

Stellwerk, wo bist du geblieben? (K)ein Nachruf

Einst waren noch kräftige Männer gefragt: Die langen, schwergewichtigen Weichen auf den Gleisen mussten von Hand umgestellt werden. Und dies über lange Gestänge oder Stahlkabel, die in den markanten Raum im Bahnhof reichten. Den Raum mit einer langen Reihe von Hebeln, welche diese Männer mit einer großen Bewegung im Halbkreis betätigten. Viel später kamen die Drucktasten auf einem ausgedehnten Bedienpult und Elektromotoren bei den Weichen. Ende der Kraftübungen. Nochmals Jahrzehnte weiter hielt die Elektronik Einzug – eine technische Revolution.



Ein Zug überquert das ganze Gleisvorfeld des Hauptbahnhofs Zürich (Blick mit dem Bahnhof im Rücken Richtung Westen; 2010). Nur dieser IC 2000 Doppelstockzug hat freie Fahrt, über allen andern Gleisen gebieten auf Rot gestellte Signale Halt. Fotos: Johannes von Arx

Ein schönes Essen, ein Glas Wein, ein Espresso, die vorbeiziehende Landschaft im internationalen Zug – Idylle pur. Doch was ist das? Plötzlich ein heftiger Schwenk, der Speisewagen fährt eine unendlich scheinende Zeit völlig schief zur Fahrtrichtung, offensichtlich auf zwei verschiedenen Gleisen. Und die führen auf die beiden einspurigen Röhren eines Tunnels zu. Die Tunnelwand kommt immer näher. Zu spät!

Halt, das war doch ein ICE, dessen Wagen auf zwei Gleise geriet? Richtig, der auch. Aber so unwahrscheinlich – und technisch eigentlich unmöglich – allein das ist, es passierte tatsächlich zweimal innerhalb von 35 Jahren und bloß 30 Kilometer voneinander entfernt. Das Gemeinsame war, dass eine Weiche zwischen zwei Drehge-

stellen umgestellt wurde. Der große Unterschied: Das immense Glück war dem ICE in Basel am 17. Februar 2019 beschieden, denn der »doppelgleisige« Wagen kam bloß wenige Meter vor der Tunnelwand zum Stehen – unmittelbar vor der Katastrophe. Dem Schnellzug Hispania 376 Cerbère–Genf–Basel–Hamburg, der am 26. März 1974 auf dem Abschnitt Biel–Basel in Choindez (Kanton Jura) auf genau gleiche Art auf Abwege kam, war das Glück abhold. Im zertrümmerten Speisewagen fanden zwei Reisende und ein Angestellter der Deutschen Speisewagengesellschaft den Tod, weitere gut 30 Fahrgäste wurden verletzt. Dies nach einer Irrfahrt von fast einem Kilometer. Während die Untersuchung des ICE-Unglücks noch länger dauern dürfte, war die Ursache der Katastro-

phe von Choindez bald klar. Auch damals waren selbstverständlich alle Weichen und Signale schon gegen Fehlbedienung gesichert. Bloss musste das elektrische Sicherungssystem (Gleisfreimeldung durch isolierten Gleisabschnitt) wegen Schweißarbeiten temporär außer Betrieb genommen werden. Damit oblag die Kontrolle des fraglichen Streckenabschnittes dem Beamten im Stellwerk. Er war darauf fokussiert, die Fahrstraße für einen entgegenkommenden Zug möglichst rasch freizugeben. Dazu hätte er sich vor dem Umlegen der Weiche zwecks Einstellens der Fahrstraße für diesen durch seine persönliche visuelle Überwachung vergewissern müssen, dass der letzte Wagen des Hispania die Weiche passiert hatte. Stattdessen verließ er sich auf sein Gefühl, als er diesen Zug vor sich sah, handelte zu früh, was zur Irrfahrt des Speisewagens auf zwei Gleisen führte. Im ordentlichen Betrieb hätte dieses Unglück nicht passieren können. Dann sind nämlich die Anlagen sogar gegen Fehlbedienung gesichert.

Genial einfach – genial komplex

Die Sicherheit war von Anfang an ein großes Thema bei der Bahn. Weil es sich bei dieser um ein relativ starres System mit führenden Schienen und die Fahrt regelnden Signalen handelt, ist der Schutz eines Fahrzeuges vor Entgleisung und Kollision primär eine Sache der Technik. Anfänglich musste der primitive Holzstab – dem Lokführer nach dem Stafettensystem in die Hand übergebener Beleg für einen freien Streckenabschnitt – als einziges Instrument



Stellwerk mit Blick aus der Vogelperspektive auf Weichen und Signale. Renens (Kanton Waadt) 1974.

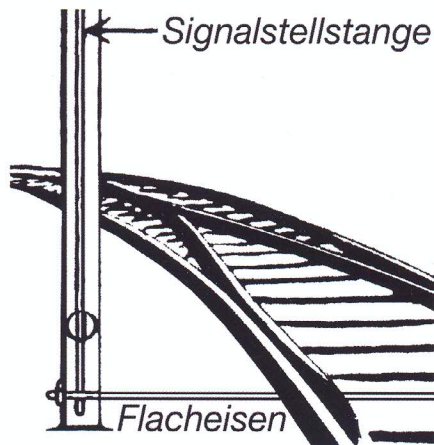


Vor 1830 im Gebrauch: Hiefhorn und Fahne sind die ältesten Signalmittel der Eisenbahn. Freilich sind deren Wirkungsradien bescheiden.

für die Sicherung gegen Kollision genügen. Im Verlauf der Zeit erfährt die ganze Sicherungstechnik eine gewaltige Entwicklung. Signale und Stellwerke prägten immer mehr das Bild der Bahn, traten aber in den letzten zwei, drei Jahrzehnten wieder in den Hintergrund.

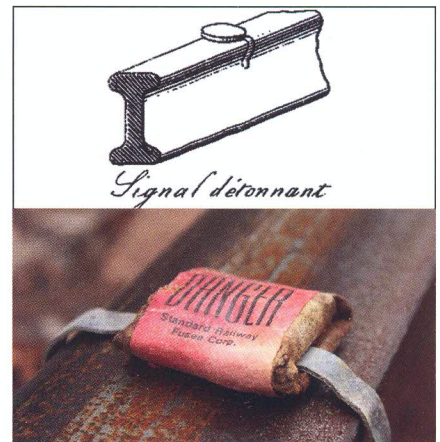
Kein Wunder, dass der Fokus heute kaum mehr auf dieses Thema gerichtet ist, sondern vornehmlich auf das Rollmaterial unterschiedlichster Typen und die Bahnhöfe als Schnittstelle zwischen öffentlichem Raum und Bahn. Dem also, womit die Bahnbenutzer unmittelbar zu tun haben, geht es doch um den möglichst leichten Zugang (Fahrplan, Tarifinfo, Orientierung usw.), Verlässlichkeit und Bequemlichkeit. Sicherheit ist dagegen, auch vor dem Hintergrund stetig abnehmender Bahnunfälle, auf ohnehin schon tiefem Niveau so selbstverständlich, dass sie nur selten zum Thema wird – wie bei den erwähnten Unglücken.

Dabei ist die Entwicklung der Sicherheitstechnik kaum weniger komplex und spannend als der lange Weg von George Stephensons erstem Dampf-Personenzug (Stockton–Darlington, 1825) bis zum heutigen ICE oder Nahverkehrs-Doppelstöcker. Was da alles den Köpfen findiger Inge-



Der Mechanismus von Atkinson (1852): Die Verschränkung von Signalstellstange und Flacheisen verhindern ein versehentliches Umstellen.

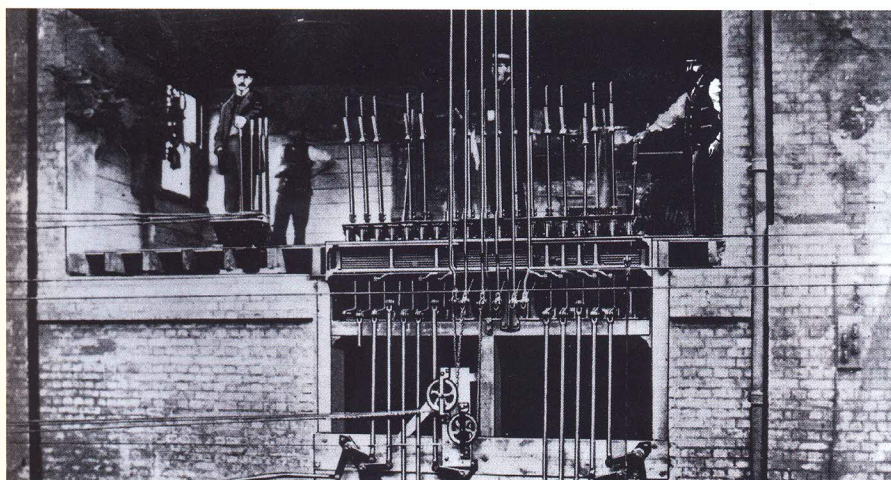
nieure entsprungen ist, davon legt das Buch des Schweizer Eisenbahnexperten Hans Wägli auf nicht weniger als 476 Seiten Zeugnis ab (Kasten). Etwa die brachial anmutenden, aber auch bei Dunkelheit und tosenden Stürmen wirksamen Knallsignale: Petardenkapseln wurden ab 1841 von Hand auf die Schienenoberkante gelegt, später automatisch durch einen bei schließendem Signal aktivierten Mechanismus. Frankreich benutzt die Methode bis heute. Schon fast abenteuerlich nimmt sich der lange Weg allein bei den mechanischen Stellwerken aus. Sozusagen am Nullpunkt der Bahn war es selbstverständlich, dass eine jede Weiche und jedes Signal an Ort und Stelle durch Arbeiter bedient wird. Lagen die Objekte weit auseinander, benötigte es entsprechend mehr Personal, das sich durch Zurufen oder per Hiefhorn verständigen musste. So kam bald die Idee auf, Weichen und Signale über Gestänge und Drahtzüge von einem zentralen Ort aus zu stellen. 1846 entsteht auf diese Weise das erste Stellwerk. Immerhin ein großer Fortschritt für die Arbeiter, da sie hier vor Wind und Wetter geschützt die schwere Arbeit verrichten konnten. Auch die Bahnbetreiber profitierten, weil es weniger Personal brauchte.



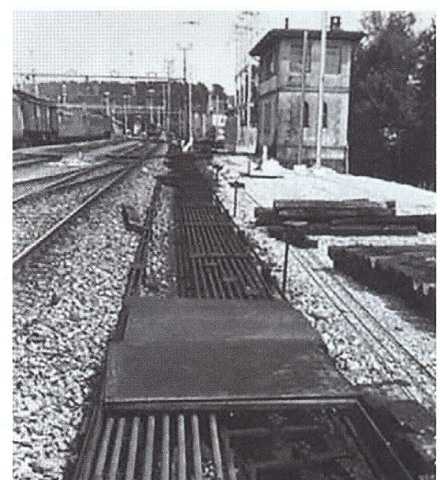
DANGER – Hier wurde eine Sprengkapsel von Hand auf die Schiene gelegt. Fährt ein Zugrad darüber, knallt's.

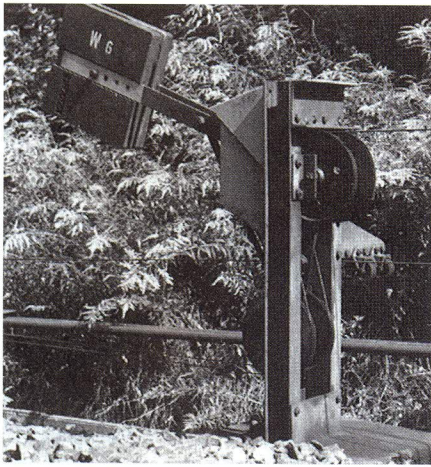
Weiche stellen und sichern

Bloß, für die Sicherheit war damit nichts getan, weil es keinen Schutz vor Fehlbedienung gab. Dieser wird erst realisiert durch eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen Weiche und Signal: Letzteres darf nur freie Fahrt anzeigen, wenn die folgende(n) Weiche(n) auf einen hindernisfreien Fahrweg führen. Geht es um eine einzelne Weiche, ist das Problem rein mechanisch leicht lösbar: Ein mit den beweglichen Weichteilen verbundenes Flacheisen reicht bis unter die Signalstange. Ist die Weiche falsch gestellt, liegt letztere auf dem Flacheisen auf, das Signal kann nicht öffnen. In der richtigen Weichenstellung kann die Stange durch eine präzise angebrachte Bohrung fallen und damit den Weg zum Öffnen des Signals freigeben. Der Clou dieser Anordnung: Sind Weiche und Signal zusammen sicher aufeinander abgestimmt, kann die Weiche nicht mehr versehentlich zurückgestellt werden. Zum sicheren Zurückstellen muss zuerst das Signal Halt gebieten (also die Stange aus der Bohrung gezogen sein, erst dann lässt sich das Flacheisen wieder bewegen). Das war ein bis heute entscheidender Schritt, denn es wurden zwei an sich verschiedene Funk-



Ein frühes Stellwerk von Saxby & Farmer. London Victoria 1861 (links). Die langen, schweren Gestänge zwischen dem Stellwerk und Weichen (rechts) hatten einen ziemlich kurzen Aktionsradius.





Ein Weichenspannwerk um 1911 (Hersteller Dübendorf).

tionen vereinigt: leiten und sichern, wie Wägli dokumentiert. Das Prinzip der Verriegelung einer Weiche ist seit der Erfindung eines Ingenieurs namens Atkinson im Jahr 1852 Standard. Freilich wurden bald einmal raffiniertere Mechanismen entwickelt, welche auch bei einer Folge mehrerer Weichen sicheres Geleit gewährleisten. Eine weitere Technik wiederum rettete sich bis in die Gegenwart. Sie basiert auf der Tatsache, dass sich eine Schiene unter der Last eines Zugrades durchbiegt. Dass sich die Art der Detektion einstellt und jetzt ein bisschen unterscheidet, muss wohl nicht eigens betont werden: Einst Kontaktschließung durch Quecksilber, heute Dehnungsmessstreifen.

Schwacher und starker Strom

Nicht nur die Infrastrukturtechnik macht rasche Fortschritte, sondern auch die zugehörige Industrie. Vor genau 150 Jahren entsteht die erste eigentliche Stellwerkfabrik von Schnabel & Henning in Bruchsal. 1873 folgt diejenige des Kaufmanns Max Jüdel in Braunschweig. Innovation reiht sich an Innovation mit immer differenzierterer Technik, bis sie irgendwann durch Neuere abgelöst wird.

Beiden Methoden gemeinsam ist, dass sie nur dank Elektrizität funktionieren. Ohne letztere könnten sogar noch heute Züge mit Diesel- oder Pelletantrieb fahren (vielleicht das größte Problem das fehlende Licht?). Aber ein halbwegs funktionierender, dichter und sicherer Zugbetrieb wäre undenkbar. Mit ein Grund: Die rein mechanische Fernsteuerung von Weichen und Signalen kommt bereits ab kürzeren Distanzen an ihre praktischen Grenzen.

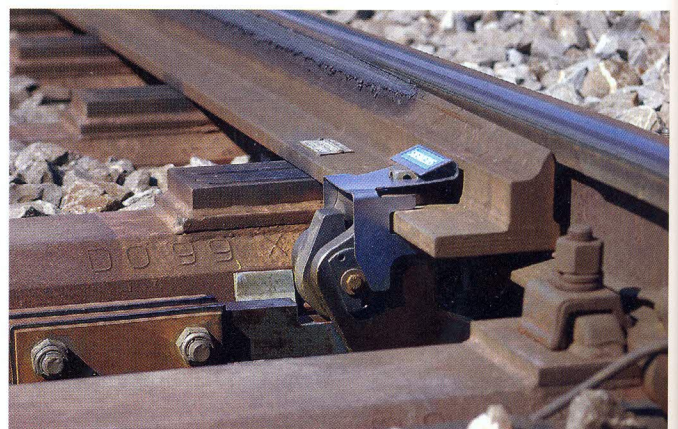
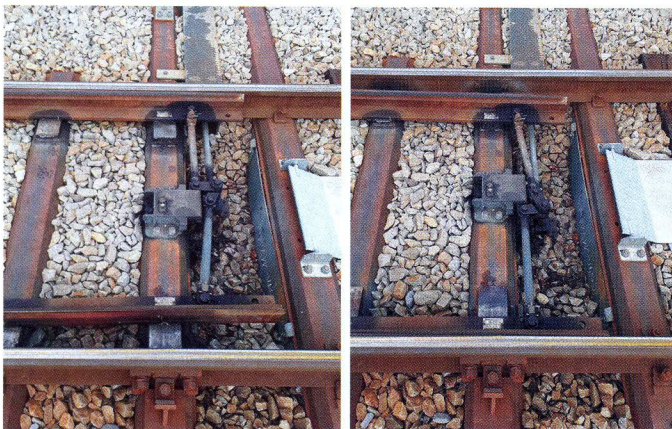
Damit zu einem langen zeitlichen Sprung ins letzte Jahrhundert, als der Strom sowohl für Kraftleistungen – Triebkraft, Antrieb beweglicher Elemente, Anzeigen usw. – wie für Bedien- und Steuerelemente rasante Fortschritte ermöglichte. Hier möge ein stark konzentrierter Fokus auf die Stellwerkstechnik genügen, über welche u. a. auch in einem weiteren Buch leicht verständlich in Text und Bild Interessantes zu erfahren ist: Praxisbuch Bahnsicherung. Auch darin wird der Weg vom rein mechanischen zum elektromechanischen Stellwerk dokumentiert, bei welchem Schalter die mächtigen Hebel ablösen. Das Relais eröffnete einen weiteren Schritt. Es ist ein Schalter, mit dem ein schwacher Steuerstrom viel stärkere Ströme z. B. auf einen Weichenmotor leiten kann. Vorteile: langlebig, wartungsfreundlich, preisgünstig. Auf dieser Basis entwickelten verschiedene Firmen wie Signum (später Integra Signum, heute Teil von Siemens) Relais-Stellwerke der Domino-Serie. Weniger bekannt, dennoch bedeutend namentlich für die Schweiz, sind die Marken Bär, Sauber & Gisin, IED Intelis, Mauerhofer & Zuber. Auch dank diesen Techniken lassen sich die Verkehrsflächen intensiver nutzen, weil befahrene Gleisabschnitte automatisch und abschnittsweise freigegeben werden. Sichtbarer Teil bleibt bei diesen Systemen der klassische Stellisch mit dem schematisch dargestellten Gleisfeld, den Drucktasten und Lämpchen zur Anzeige der Gleisbelegung. Nach der Mitte des letzten Jahrhunderts hielten Elemente wie Transistoren/Thyris-

toren, später integrierte Schaltkreise, Einzug. Eine technische Revolution dank extremer Miniaturisierung und Beschleunigung des Schaltvorgangs. Der große Vorteil der Flexibilität kommt bei der Anpassung an eine veränderte Infrastruktur zum Zug. Die neue Software lässt sich vor der Installation zuvor im »Trockenbetrieb« simulieren. Relais dagegen müssten umständlich umplatziert werden. Nachteile sind der größere Stromverbrauch, weil die gesamte Elektronik im Dauerbetrieb steht sowie die wesentlich kürzere Lebensdauer von 25 bis 40 Jahren.

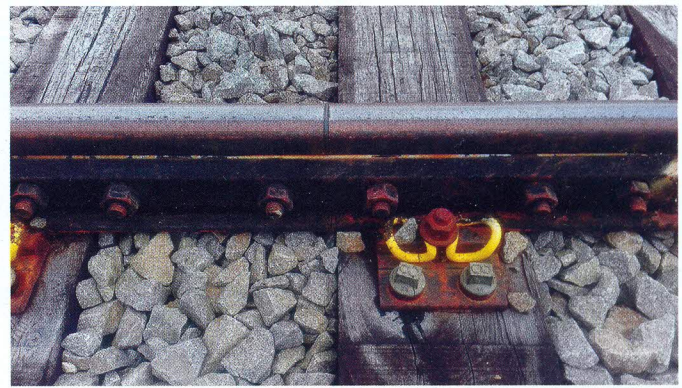
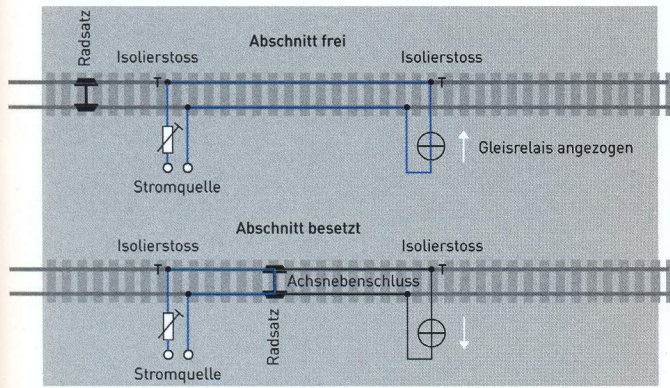
Neu: die gelben Balisen

Alle diese Entwicklungen haben das symbolträchtige Hebelstellwerk fast ganz verdrängt. In der Schweiz verbleiben gerade noch deren neun, wovon zwei der DB im Kanton Schaffhausen stehen. Geblieben sind die Stellische. Freilich werden sie nur noch bei Störungen in der betreffenden Region reaktiviert. Heute wird nämlich der ganze Bahnbetrieb der SBB von fünf Leitzentralen aus überwacht und ferngesteuert. Das betrifft gut 900 Bahnhöfe, 13.000 Weichen und gegen 22.000 Signale. In diesen – selbstverständlich redundant organisierten – Zentralen sucht man die Panoramawände mit der Darstellung der Gleis-, Weichen- und Sicherungsanlagen vergeblich. An ihre Stelle ist eine Unzahl an Bildschirmen getreten.

Doch zurück zu Gleis & Co, also zur Schieneninfrastruktur. Im Rahmen der Modernisierung verschwanden auch die einst so auffälligen Flügelsignale (Balken schräg nach oben: offen; Balken waagrecht: geschlossen). Auf Hauptstrecken werden sogar die heute noch omnipräsenten Lichtsignale überflüssig, wenn die Leitung und Überwachung der Züge auf das European Train Control System ETCS Level 2 umgestellt wird. Dessen sichtbare Elemente sind gerade noch die gelben Balisen zwischen den Schienen und die blau-gelben Signal-



In der Schweiz sind v.a. zwei der vielen Systeme von Weichenverschlüssen verbreitet. Links: der Innenverschluss (»Jüdel-Verschluss«) sichert das satte Anliegen der Weichenzunge an die Schiene sowie einen genügenden Spalt für den Spurkranz auf der anderen Schienenseite durch eine kraftschlüssige Verbindung. Rechts: Der Klinkenverschluss umklammert Zunge und Backenschiene von unten und sorgt für eine formschlüssige Verbindung. Beiden Typen ist gemeinsam, dass sie Zungen bis zur Überfahrt des Zuges sicher in der richtigen Position halten.

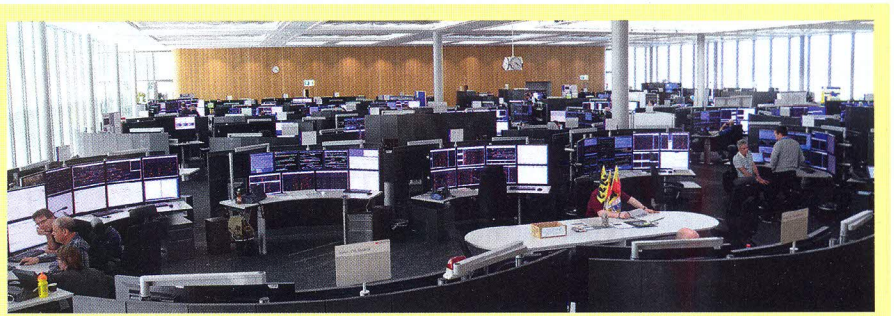


Auf der Grafik links wird die Gleisfreimeldung durch Gleisolation erklärt: Ist der Abschnitt frei (oben), fließt der Strom durchs Relais (rechts); schließt ein Radsatz die beiden isolierten Schienen kurz, fällt das Relais ab, was rückgemeldet wird als »Abschnitt besetzt«. Rechts ist erkennbar, dass die beiden Schienen für die Gleisfreimeldung nicht zusammengeschweißt, sondern durch Isolationsmaterial elektrisch getrennt sind.

tafeln. Die kraftmäßige Bedienung der Weichen und das Versorgen der Signale mit Strom erfolgt generell von unspektakulären Schaltschränken aus, die in der Nähe der zu bedienenden Elemente stehen. Und die Verbindung zwischen diesen Schränken und den Leitzentralen besorgen Kupfer- bzw. Lichtleiter.

Fazit: Die Bahnlandschaft hat sich im Laufe der bald zweihundertjährigen Geschichte radikal verändert. Das Reisen ist bequemer und schneller geworden. Und trotz wachsendem und dichterem Zugverkehr geht die Zahl der schweren Unfälle bei der Bahn stetig zurück. Auch die Erkenntnisse aus dem Vorfall mit dem ICE werden Maßnahmen nach sich ziehen, welche weitere solche Vorkommnisse nach menschlichem Ermessen ausschließen. Es ist so, wir sehen nostalgische Stellwerke und ihre massive Hebeltechnik fast nur noch im Museum. Kein Grund, ihnen nachzutraumern, der Gewinn an Arbeitsqualität, Leistungsfähigkeit und Sicherheit des Systems Bahn wiegt das um Größenordnungen auf.

Johannes von Arx
Freier Fachjournalist



Heute wird der der ganze Bahnbetrieb der SBB von fünf Leitzentralen aus überwacht und ferngesteuert. Foto Johannes von Arx

Fachliteratur zum Thema Stellwerke:

Der Streifzug durch einige Stationen in der Welt der Stellwerkstechnik mag erahnen lassen, wieviel Erfindergeist da hinein investiert wurde. Die unten erwähnten Bücher lassen eintauchen in diese spannende Materie und die Kenntnisse über die modernen Anlagen. Dank gebührt den Verlagen und den Autoren für die zur Verfügung gestellten Inhalte und Bilder sowie die fachliche Unterstützung.

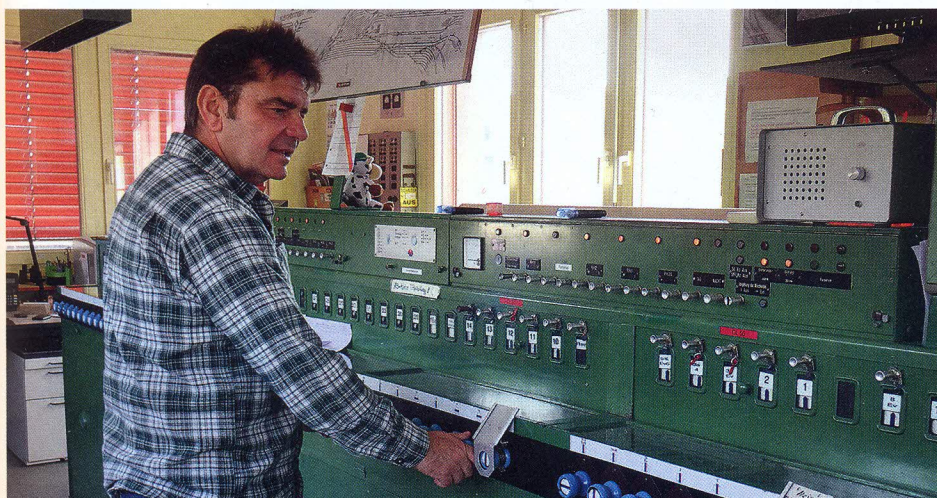
Hebel, Riegel und Signale, Hans G. Wägli, Diplomy Verlag, 2018, 476 Seiten. ISBN 978-3-033-06410-2.

Ein gewaltiges technisch-historisches Kompendium. In einem umfangreichen Anhang findet sich eine detailreiche, stre-

ckenbezogene Tabelle der in der Schweiz verbauten Stellwerke, Bibliografie, Chronik, Orts-, Namen- und Sachregister. Bezug in der Schweiz: für CHF 116.- im gut sortierten Buchhandel oder bei www.diplomy.ch (plus 12.- Versandkostenanteil). In der EU: für € 107.- beim VGBahn-Shop, Am Fohlenhof 9a, 82256 Fürstentfeldbruck (innerhalb von Deutschland portofrei).

Praxisbuch Bahnsicherung, Dirk Bödeker (Siemens), Ruedi Hösli (Südostbahn SOB), Sepp Moser (freier Journalist), AS Verlag, 2019. 158 Seiten. ISBN 978-3-906055-80-0, ca. 40 CHF, 35 Euro.

Ein Durchgang durch die Stellwerkstechnik mit Fokus auf den Aspekt der Sicherheit. In beiden Büchern werden die technischen Vorgänge leicht verständlich erklärt.



Elektromechanisches Stellwerk in Basel-Rheinhafen, bis 2017 in Betrieb (links), Bedientisch eines Gleisbild-Relaisstellwerks: Mit dem gleichzeitigen Drücken der Tasten am Anfang und Ende der Fahrstraße wird diese eingestellt und gesichert.