Stellwerktechnologie und Automation

Autor(en): **Leemann, Robert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **96 (2005)**

Heft 19

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857849

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

Stellwerktechnologie und Automation

Rückblick und Stand bei der SBB

Vor 125 Jahren wurde in der Schweiz das erste Stellwerk in Betrieb genommen. Heute existieren im Netz vier Stellwerktechnologien nebeneinander: mechanische, elektromechanische, Relais- und elektronische Stellwerke. Dieses Miteinander im täglichen Einsatz verlangt von den Fachleuten, dass sie die Produkte bedienen und unterhalten können. Produktverantwortliche und Projektleiter benötigen vertiefte Produktkenntnisse und Erfahrung, um Gutachten erstellen und Umbauten sicher führen zu können.

Am 16. Juni 1880 wurde in Bern das erste Stellwerk der Schweiz in Betrieb genommen. Der Bahnhofvorstand befahl, die Wärter stellten über mechanische Hebel die Weichen und die Signale – von Hand [1]. Seither hat sich einiges getan: Heute bestehen die Eisenbahn-Sicherungsanlagen neben den Weichen und

Robert Leemann

Signalen aus Barrieren, Zugsicherungen/Zugbeeinflussungen und speziellen Einrichtungen, die melden, ob ein Gleisabschnitt frei oder belegt ist. Diese so genannten Aussenanlagen werden durch Stellwerke, Blocksysteme, Fernsteuerungen und Automationsanlagen zu Systemen kombiniert, die die Sicherheit der Züge erst garantieren.

Bis heute wurde das Stellwerk in Bern mehrmals erweitert: 1941 tauschten die Ingenieure der Eisenbahn das mechanische Bruchsal-Stellwerk (Bauform A) gegen ein elektromechanisches System, ein Schalterwerk Typ VES[1]. 1964 installierten sie zwei Relaisstellwerke: Spurplan-Drucktasten-Stellwerke, genauer SpDrS 60-SBB. Diese SpDrS 60 werden heute noch genutzt, allerdings mit modernen Computer-Bedienplätzen, die 2004 installiert wurden. Während der Fahrdienstleiter also an modernen Computern arbeitet, besteht der Kern der Anlage aus 40-jähriger Relaistechnik.

108 Jahre altes Stellwerk

Das Stellwerk ist verantwortlich für den sicheren Bahnbetrieb in seinem Gebiet, es ist der Kern des Sicherheitssystems. Zu Beginn des Eisenbahnzeitalters stellte und koordinierte der Mensch direkt Signale und Weichen. Die darauf folgende Zeit der Stellwerkgeschichte lässt sich in vier Phasen gliedern: Mechanik, Elektromechanik, Relaistechnik und Elektronik.

Auch heute noch versehen Technologien aus allen vier technischen Zeitaltern ihren Dienst. Die Altersverteilung der Stellwerke am Ende des Jahres 2004 ist in Bild 2 gezeigt. Die 14 mechanischen Apparate (Beispiel in Bild 1) sind durchschnittlich seit 88 Jahren in Betrieb, die 101 elektromechanischen Anlagen (Beispiel in Bild 3) seit 52 Jahren. Im Vergleich zu den heute üblichen Abschreibezeiten (25 bis 30 Jahre) sind dies beachtliche Zahlen. Die verantwortlichen Fachleute haben stets versucht, die Anlagen aus der «Urzeit» zu ersetzen. Wie in der Tabelle ersichtlich ist, wurden alleine zwischen 1997 und 2004 87 mechanische Stellwerke ersetzt. Und trotzdem ist in Wolhusen immer noch ein 108 Jahre altes Stellwerk in Betrieb. «Die Überalterung hat einen beängstigenden Grad erreicht. Im Hinblick auf die Sicherheit des Bahnbetriebes (ganz zu schweigen von der Wirtschaftlichkeit der Bedienung und des Unterhalts) liegt das beiliegende (Investitions-)Programm weit unter dem Minimum, welches vom technischen und betrieblichen Standpunkt aus verantwortet werden darf» [2]. Dies ist nicht etwa ein Zitat von heute, sondern Teil eines Schreibens des zuständigen Sektionschefs Sicherungswesen des Kreises 2 in Luzern an die Generaldirektion vom 3. August 1959.

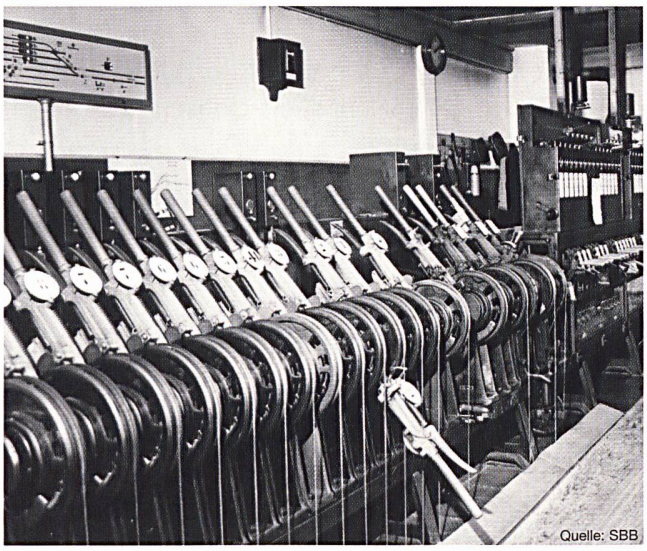


Bild 1 Mechanisches Stellwerk «Jüdel» (Thalwil Stellwerk I, in Betrieb 1922–1963)

Anzahl Signale und Weichen entscheidend

Eine Zählung der Stellwerke allein vernachlässigt die Grösse der Anlagen, also die Anzahl Sensoren und Aktoren, die sie verknüpfen und verantworten. Steht die Bedeutung der Stellwerktechnologien zur Debatte, so sind die durch die Stellwerke gesteuerten Elemente zu zählen. Wir erhalten damit ein gewichtetes Mass, das die Bedeutung im Netz besser wiedergibt. Dazu werden Weichenantriebe, Vor- und Hauptsignale sowie Zwergsignale pro Technologie summiert. Bild 4 zeigt die Anteile der Technologien.

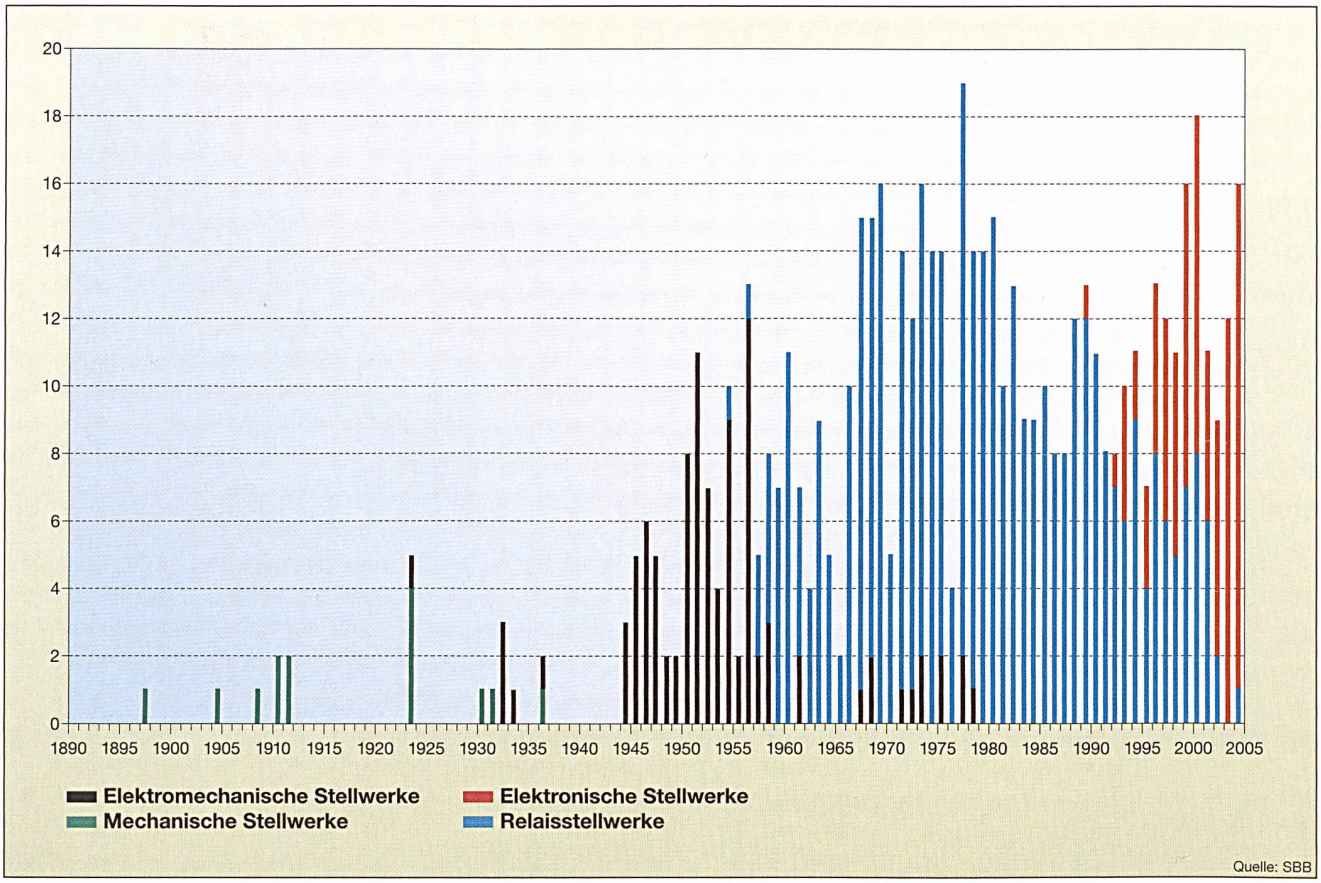


Bild 2 Altersverteilung der Stellwerke der SBB 2004 [3]

Gerade noch 1% des Netzes wird durch mechanische Apparate und gut 5% werden durch elektromechanische Apparate bedient.

Während elektromechanische und mechanische Stellwerke meist die Anlagen kleinerer Bahnhöfe steuern, sind elektronische Stellwerke mehrheitlich in mittleren und grossen Bahnhöfen eingesetzt, zum Beispiel im Personenbahnhof Basel, in Brugg, Thun oder Biel. Teilweise werden mehrere Bahnhöfe einer Strecke zusammengefasst, zum Beispiel Selzach-Bettlach-Grenchen Süd oder Trubschachen-Langnau-Worb.

Die Stellwerke der Relaistechnik steuern beachtliche zwei Drittel des Netzes. Die Bedeutung der älteren Epochen ist klein, Unterhalt und Fachwissen sind jedoch gefragt bis zur letzten Ablösung. Der im *Bulletin SEV/VSE* erschienene Artikel «Stellwerk: Relais oder Elektronik?» [7] vergleicht die zwei Stellwerktechnologien.

Stellwerktechnologien und Betriebsabläufe

Mit der Technik hat sich auch die Arbeit derjenigen gewandelt, die Stellwerke bedienen. In der ersten Zeit der Eisenbahn bewältigten Bahnhofvorstand, Signal- und Weichenwärter alle Aufgaben ohne technische Unterstützung. Die Weichen und Signale wurden manuell gestellt – vor Ort, wo die Weiche und das Signal sich befanden. Dies war ab 1847 bis gegen 1900. Ab 1880 werden in der Schweiz erste mechanische Stellwerke installiert, dazumal noch bei den Vorgängergesellschaften der SBB [8]. Der Wärter kann nun über Drahtzüge oder Gestänge die Weichen stellen. Die Arbeit ist immer noch manuell, ist aber bereits teilweise zentralisiert. Später werden die mechanischen Drahtzüge durch Kabel und dezentrale elektrische Antriebe ersetzt.

Elektromechanische Stellwerke ersetzen die mechanischen Stellwerke (ab 1924). Der Betriebsablauf wird weiter zentralisiert, mit Ausnahme der grössten Bahnhöfe genügt nun ein Stellwerk. Zudem nehmen seit den 30er-Jahren Lichtsignale mehr und mehr überhand

Jahr	Mechanisch	Elektromechanisch	Relais	Elektronisch	Total
1951	713	252	-	-	965
1960	575	350	54	-	979
1980	240	299	351	-	890
1990	147	251	433	1	832
1997	101	215	463	26	805
2004	14	101	428	86	629

Tabelle Anzahl Stellwerke im Netz der SBB[2)] [3, 4, 5, 6]

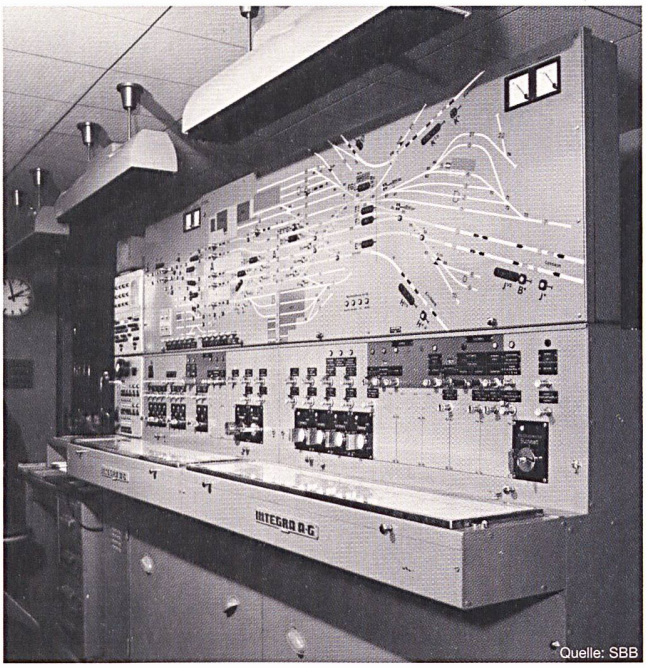


Bild 3 Elektromechanisches Stellwerk Burgdorf: «Schalterwerk Integra», in Betrieb seit Februar 1957

anstelle der früheren mechanischen Formsignale (Flügel- und Scheibensignale).

1956 wird das erste Relaisstellwerk in der Schweiz installiert (Lyss), der Stellwerkbetrieb damit vollständig zentralisiert. Die Arbeit als Wärter gibt es nicht mehr, zum Vorstand kommt der Fahrdienstleiter dazu. Relaisstellwerke werden bis heute gebaut, wobei ab 1989 sukzessive elektronische Stellwerke den Vorzug erhalten. Diese werden meistens aus einem Fernsteuerzentrum betrieben.

Die Entwicklung der Stellwerktechnik zeigt folgende Tendenzen: Die Steuerung wird zuerst im Bahnhof, später über mehrere Bahnhöfe konzentriert. Zudem wird die Arbeit des Personals erleichtert. Heute sind kaum mehr schwere Hebel von Hand zu kippen. Anstatt viele Einzelbefehle genügt heute eine Start-Ziel-Bedienung. Aus der Zuständigkeit für einen Teil der Weichen (oder Signale) wird die Verantwortung für alle Züge und Rangierbewegungen im ganzen Bahnhofsgebiet.

Waren in frühen Zeiten der Eisenbahntechnik Telefone essenzielle Verbindungsmittel, so haben sie mit den elektronischen Kommunikationsmitteln an Bedeutung eingebüsst. Zu Beginn der Stellwerke war dies anders: Am 16. Juni 1880 wurden im Bahnhof Bern zwischen dem Weichenturm (Stellwerk) und dem Stationsbüro die ersten Diensttelefone eingesetzt. Erste öffentliche Telefone folgten in Bern erst im September 1881! [8]

Fernsteuerungen und Automation

Ab 1939 werden erste Stellwerke mit (einfachen) Systemen zur Fernbedienung

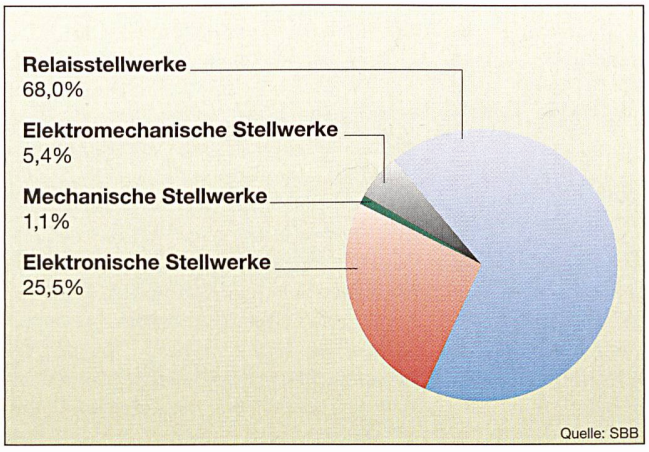


Bild 4 Bedeutung der Stellwerktechnologien im Netz der SBB (31.12.2004) [3]

ausgerüstet. Dies erlaubt es, von einem zentralen Bahnhof aus Abzweigstationen zu bedienen. Die erste Anlage in der Schweiz umfasst die Abzweigungen Sentimatt und Fluhmühle vor Luzern [9]. Der erste ferngesteuerte Bahnhof ist Doppleschwand-Romoos im Jahr 1957 [8, 9].

Die Automation bringt ganz neue Möglichkeiten: Lokal werden die Stellwerke so erweitert, dass sich Signale *selber* auf grün stellen, sobald die dazu notwendigen Bedingungen erfüllt sind. Dadurch entfallen zahlreiche repetitive Arbeiten.

Zentral lassen sich die ferngesteuerten Stellwerke mit einem Leitsystem verbinden. Leitsysteme sind die Herzen der Fernsteuerzentren. Jeder Zuglauf wird mit der netzweit eindeutigen Zugnummer bezeichnet. Sie begleitet den entsprechenden Zug als Kennzeichen von Anfangs- zu Endbahnhof. In diesen integrierten Systemen ist jeder Tag in Form von Datenbanktabellen definiert, für jeden Zuglauf alle zu befahrenden Gleisabschnitte. Auf Strecken und in Knoten, deren Stellwerke im übergeordneten Leitsystem integriert sind, überwacht der Fahrdienstleiter die *Betriebsabwicklung*. Waren beispielsweise anfangs 2003 für den Zugbetrieb Bern-Langnau-Luzern Fahrdienstleiter in Bern, Luzern und in 16 Bahnhöfen auf der Strecke notwendig, so wird es ab Ende 2005 nur noch die zwei Fahrdienstleiter in den Fernsteuerzentren in Bern und Luzern brauchen. Dabei ändern sich natürlich die flankierenden Massnahmen, insbesondere die Pikettorganisation und der Unterhalt!

Im Netz der SBB sind heute für Fernsteuerung und Automation unterschiedliche Produkte eingesetzt, sowohl in den grossen 25 Fernsteuerzentren als auch in den kleineren Zentren. Die verschiedenen Ausrüstungen können grob in vier verschiedene Kategorien eingeteilt werden: Anlagen ohne Leittechnik, Anlagen mit Integration ins Zugnummernsystem, Stellwerke mit einfacher Leittechnik und schliesslich Stellwerke, die vollumfänglich in die zeitgemässen Leitsysteme integriert sind. Der aktuelle Stand, wiederum auf der Basis der gesteuerten Elemente (Weichenantriebe, Vor-, Haupt- und Zwergsignale), ist in Bild 6 dargestellt.

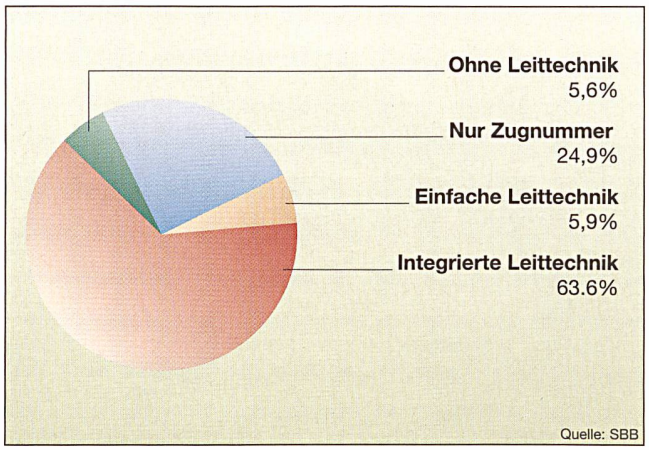


Bild 6 Stand der Automatisierung der gesteuerten Elemente[3)] (31.12.2004) [3]

Bild 7 Fahrdienstleiter-Arbeitsplatz im Fernsteuerzentrum Olten (integrierte Leittechnik)

Bild 5 Relaisstellwerk Lausanne: Domino 1955 mit Zwergsignalen und Fahrstrassenspeicher, in Betrieb seit 1963

Wie steht es um die Sicherheit?

Die vergangenen 125 Jahre führten zu einer Konzentration der Steuerung in weniger Stellwerke. Wirtschaftlich betrachtet sind die notwendigen Investitionen zu verantworten, da auch eine deutliche Rationalisierung erreicht wird. Sind die Stellwerke aber auch sicher?

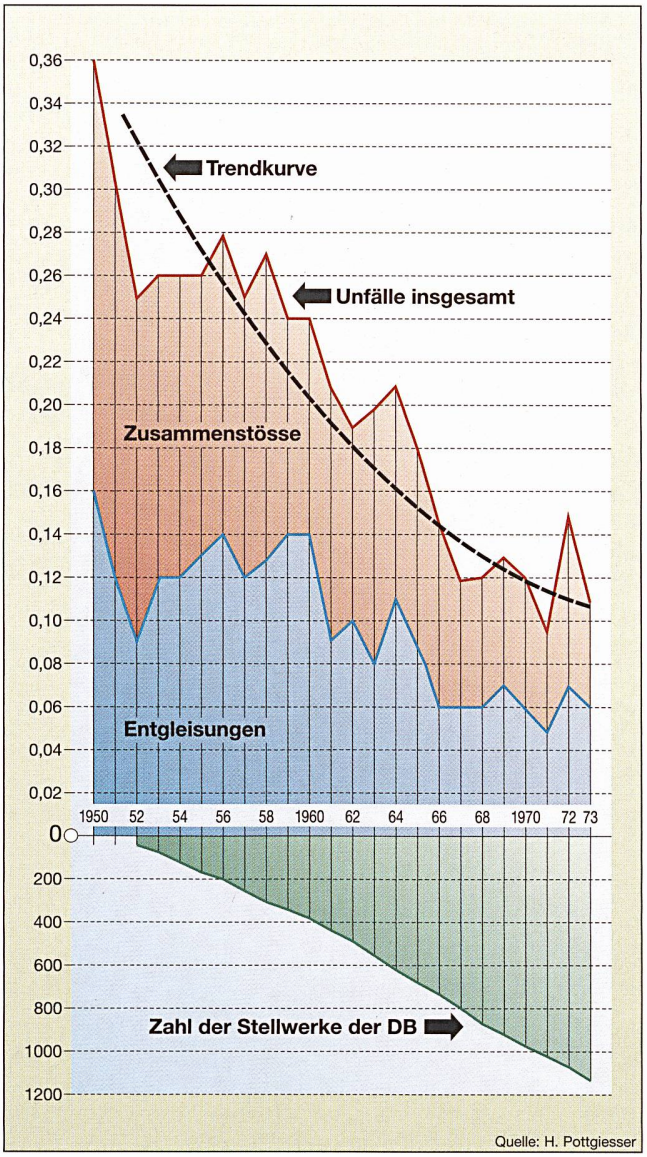
Vor allem nach grossen Unglücksfällen wird die Sicherheitsfrage aufgeworfen. In der Fachliteratur wird aber bestätigt, dass heute generell (mindestens für Teile Europas) ein hohes Sicherheitsniveau erreicht und gefestigt ist. So schreibt zum Beispiel Prof. Braband: «Die Eisenbahn ist unbestreitbar nach wie vor eines der sichersten Verkehrsmittel» [10].

Im Zusammenhang mit der Relaistechnologie hat H. Pottgiesser in Deutschland interessante Beiträge geliefert. Er weist nach, dass der Einsatz der Relaisstellwerke zu einem dramatischen Rückgang der Anzahl Unfälle mit Ursache «Fehler des Stellwerkpersonals» geführt hat [11, 12]. Die Ergebnisse der Deutschen Bundesbahn sind in Bild 8 gezeigt. Die Erkenntnisse lassen sich übertragen auf die SBB. Es gilt aber zu beachten, dass die Gesamtzahl der Relaisstellwerke im deutlich kleineren Netz der SBB rund 460 nicht übersteigt.

Bestätigt wird diese Feststellung im Sicherheitsbericht der schweizerischen Eisenbahnen des Bundesamts für Verkehr (BAV) aus dem Jahre 1995 [13]. Er stellt den Schweizer Bahnen insgesamt ein sehr gutes Zeugnis aus, was die Sicherheit der Stellwerke anbelangt. Im Abschnitt zur Zugsicherung formulieren die Experten: «Zur Steuerung der Fahrstrassen verfügt man heute über eine hochentwickelte Stellwerktechnik, die höchsten Sicherheitsanforderungen genügt.» Weiter halten die Fachleute des BAV fest: «Grundlage für das Sicherheitskonzept der schweizerischen Eisenbahnen bei der Wegsteuerung und -sicherung bilden die Stellwerke, die heute in ihren neueren Generationen grosse Funktionalität und Zuverlässigkeit aufweisen. Heute sind bei den Bahnen noch an verschiedenen Orten Stellwerke älterer Generationen in Betrieb. Dies betrifft sowohl SBB als auch KTU (Konzessionierte Transportunternehmungen)». Und etwas später: «Der Zugverkehr wäre bereits heute ohne die technisch sehr aufwendigen Sicherungsanlagen (Stellwerke, Zugsicherung, Blockanlagen) nicht mehr zu bewältigen. Durch die derzeit in Betrieb stehenden Anlagen wird ein sehr hohes Sicherheitsniveau erreicht».

Bild 8 Relaisstellwerke und Zugunfälle der Deutschen Bundesbahn 1950 bis 1973

Entgleisungen und Zusammenstösse von Zugfahrten je 1 Mio. Zugkilometer mit Ursache «Fehler des Stellwerkpersonals» nahmen mit der zunehmenden Anzahl Stellwerke ab [12].



Hohes Sicherheitsniveau und hoher Automatisierungsgrad

In den letzten Jahren, insbesondere im Rahmen der Projekte der 1. Etappe der Bahn 2000, sind viele ältere Stellwerke ersetzt worden. Die neuen Stellwerke werden zusammen mit jüngeren Anlagen ferngesteuert. Mit einem Automatisierungs- und Fernsteuergrad (integrierte Leittechnik) von mehr als 60% ist ein hoher Stand erreicht, der eine zeitgemässe Produktion ermöglicht und im Vergleich zu anderen europäischen Ländern gut dasteht. Mit einem gewichteten Anteil von über 93% an Stellwerken in Relaistechnik oder Elektronik ist netzweit ein hohes Sicherheitsniveau im Stellwerkbereich realisiert.

Fachleute

Technische Systeme über 50 und mehr Jahre im täglichen Einsatz zu halten, anzupassen und auch in den neuen Systemen zu integrieren ist nur möglich, solange ausgewiesene Fachleute bereitstehen. Sie benötigen profunde Kenntnisse des heutigen Bahnbetriebsprozesses, der gültigen Vorschriften und der Systeme. Ausgezeichnete Produktkenntnisse und mehr als zehn Jahre Erfahrung sind Voraussetzung, um alle Fragen rechtzeitig bearbeiten und lösen zu können. Erfahrung umfasst weit mehr als Lerninhalte aus Kursen oder Sammlungen überlieferter Fakten!

Knappe Mittel gezielt einsetzen

Es ist abzusehen, dass den Bahnen für Erneuerung und Ersatz in den nächsten Jahren nicht wesentlich mehr Mittel zur Verfügung stehen werden als bisher. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, gezielt die älteren Systeme zu ersetzen und andere Anlagen (z. B. modernere Relaisstellwerke) für weitere Jahrzehnte zu ertüchtigen. Die Erfahrungen mehrerer Bahnunternehmungen zeigen zudem, dass sich Neubauten und grosse Umbauten nur von Stellwerkanlagen rein finanziell kaum rechtfertigen; Taktgeber für den Ersatz sind in der Regel grosse Bauvorhaben im Bereich Tiefbau oder Gleisbau. In einer interessanten Arbeit hat Hermann Willi die umfassende Assetstrategie für elektrotechnische Bahnanlagen der Rhätischen Bahn erarbeitet. Er zeigt, dass neben allgemein bekannten Zielen eine sorgfältige Produktstrategie (mit einer gewissen Zurückhaltung gegenüber nicht-erprobten Systemen) und die Lebenszyklusverlängerung zentral sind [14].

Referenzen

[1] H.G. Wägli: Vor 100 Jahren: Erstes Stellwerk in der Schweiz, Separatdruck aus den Integra-Nachrichten September, Oktober und November 1980, HTS 6002/181, Integra AG, Wallisellen.

[2] F. Winiger: Aufträge für Stellwerkanlagen in den Jahren 1959 bis 1965, Brief an die Sektion Sicherungswesen, Bau-GD, 3.08.1959.

[3] Interne Statistik der Signalanlagen der SBB: SBB Infrastruktur – Signalanlagen, Automation und Kabel, Bern, 2004.
[4] Internes Dokument der SBB-Generaldirektion, Sektion Sicherungswesen: Statistiken Sicherungsanlagen der SBB, Bern, 1951.
[5] H. Marthaler, Sektionschef Sicherungswesen der Generaldirektion der SBB: Sicherungs- und Signalanlagen, Der Bund, Mittwoch, 14. Juni 1961.
[6] Interne Dokumente der Unterabteilung Sicherungswesen der SBB Generaldirektion: Statistiken Sicherungsanlagen der SBB, Bern, 1980, 1990, 1997.
[7] A. Exer, R. Leemann: Stellwerk: Relais oder Elektronik?, *Bulletin SEV/VSE* 11/05.
[8] E. Palm, H.G. Wägli, O. Stalder: Hundert Jahre Stellwerke bei den Schweizer Bahnen, Separatdruck SBB-Nachrichtenblatt, 1980.
[9] K. Oehler: Eisenbahnsicherheitstechnik in der Schweiz, Birkhäuser Verlag, 1981.
[10] J. Braband: Die Bedeutung der Sicherheitskultur in der Eisenbahnsignaltechnik, Signal + Draht 5/2004, Seiten 6–10.
[11] H. Pottgiesser: Was müssen wir für die Betriebssicherheit der Deutschen Bundesbahn tun? Die Bundesbahn 11/1974, Seiten 805–814.
[12] H. Pottgiesser: Sicher auf den Schienen, Fragen zur Sicherheitsstrategie der Eisenbahn von 1825 bis heute, Birkhäuser Verlag, Basel, 1988.
[13] Bundesamt für Verkehr, Abteilung Sicherheit: Sicherheitsbericht schweizerische Eisenbahnen, Dezember 1995.
[14] H. Willi: Assetstrategie für die elektrotechnischen Anlagen der Rhätischen Bahn AG, Landquart; EMBA-Diplomarbeit, Juli 2004.

Angaben zum Autor

Robert Leemann, dipl. El.-Ing. ETH, Dr. sc. techn., Bahnautomatisierung, SBB Infrastruktur. Er ist Mitglied des CENELEC SC9XA und des TK 9 in der Schweiz sowie Mitglied der Fachgruppe Elektrotechnik des VöV. *SBB Infrastruktur AG, Schanzenstrasse 5, 3000 Bern 65, robert.leemann@sbb.ch*

Dank

Beat Meyer und Viktor Spörndli danke ich herzlich für die vielen Hinweise und Anregungen sowie für die kritische Durchsicht des Texts.

[1] Einige Weichen und Signale wurden weiterhin über Stellwerke des Typs Bruchsal gestellt.
[2] Diese Zahlen enthalten alle Anlagen des SBB-Netzes, inkl. die Anlagen der Seelinie (Schaffhausen – Romanshorn) und der Strecke Luzern–Interlaken-Ost der heutigen Zentralbahn AG.
[3] In dieser Darstellung sind die Stellwerke der 8 Rangierbahnhöfe (RB) der SBB-Infrastruktur nicht berücksichtigt (Basel RB, Biel RB, Buchs RB, Chiasso RB, Lausanne Triage, RB Limmattal, Olten RB, Rotkreuz). Vergleichsweise würden die gesteuerten Elemente in den RB 8% aller Elemente ausmachen.