsteuerzentrum

Farbsichtgerät und Rechner bilden die Bedienungsschnittstelle moderner Eisenbahn-Sicherungssysteme der Integra Signum AG, während Domino-67-Anzeigetechnik – im Hintergrund – den Überblick über die gesamte von diesem Platz aus gesteuerte Gleisanlage gewährleistet.

kann, müssen bei Neuentwicklungen stets die grundlegenden Eigenschaften des Gesamtsystems im Auge behalten werden. Von diesem wird letztlich sicheres Verhalten gefordert und nicht unbedingt von jedem Subsystem. Für die Praxis bedeutet dies, dass der Aufbau des Gesamtsystems einfach sein soll, die aufwendigen Sicherheitsfunktionen an wenigen Orten, beispielsweise im Stellwerk, konzentriert werden und im übrigen mit möglichst einfachen und damit zuverlässigen und nicht zuletzt auch preisgünstigen Subsystemen gearbeitet werden kann [1].

Die Bausteine der Eisenbahnsicherungstechnik

Die wichtigsten sicherungstechnischen Einrichtungen gehören seit den Anfängen zur Eisenbahn:

- Stellwerke,
- Signale,
- Weichenantriebe,
- Gleisfrei- bzw. Gleisbelegt-Meldeeinrichtungen (Gleisstromkreise, Achszähler),
- Barrierenanlagen,
- Zugsicherungs- bzw. Zugbeeinflussungssysteme.

Eisenbahnsicherungseinrichtungen ermöglichen, wie oben dargelegt, die sichere Benutzung der Schienenwege durch die Züge, und zwar auch dann, wenn die Sicherungsanlagen fehlerhaft funktionieren sollten.

Das Bestreben, die bestehenden Eisenbahnstrecken mit den jeweils

maximal möglichen Geschwindigkeiten zu befahren, führt zum Bedürfnis nach *Zugsicherungssystemen*, die mehr als die Ausführung einfacher Fahrbefehle wie «Fahren» oder «Anhalten» (durch Schnellbremsung) sicherstellen. Die neueren Zugsicherungs- bzw. Zugbeeinflussungssysteme gewährleisten zusätzlich das Einhalten der zulässigen Fahrgeschwindigkeiten sowie der entsprechend vorgegebenen Bremskurven [3]. Da derartige Systeme mit erheblichen gleisseitigen Investitionen verbunden sind, erfolgt ihre Einführung in bestehende Anlagen nur schrittweise und zusätzlich zu den älteren Systemen. Neue eisenbahntechnische Systeme müssen also fast immer mit vorhandenen älteren koexistieren können, d.h. zu diesen kompatibel sein; wegen der meist hohen Anforderungen sind sie nicht billig und müssen deshalb für eine lange Einsatzlebensdauer ausgelegt werden [5].

Sicherheitskonzept und Signalsystem

Es gibt verschiedene Konzepte, um Eisenbahnzüge sicher verkehren zu lassen. Das klassische Haupt-Vorsignal-System arbeitet nach dem Prinzip der Streckensicherung. Dazu wird jede Strecke in einzelne Gleisabschnitte unterteilt, in die ein Zug nur einfahren darf, wenn sie frei von Fahrzeugen sind. Mit dem Vorsignal wird der Bremsweg des Eisenbahnzuges im Sicherheitsdispositiv so berücksichtigt, dass er sicher vor dem Hauptsignal zum Stehen gebracht werden kann. Die Signale zeigen nur wenige Befehle an, im einfachsten Fall «Stopp» und «Freie Fahrt». Durch optimale Auslegung der Blockstreckenlänge kann die Kapazität einer Strecke maximiert werden. Die Blockstrecke darf dabei nicht kürzer werden als der maximale Bremsweg eines Zuges, der die Strecke mit der zulässigen Geschwindigkeit befährt.

Mittels Vorgabe und Kontrolle der zulässigen Streckengeschwindigkeit für jeden Blockabschnitt kann das beschriebene System weiter verfeinert werden. Zur Geschwindigkeitsüberwachung bzw. zur Regelung der Geschwindigkeit ist der Einsatz eines Zugbeeinflussungs- oder Zugsicherungssystems erforderlich. Ein geeignetes Datenübermittlungssystem überträgt die entsprechenden Daten punktförmig oder kontinuierlich (linienförmig) vom Gleis oder vom Stellwerk zur Lok. Die Datenübertragung erfolgt drahtlos mittels induktiver Übertragungstechnik oder Funktechnik. Eine auch in der Schweiz entwickelte induktive Übertragungstechnik ist das LZB oder Linien-Zug-Beeinflussungs-System, das über ein zwischen den Gleisen verlegtes Adernpaar arbeitet.

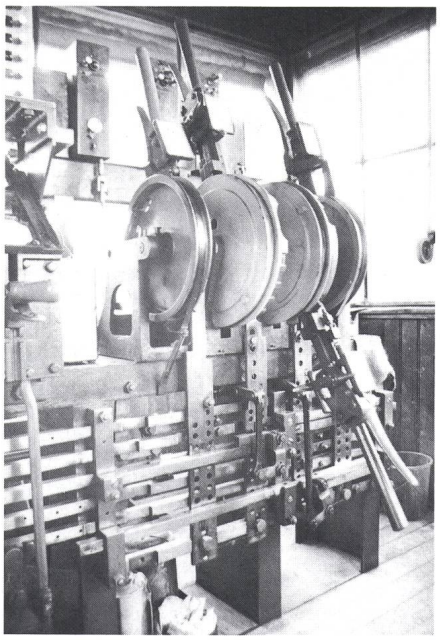
Alternativ zu dem oben beschriebenen konventionellen Haupt-Vorsignal-System sind Systeme denkbar, bei denen die Unterteilung einer Strecke in Blockabschnitte entfällt und stattdessen ein entsprechendes Signal- und Zugbeeinflussungssystem dafür sorgt, dass die Züge einander stets im Bremswegabstand folgen. Dies setzt voraus, dass dem Lokführer alle für das Befahren einer Strecke notwendigen Informationen im Führerstand angezeigt werden. Erfolgt dies eisenbahntechnisch sicher, so kann auf konventionelle Lichtsignale vollends verzichtet werden. Die Leistungsfähigkeit eines nach diesem Prinzip arbeitenden Signal- und Zugbeeinflussungssystems beträgt rund das Doppelte, verglichen mit jener, die sich maximal mit einem klassischen Haupt-Vorsignal-System erzielen lässt [8].

Demgegenüber bringt die Kombination einer mit Streckenblock, d.h. mit Gleisstromkreisen gesicherten Strecke mit einem kontinuierlich arbeitenden Zugbeeinflussungssystem, wie das LZB-System eines ist, nur eine bescheidene Leistungsverbesserung [8].

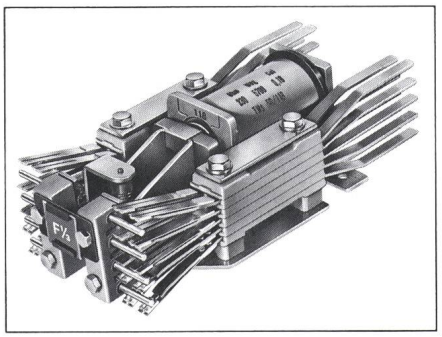
Stellwerke sichern Zugfahrstrassen

Das Stellwerk ist das Herzstück jeder Eisenbahnsicherungsanlage. Es besteht auch heute noch im wesentlichen aus einem mechanischen oder elektromechanischen *Verriegelungssystem*, das unsichere Zustände von Signalen und Weichen ausschliesst, und einer Bedienungsvorrichtung, die das Einstellen von Zugfahrstrassen erlaubt. Kamen bis in die frühen fünfziger Jahre noch vorwiegend mechanische Verriegelungssysteme zum Einsatz (Fig. 5), so setzten sich in den folgenden Jahren elektrische Verriegelungssysteme - zunächst auf der Basis von Magnetschaltern, ab 1967 auf der Basis von Relais - durch [1]. Dieses elektromechanische Bauelement in hochwertiger Ausführung mit zwangsgeführten Doppelkontakten dominiert auch heute noch die Stellwerktechnik (Fig. 6). Die Sicherung einer einfachen Ausweichstelle auf einer einspurigen Strecke erfordert rund 400 Relais; für einen grösseren Bahnhof kann diese Zahl auf 4...10 000 Stück ansteigen (Fig. 7). Für die durch die schweizerische Industrie jedes Jahr neu ausgerüsteten 15...20 Stellwerke sowie für die laufenden Nebenanwendungen wie Stellwerkanbauten und Barrierenanlagen werden heute jährlich 60 000 Relais hergestellt.

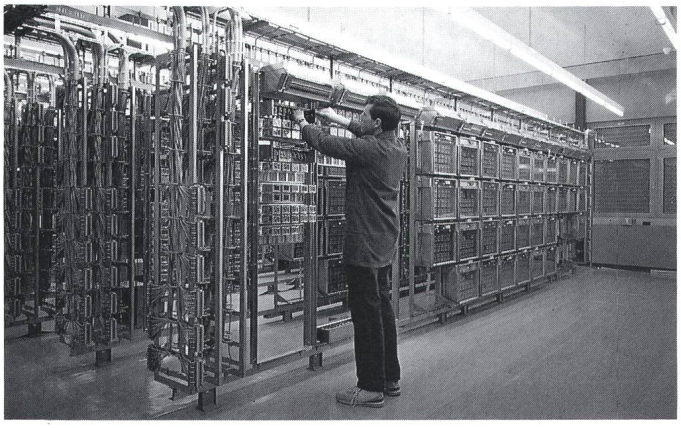
Fast alle Stellwerke werden heute in der als *Spurplantechnik* bekannten Bauweise erstellt. Das bedeutet, dass standardisierte, den einzelnen Weichen und Signalen zugeordnete Relaissätze elektrisch entsprechend dem Gleisbild miteinander verbunden werden [1]. Diese Technik hat in den letzten zwanzig Jahren viel zur Standardisierung und Modularisierung und damit zu Kosteneinsparungen bei Projektierung und Bau von Stellwerken beigetragen. Anderseits hat die ungehinderte Erfüllung zahlreicher Sonderwünsche bei Stellwerkneubauten zu einem beachtlichen Anteil freier, d.h. anlagenspezifischer Relaisschaltungen geführt, die mögliche Rationalisierungseffekte mehr als wettgemacht haben.



Figur 5 Mechanisches Stellwerk
Bruchsal G, Inbetriebsetzung 1897



Figur 6 Sicherheitsrelais
Integra Typ TM



Figur 7
Stellwerke als Relaismaschinen

Wendepunkt – der Einzug der Elektronik

Ein Anwendungsbereich, der immer noch recht eigentlich durch das Relais geprägt ist, mag erstaunen. Ganz bestimmt überrascht jedoch, dass Relaisstellwerke, obwohl nicht billig, sowohl vom Preis her wie auch dank ihrer Lebensdauer aus wirtschaftlichen Gründen gegenwärtig keine Konkurrenz zu fürchten brauchen. Trotzdem hat die Entwicklung der Elektronik auch vor dem Stellwerk nicht haltgemacht. Nach einer langen Entwicklungs- und Versuchsphase haben verschiedene Systeme inzwischen ihre Einsatzfähigkeit bewiesen, und weltweit ist eine kleine Anzahl elektronischer Stellwerke in Betrieb. Sie sind aber wegen der bis heute verfügbaren Technologie und weil sie die exakt gleiche Funktion wie die Relaisstellwerke erfüllen müssen, eine aufwendige Angelegenheit. Darüber hinaus müssen sie über eine viel kürzere Zeitdauer als Relaisanlagen abgeschrieben werden [5; 6; 7].

Während das Sicherheitsrelais mit zwangsgeführten Kontakten eine einfache und eindeutige Überprüfung seines Schaltzustandes erlaubt, sind zur Gewährleistung der Sicherheitsfunktion bei elektronischen Stellwerken komplexe Systeme (Hard- und Software) erforderlich. Für die Zukunft versprechen elektronische Stellwerke aber eine Reihe von Vorteilen, die sie tatsächlich zur attraktiven Alternative machen könnten, wie:

- erleichterte und beschleunigte Projektierung und Realisierung durch computerunterstützte Konfiguration und Programmgenerierung entsprechend der Gleistopologie und der sicherheitstechnischen Auslegung der Aussenanlage,
- geringerer Platzbedarf als Relaisstellwerke,
- einfache und wirkungsvolle rechnergestützte Testmöglichkeiten für die gesamte Anlage, da der grösste Teil der Anlage ohne Zugriff auf die Gleise bereits in der Fabrik getestet werden kann,
- einfachere Fernsteuerbarkeit,
- erleichterte Änderungsmöglichkeiten bei in Betrieb stehenden Anlagen,
- Möglichkeit der Benutzung weit verbreiteter, standardisierter Baugruppen und Fertigungsverfahren. Sicherheitsrelais erfordern eine spezialisierte Fertigung.

Signale und Weichenantriebe

Während die elementaren Funktionen von Lichtsignalen und Weichenantrieben auf der Hand liegen, dürften viele weitere Anforderungen und die entsprechenden konstruktiven und elektrischen Einzelheiten nur dem Eisenbahnfachmann geläufig sein. Diese Anforderungen betreffen vor allem die Sicherheit ihrer Funktion, da Signale und Weichenantriebe Schlüsselelemente einer Eisenbahnsicherungsanlage darstellen, die einzeln in sich fehlersicher arbeiten müssen.

Lichtsignale werden dementsprechend mit folgenden Einrichtungen ausgerüstet:

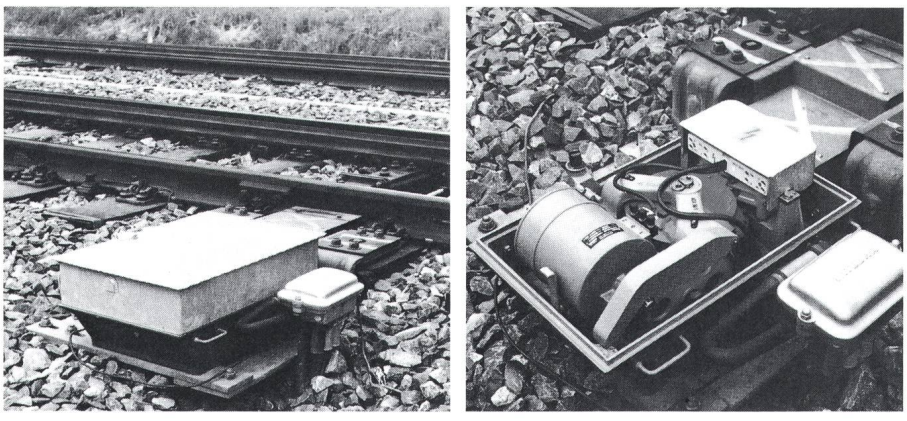
- Leitungsüberwachung auf Aderkurzschluss und Erdschluss
- Lampenüberwachung für eine oder mehrere gleichzeitig leuchtende Lampen eines Signals
- Not- oder Reserve-Haltlampen bei Hauptsignalen

Weichenantriebe benötigen neben Überwachungsschaltungen für die Übertragungsleitungen solche für die Endstellungen der Weichen und zusätzlich mechanische Verschlusseinrichtungen um die beweglichen Teile einer Weiche in den beiden Endlagen mit den Schienen fest zu verriegeln.

Beide Komponentengruppen, Signale und Weichenantriebe, werden von den Bahnen für den Ausbau und den Unterhalt der Gleisanlagen in grösseren Stückzahlen benötigt. Hat sich ein Produkt in diesem Bereich einmal durchgesetzt, wächst auf seiten der Bahn, beispielswiese aus Gründen der Logistik, oft eine Tendenz zur Beibehaltung des Altbewährten, die auch durch interessante Neuheiten kaum beeinflusst werden kann (Fig. 8).

Gleisfrei-Meldeeinrichtungen

Während Signale und Weichen vom Stellwerk aus *gesteuert* werden, beliefern Gleisstromkreise oder Achszähler das Stellwerk mit *Daten*. Sie melden, ob ein bestimmter Gleis- oder Blockabschnitt frei oder ob dieser mit einem Wagen oder Zug belegt ist, und erfüllen damit eine sowohl sicherheits- wie leittechnisch wichtige Funktion. Die immer noch am häufigsten angewendete Methode arbeitet mit Hilfe eines Stromkreises, der durch die Präsenz



Figur 8 Integra-Weichenantrieb

einer Achse auf den überwachten Streckenabschnitt kurzgeschlossen wird (Fig. 9).

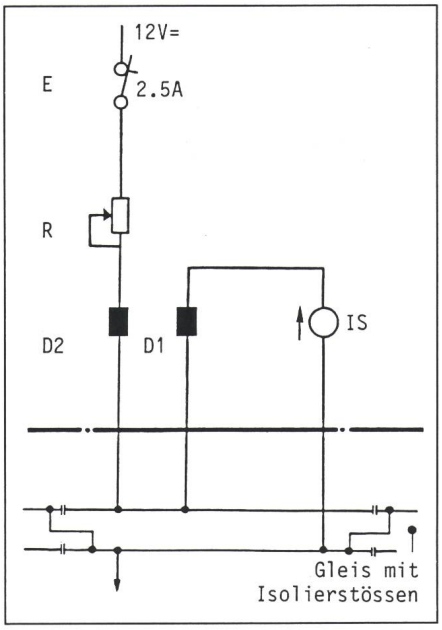
Ein Stromüberwachungsrelais meldet dem Stellwerk, ob der Gleisabschnitt oder Blockabschnitt frei oder belegt ist (Fig. 7).

Voraussetzung dafür ist allerdings – und das ist die Achillesferse dieser Technik –, dass mindestens eine Schiene des zu überwachenden Streckenabschnittes gegenüber der Erde und auch gegenüber benachbarten Gleisabschnitten elektrisch isoliert wird (Fig. 9). Insbesondere die sogenannten Isolierstösse, die Stelle, an der die Schiene aufgetrennt werden musste, sind seit langem als Schwachstellen bekannt und eine Quelle von Störungen. Bei der heute geforderten Entwicklung zu immer höheren Fahrgeschwindigkeiten steigt naturgemäss auch die Beanspruchung dieser Schwachstellen. Einem immer wieder geäusserten Marktbedürfnis entspräche deshalb die Entwicklung eines allgemein einsetzbaren, sogenannten stossfreien Gleisstromkreises, einer Belegtmelde-Einrichtung, die ohne Isolierstösse auskommt. Derartige Produkte – sie arbeiten mit Frequenzen zwischen 5 und 20 kHz – sind zwar auf dem Markt, sie können sich jedoch aus Kostengründen gegen die heute gebräuchlichen Systeme nicht durchsetzen.

Zugsicherungssysteme – auf dem Weg zur führerlosen Lok?

Das vor über 50 Jahren eingeführte, mit Elektromagneten arbeitende Zugsicherungssystem *Signum* ist in der Lage, zwei Zeichen in den Führerstand zu übertragen und bei Ausbleiben der vom Lokführer geforderten Reaktionen eine Schnellbremsung einzuleiten. Für die Bewältigung des zukünftigen immer schnelleren und dichteren Eisenbahnverkehrs reichen die wenigen, zur Lok zu übermittelnden Daten dieser Systeme nicht aus; diese werden deshalb durch leistungsfähigere ergänzt und vielleicht gelegentlich ersetzt.

Das neue Zugsicherungssystem der SBB, ZUB-121, ermöglicht wiederum punktförmig, d.h. an bestimmten Streckenpunkten, die Übertragung von max. 112 Daten-Bit betreffend Streckenneigung und zulässige Höchstgeschwindigkeiten auf den Führerstand. Es arbeitet induktiv mit den Frequenzen 50, 100 und 850 kHz



Figur 9 Ruhestrom-Gleisstromkreis

E	Schutzschalter
R	Vorwiderstand auf Apparateschiene
D 2	Batterieseitige Drossel für weit von der Batterieerde entfernten Speiseanschluss
D 1	Relaisseitige Drossel für lange Abschnitte mit hohen Traktionsrückströmen
IS	Empfangsrelais: zeigt Gleisbelegung an
12 V =	Gleichstromspeisung

bei Geschwindigkeiten bis zu 350 km/h.

Die wichtigste Eigenschaft des neuen Zugsicherungssystems ist neben der Geschwindigkeitskontrolle die automatische Bremskurvenüberwachung und -steuerung in Abhängigkeit von den Zug- und Streckenparametern [3]. Von da bis zur automatischen Loksteuerung wäre der Weg dann nicht mehr weit.

Zugsicherungssysteme bei anderen Bahnen unterscheiden sich vom hier beschriebenen System im wesentlichen durch die Art der verwendeten Datenübertragungssysteme (Strecke–Lok bzw. Stellwerk-Lok und zurück). Neben punktförmigen Übertragungssystemen, die auf Frequenzen bis zu 500 MHz arbeiten, werden Datenfunk (USA, Kanada), die Schiene (F) und der Linienleiter (zwischen den Schienen, BRD) für Systeme benutzt, die eine kontinuierliche linienförmige Verbindung aufrechterhalten können.

Je nach den einem Zugsicherungssystem zugeordneten Funktionen im Sicherheitsdispositiv des Gesamtsystems muss dieses ganz oder teilweise, beispielsweise für bestimmte Funktionen, bahntechnisch sicher ausgelegt werden (siehe Kasten).

Zukunft: Mikrocomputer für sichere Systeme

Die Entwicklung der Eisenbahnsicherungstechnik verläuft, wenn auch wegen der Komplexität der zu erfüllenden Anforderungen zeitlich verzögert, nicht losgekoppelt von jenen in der übrigen Steuerungs- und Prozesssteuerungstechnik. Während auf der Leitebene (Fig. 3), die keine Sicherheitsfunktionen zu erfüllen hat, seit langem Prozessrechner eingesetzt werden, konnten sich elektronische Schaltungen auf der Sicherheitsebene bis heute noch nicht durchsetzen.

Die Tage des Sicherheits-Relais und seiner Fertigung sind damit aus Gründen der Logistik, bzw. der langen Lebensdauer bestehender konventioneller Stellwerksanlagen und der vorläufig noch günstigen Kosten noch lange nicht gezählt.

Nachdem aber weltweit mehr als zehn Jahre praktische Erfahrungen mit elektronischen Sicherungssystemen im Versuchsbetrieb gesammelt wurden, scheint nun das Eis gebrochen zu sein. Neuentwicklungen werden sich auch auf Komponentenstufe in zunehmendem Masse auf elektronische Schaltungen, insbesondere solche mit Mikroprozessoren und anwendungsspezifischen integrierte Schaltkreise (ASICs), stützen. Es bedarf keiner hellseherischen Fähigkeiten, um der Eisenbahnsicherungstechnik für die nächsten Jahre einen gewaltigen Entwicklungsschub zu prognostizieren.

Literatur

[1] *K. Oehler:* Eisenbahnsicherungstechnik in der Schweiz; die Entwicklung der elektrischen Einrichtungen. Basel u.a., Birkhäuser-Verlag, 1981.

[2] *J.D. Mills:* Processor-based safety systems. IEE-Meeting, 4th December 1984, p. 74.

[3] *C.H. Zufferey:* Die neue Zugsicherung. Ein lückenloses System. SBB-Magazin – (1988)1, S. 149 ... 151.

[4] *K. Pierick:* Sicherheitstechnik: Die Zumutbarkeitsgrenze für Sicherheitsaufwendungen. Schienen der Welt 18(1987)10, S. 63 ... 67.

[5] *J. Leimgruber* und *E. Biefer:* Leit- und Sicherungstechnik für die Bahn 2000. Rundes Rollen. Schweizerische Handelszeitung –(1988)12, S. 65 ... 66.

[6] *E. Biefer:* Eisenbahn-Sicherungstechnik am Wendepunkt. Elektrotechnik 39(1988)12, S. 65 ... 69.

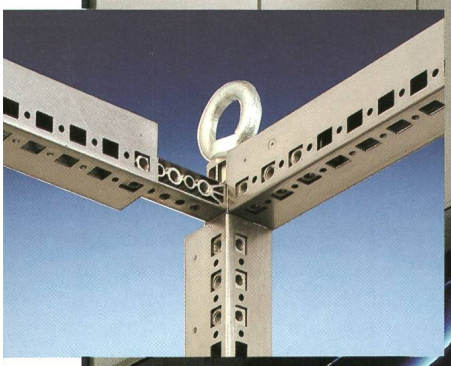
[7] *H.-J. Krehle:* Das elektronische Stellwerk der Bauform SEL – einschliesslich Erfahrungen in Magstadt und Neufahrn. Signal und Draht 79(1987)10, S. 217 ... 222.

[8] *G. Zorpette:* Computers that are «never» down. IEEE Spectrum 22(1985)4, p. 46 ... 54.

[9] *Wolfgang Ernst:* Fahren auf elektrische Sicht. Signal + Draht 81 (1989) 3, S. 39.

PS 4000 Perfektschrank-System,

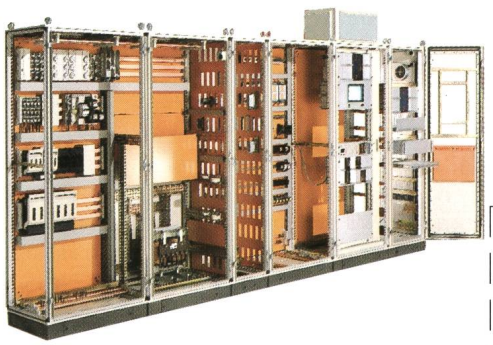
der solide Rahmen für neue Technologien.



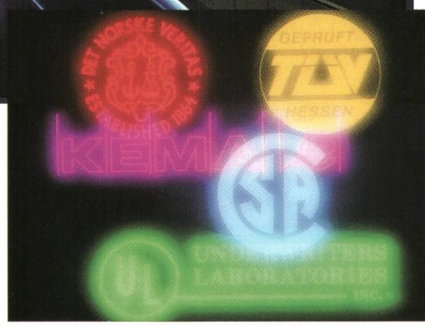
Die konsequente Antwort auf die Anforderungen moderner Technologien ist das Rittal PS 4000-Perfektschrank-System.

Jede Schaltschrank-Problematik wird mit dem PS 4000 perfekt gelöst.
Basis des PS 4000-Systems (Schutzart IP 55) ist das international patentierte, 9fach gekantete Rahmenprofil mit der integrierten 25-mm-DIN-Lochung.

Schnell und praktisch –
die wirtschaftliche Seite:
Mit dem PS 4000-Systemzubehör lösen Sie nahezu jedes Montageproblem. Selbst der Einbau komplexester Strukturen ist einfach, schnell und bequem.



Und besonders wichtig für Sie: Das gesamte PS 4000-Schaltschrank-System ist weltweit ab Lager lieferbar.



Coupon

Bitte informieren Sie mich über das Rittal PS 4000-Perfekt-Schaltschrank-System.

Name: _____

Firma: _____

Straße: _____

Postleitzahl, Ort: _____

Telefon: _____

Rittal AG
Moosmattstrasse 9
CH-8953 Dietikon
Telefon (01) 741 40 40
Telefax (01) 741 43 21
Telex 828 314

Umschalten auf Perfektion RITTAL