

Deine Bahn.

März 2018

Fachzeitschrift von DB Training, Learning & Consulting
und des Verbandes Deutscher Eisenbahnfachschulen

46. Jahrgang
8,50 Euro

Safety, Security und der Faktor Mensch



- Spannungsverhältnis von IT- und Betriebssicherheit
- Das Ersatzsignal im deutschen Bahnbetrieb
- Verfahren für den Gleiswechselbetrieb
- Team Safety der DB Netz AG



Anita Hausmann/Dirk H. Enders

DB-Fachbuch

Grundlagen des Bahnbetriebs

3. überarbeitete und erweiterte Auflage, 08/2017

384 Seiten, Softcover, 17 x 24 cm, EUR 53,90

ISBN: 978-3-943214-16-1

Das Fachbuch „Grundlagen des Bahnbetriebs“ ist ein etabliertes Standardwerk in der Aus- und Weiterbildung und dient erfahrenen Fach- und Führungskräften als umfassendes Nachschlagewerk. Es stellt die technischen Systemkomponenten des Bahnbetriebs vor und erläutert die unterschiedlichen Aufgabenbereiche. Dabei gehen die Autoren insbesondere auf die Vorbereitung und Durchführung von Zugfahrten sowie das Rangieren ein. Darüber hinaus vermitteln sie dem Leser die unterschiedlichen Betriebsverfahren sowie das Vorgehen bei der Planung und Realisierung einzelner Betriebsabläufe. Abgerundet wird der Inhalt durch die Erläuterung technischer Systeme und rechtlicher Rahmenbedingungen.

Die 3., überarbeitete und erweiterte Auflage ist an die Neuherausgabe der Fahrdienstvorschrift (Richtlinie 408) angepasst und wird durch das neue Kapitel Notfallmanagement ergänzt. Zahlreiche neue Grafiken und Fotos aus der Praxis erleichtern das Verständnis der komplexen Zusammenhänge.



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

mit der Digitalisierung ist das Thema IT-Security in der Bahnbranche in den Fokus der Aufmerksamkeit geraten. So stuft das IT-Sicherheitsgesetz die transeuropäischen Schienenverkehrsnetze (TEN-V) und auch die großen Nahverkehrsbetriebe als „kritische Infrastrukturen“ mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen ein. Damit sind die Betreiber dieser Infrastrukturen qua Gesetz verpflichtet, ihre IT auf dem Stand der Technik zu halten und entsprechend abzusichern.

In unserem Leitartikel befasst sich Prof. Jörg Braband mit der Wechselwirkung von Safety, der betrieblichen Sicherheit, und IT-Security. Seine These: Die Digitalisierung der Schiene kann nur dann gelingen, wenn in den Unternehmen eine Kultur der Sicherheit etabliert wird, die Safety und Security gleichermaßen berücksichtigt.

Diskussionsstoff bieten auch die Artikel zum Thema Betriebssicherheit in der vorliegenden Ausgabe: Prof. Jörn Pacht von der TU Braunschweig setzt sich in seinem Beitrag kritisch mit der Rolle des Ersatzsignals auseinander. Und Dr. Ulrich Maschek von der TU Dresden beschreibt in seinem Beitrag die Verfahren für das Fahren auf dem Gegengleis, die bei Bauarbeiten am Schienennetz im laufenden Betrieb angewendet werden.

*In der Bahnbranche
rückt das Thema
IT-Security in
den Fokus der
Aufmerksamkeit*



Lesen Sie außerdem: Das Team Safety der DB Netz unterstützt das betriebliche Sicherheits- und Risikomanagement, die ODEG spricht sich für eine Weiterentwicklung der Triebfahrzeugführerscheinverordnung aus, und die Vertreter der Güterbahnen haben auf den Rail Safety Days über gemeinsame Sicherheitsstandards in der Schienenlogistik beraten.

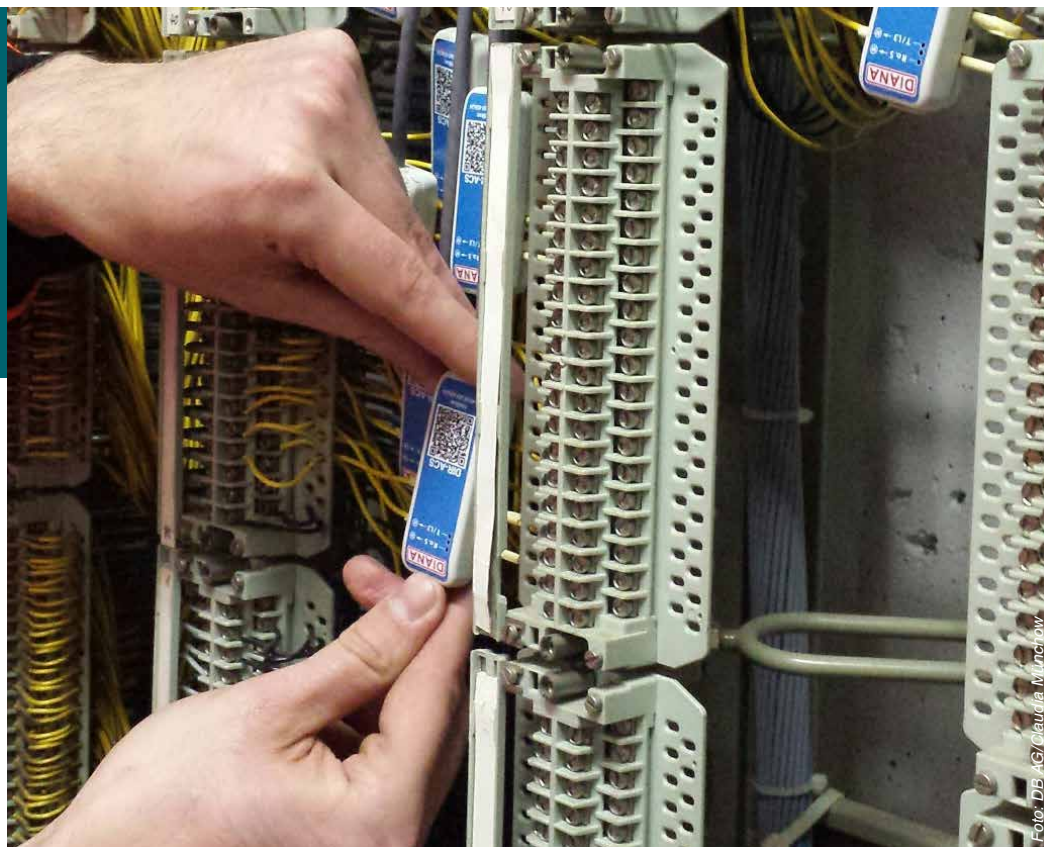
Viele Anregungen und Erkenntnisse beim Lesen wünscht

Ihr

Martin Nowosad
Chefredakteur

6

Kritische Infrastrukturen werden durch digitale Technologie immer komplexer – und potenziell angreifbarer



Bahn aktuell

6 Spannungsfeld Safety und Security: gestern, heute, morgen

Die Digitalisierung des Bahnsystems kann nur gelingen, wenn tragfähige Kompromisse für das Spannungsverhältnis von Safety und Security gefunden werden.

Von Dr. Jens Braband

60 Dekarbonisierung des Verkehrs: Wie die Mobilitätswende gelingen kann

Der Verkehr spielt eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung des Pariser Klimaabkommens. Für eine wirksame Reduzierung der Treibhausgase ist ein integrierter Politikansatz nötig.

Von Oliver Lah

Systemverbund Bahn

49 Einkauf – Erfolgsfaktor für Europas modernste Radsatzinstandhaltungswerkstätten

Die DB Fahrzeuginstandhaltung und der Konzerneinkauf zeigen anhand eines Projektes zur Radsatzaufarbeitung, wie Großprojekte erfolgreich gestemmt werden können.

Von Looy Omran und Alexander Hundenborn

54 Sicher drüber: Neustart der Kampagne nach 15 Jahren

Die Präventionskampagne „Sicher drüber“ informiert seit 2002 über das richtige Verhalten an Bahnübergängen.

Fachinformation Bahn Fachverlag

Transport & Logistik

42 Gemeinsame Sicherheitsstandards in der Schienenlogistik

Die Rail Safety Days bieten ein Forum für Chemieunternehmen, Logistiker und Behörden, die sich für gemeinsame Sicherheitsstandards im Güterverkehr auf der Schiene einsetzen.

Von Christian Steinbacher

56 DB Cargo Skandinavien im Portrait

In Dänemark arbeiten zwei Gesellschaften der DB Cargo zusammen, um den Kunden effiziente Transportlösungen im Rahmen des europäischen Logistiknetzwerks zu garantieren.

Von Marcel Jelitto



28

Ein Team von Spezialisten bei der Bahnbau Gruppe integriert den Arbeitsschutz in den laufenden Betrieb



54

Unfälle an Bahnübergängen können durch Prävention verhindert werden

Infrastruktur

12 Das Ersatzsignal – ein deutscher Sonderweg?

Der Einsatz des Ersatzsignals zur Erlaubnis der Vorbeifahrt am Halt zeigenden oder gestörten Hauptsignal birgt das Risiko von Fehlhandlungen. Ein Vorschlag für eine zeitgemäße Lösung der Störfallbehandlung nach Schweizer Vorbild.

Von Prof. Dr.-Ing. Jörn Pacht

20 Bewertungsmodell zur Auswahl des Verfahrens für das Fahren auf dem Gegengleis

Zur Einrichtung einer zeitweisen Eingleisigkeit für das „Bauen unter rollendem Rad“ stehen mehrere Verfahren zur Verfügung, deren Sicherheit mit einem Bewertungsmodell ermittelt werden kann.

Von Dr.-Ing. Ulrich Maschek und Odine Küchenmeister

28 Arbeitsschutz bei der DB Bahnbau Gruppe

Damit der Arbeits- und Gesundheitsschutz im laufenden Geschäft reibungslos umgesetzt werden kann, setzt die DB Bahnbau Gruppe auf ein zertifiziertes Qualitätsmanagement.

Von Silvio Fenske

32 Team Safety: Sicherheit ist nicht selbstverständlich

Das neu gegründete Team Safety unterstützt den Betrieb der DB Netz dabei, europäische Vorgaben umzusetzen und Risiken im betrieblichen Regelwerk zu beherrschen.

Von Robert Kühnlenz

Ausbildung, Prüfung & Beruf

38 Vergleich mit VDV-Schrift 753 und Weiterentwicklung der Rechtsverordnungen

Die bisherigen Erfahrungen mit der Führerschein- und der Prüfungsverordnung für Triebfahrzeugführer zeigen aus Sicht der ODEG, dass es Verbesserungspotenzial gibt.

Von Jörg Kiehn

4 In Kürze

64 Vorschau, Impressum

Unser Titelbild

Triebwagen von DB Regio neben einem ICE der BR 411 am Nürnberger Hauptbahnhof

Foto: DB AG/Pablo Castagnola

„Digitale Schiene“ und NeuPro: DB will Schienennetz digital aufrüsten

Die Deutsche Bahn will die Kapazität des Schienennetzes deutlich steigern und hat dazu das Programm „Digitale Schiene Deutschland“ aufgelegt. Kern des Programms ist der flächendeckende Rollout des europäischen Zugsicherungssystems ETCS in Verbindung mit der Einführung digitaler Stellwerke (DSTW). Dazu hat die Bundesregierung eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben, die Zeitrahmen, Kosten und wirtschaftlichen Nutzen des Programms ermitteln soll.

„Wir werden einen noch nie dagewesenen Entwicklungsschub verwirklichen: mehr Züge, zudem pünktlicher und noch umweltfreundlicher“, sagte DB-Infrastrukturvorstand Ronald Pofalla auf dem Symposium Wettbewerb und Regulierung Ende Januar in Berlin. Zwar seien mit der Realisierung des Vorhabens erhebliche Anschubkosten und gemeinsame Anstrengungen von Politik, Bahn und Industrie verbunden, so Pofalla. Allerdings rechne sich die Modernisierung des Netzes sowohl für den Wirtschaftsstandort als auch mit Blick auf die

Klimaziele und die Verkehrsverlagerung von der Straße. Die Bahn verspricht sich vom Programm „Digitale Schiene“ bis zu 20 Prozent mehr Zugverkehr.

Bei der DB Netz AG läuft die Umrüstung der Stellwerkstechnologie unter dem Projektnamen „NeuPro“ (Neue Produktionsmethoden). Zwischen 2023 und 2030



sollen erneuerungsbedürftige Stellwerke älterer Generationen durch DSTW ersetzt werden. Der Netzbeirat der DB Netz AG befürwortet NeuPro als einen Beitrag zur weitergehenden Automatisierung des Schienenverkehrs mit erheblichen Kosten- und Effizienzvorteilen. In einer Ende Januar veröffentlichten Erklärung begrüßte das Gremium auch den relativ kurzen Einführungszeitraum, denn so könnten die unvermeidlichen Reibungsverluste des Nebeneinanders von alter und neuer Technologie minimiert werden. Einen weiteren Vorteil von NeuPro sieht der Netzbeirat darin, dass damit die Einführung von ETCS forciert wird, da die digitale Stellwerkstechnologie nur in Kombination mit einer strecken- und fahrzeugseitigen ETCS-Ausrüstung sinnvoll sei. Für die bis zum Beginn der Stellwerksumrüstung notwendige Ausstattung aller im deutschen Netz verkehrenden Schienenfahrzeuge mit den entsprechenden ETCS-Komponenten fordert der Beirat eine Finanzierungslösung, da die Marktteilnehmer diese Kosten nicht aus eigener Kraft stemmen könnten. ■

Verkehrsverbände: Unterstützung für Koalitionsvertrag, Skepsis bei Gratis-ÖPNV

Die verkehrspolitischen Zielsetzungen des Anfang Februar von Union und SPD ausgehandelten Koalitionsvertrages sind auf Zustimmung in der Bahn- und ÖPNV-Branche gestoßen. Von einem „starken Signal für die Verkehrswende“ sprach der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen auf seiner Jahrespressekonferenz in Berlin. Eine Stärkung von Öffentlichem Personenverkehr und Schienengüterverkehr sei wie in roter Faden in dem Papier erkennbar, so VDV-Präsident Jürgen Fenske. Insgesamt fänden sich viele langjährige Forderungen des VDV darin wieder. Bemerkenswert sei unter anderem die geplante Verdreifachung der Mittel nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GFVG) bis zum Jahr 2021, sagte Fenske. Insbesondere solche konkreten Finanzierungszusagen seien wichtig, damit die Branche in den kommenden Jahren Marktanteile hinzugewinnen könne. Positiv sieht der VDV aber auch weitere im Vertrag

enthaltene Beschlüsse wie die Umsetzung des Masterplans Schienengüterverkehr, die Förderung der Elektromobilität und die Beschleunigung von Bau- und Planungsverfahren.

Positiv, wenn auch weniger euphorisch, blickt das Verkehrsbündnis Allianz pro Schiene auf das Ergebnis der Koalitionsverhandlungen. Der Koalitionsvertrag sei ein Schritt nach vorn und verkehrspolitisch deutlich konkreter als seine Vorgänger, sagte Geschäftsführer Dirk Flege in Berlin. Der in den vor der Bundestagswahl veröffentlichten Kernforderungen der Bahnbranche enthaltene Dreiklang aus der Senkung der Trassenpreise, der Förderung von Innovationen und der Einführung eines Deutschlandtaktes habe bei den Koalitionären offenbar Gehör gefunden, so Flege. Wenn der zukünftige Verkehrsminister die Beschlüsse tatsächlich umsetze, sei zwar noch keine Verkehrswende eingeläutet, aber die Schiene erhalte deutlichen Rückenwind.

Skeptisch äußerten sich VDV und Allianz pro Schiene gegenüber dem Vorstoß der noch amtierenden Bundesregierung, einen kostenlosen ÖPNV, zunächst in ausgewählten Modellstädten, einzuführen. Damit will Deutschland einer drohenden Klage der EU aufgrund der Überschreitung von Grenzwerten für Luftschadstoffe zuvorkommen. Zwar sei unbestritten, dass der ÖPNV eine Schlüsselrolle bei der Luftreinhaltung spiele, so VDV-Präsident Fenske. Für den mit einem Gratisangebot verbundenen sprunghaften Anstieg der Fahrgastzahlen habe der ÖPNV allerdings derzeit nicht die nötigen Kapazitäten. Auch die Allianz pro Schiene spricht sich dafür aus, zunächst das ÖPNV-Angebot in Deutschland massiv auszubauen, um eine wirkliche Umstiegsoption von der Straße auf die Schiene zu schaffen. Eine kurzfristig wirksame Maßnahme sei die Halbierung der Trassenpreise auch im Personenverkehr. ■

Netzbeirat fordert Änderungen beim Vegetationsmanagement

Der Netzbeirat der DB Netz AG hat Bund und Bahn dazu aufgefordert, die Vegetationskontrolle entlang der Schienenwege zu verbessern, um die Verfügbarkeit der Infrastruktur bei extremen Wetterlagen zu erhöhen. Erforderlich seien nicht nur punktuelle oder auf Teilnetze beschränkte Maßnahmen, sondern ein durchgängiges und nachhaltiges Vorgehen, erklärte der Netzbeirat in einer Stellungnahme vom 29. Januar. „Mittel- und langfristiges Ziel muss es sein, seitlich der Bahnstrecken die Vegetation auf eine Höhe zu begrenzen, die höchstens dem Abstand zum Gleis entspricht“, heißt es darin.

Der sogenannte „V-Schnitt“ soll sicherstellen, dass Äste oder ganze Bäume bei Unwettern nicht auf die Gleise fallen. Dazu werden Baumkronen über die baumfreie 6-Meter-Rückschnittzone hinaus gestutzt, so dass ihre Höhe in einer „Stabilisierungszone“ stufenmäßig ansteigt. Näher am Gleis wachsende Büsche und Sträucher sollen dahinterstehende höhere Bäume auffangen (siehe Abbildung unten). Bisher wird das Verfahren nur an besonders gefährdeten Stellen angewendet.

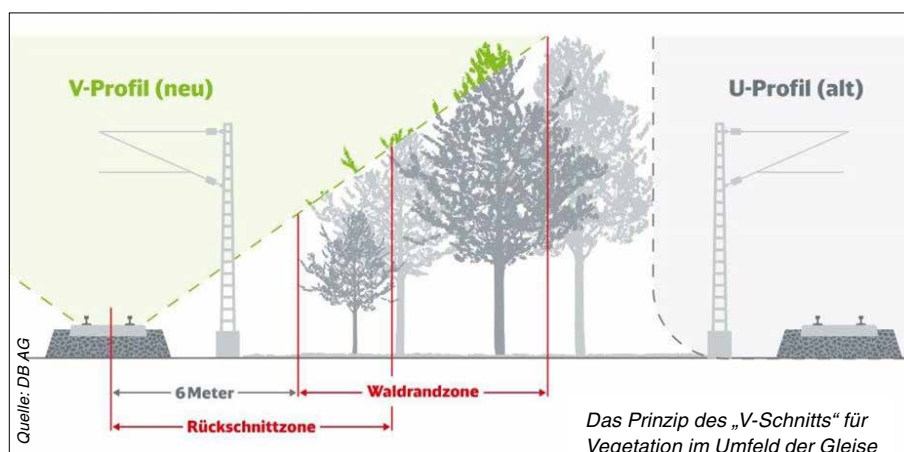
Die Deutsche Bahn hatte im Januar ihren „Aktionsplan Vegetation“ vorgestellt. Er beinhaltet unter anderem eine „Durchforstung“ der Baumbestände entlang der Strecken, wobei besonders sturmanfällige Gewächse komplett entfernt werden. Ausgeweitet werden die regelmäßigen Inspektionen durch Förster und Fahrwegpfleger, die durch digitale Katalogisierung ergänzt werden soll, sowie das 2016 begonnene Hot-Spot-Programm zum V-Schnitt an neuralgischen Punkten im

Schienennetz. Bereits seit 2007 schneidet die Bahn präventiv sämtliche Vegetation im Abstand von 6 Metern zu beiden Seiten der Gleise auf bodennahes Niveau zurück.

Ein wirksames Vegetationsmanagementseinichtallein Sache des Infrastrukturbetreibers, betont der Netzbeirat in seiner Erklärung. So müsse die Bundesregierung die Schienenwege den Bundesfernstraßen gleichstellen, um das Entfernen von Vegetation und anderen Hindernissen auch auf angrenzenden Grundstücken zu ermöglichen, die sich nicht im Bundesbesitz befinden. Änderungen im Naturschutzgesetz sollen für eine problemlose Anwendung des V-Schnitts entlang der Bahnstrecken sorgen und das Fällen von Bäumen erleichtern. Ein zuverlässiger Bahnbetrieb müsse Priorität haben, so das Gremium. Der Netzbeirat berät die DB Netz AG in allen Fragen des Erhalts und der Entwicklung des Schienennetzes. Ihm gehören Vertreter von Verkehrsunternehmen und Aufgabenträgern an.

Das Vegetationsmanagement der DB war in die Kritik geraten, nachdem die schweren Herbststürme des vergangenen

*Rückschnitt mit
Luftunterstützung
bei Hann. Münden:
Ein Helikopter
entfernt einen
gefallten Baum*



Jahres und zuletzt der Orkan „Friederike“ im Januar zu zahlreichen Zugausfällen geführt hatten, weil entwurzelte oder abgeknickte Bäume auf Gleise und Oberleitungen gestürzt waren. Experten und Vertreter von Branchenverbänden kritisierten daraufhin, die Bahn vernachlässige den Beschnitt im Umfeld der Gleise. Die Rückschnittzone müsse von 6 auf 10 Meter ausgeweitet werden, fordert der Ehrenvorsitzende des Fahrgastverbandes Pro Bahn, Karl-Peter Naumann. Zudem seien viele Bäume in Gleisnähe inzwischen zu hoch, um ohne besondere Genehmigung gefällt werden zu dürfen, sagte Naumann. Das sei eine Spätfolge aus der Ära der Bahnprivatisierung, in der die Vegetationskontrolle aus Kostengründen stark zurückgefahren worden sei. Die DB verweist auf rechtliche Hürden und Vorgaben des Natur- und Umweltschutzes.

Sicherheit

Spannungsfeld Safety und Security: gestern, heute, morgen

DIANA-Sensoren zur Weichendiagnose im Stellwerk Gernsheim: Bei kritischen Infrastrukturen können sich die Sicherheit von IT-Systemen und die Sicherheit des Betriebes gegenseitig beeinflussen

Foto: DB AG Claudia Munchow



Dr. Jens Braband, Siemens AG, Mobility Division, Mobility Management und Honorarprofessor der Technischen Universität Braunschweig, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung



Dieser Artikel beleuchtet die Wechselwirkungen zwischen Safety und Security sowohl aus technischer als auch historischer Hinsicht anhand von Beispielen aus kritischen Infrastrukturen. Um die Sachverhalte begreifbarer zu machen, wird an dieser Stelle auf das Stilmittel des Storytelling zurückgegriffen. Für vertiefte technische Betrachtungen sei auf andere Artikel verwiesen, die bereits in Deine Bahn erschienen sind (siehe Quellen am Ende des Artikels).

Es fängt schon bei der Sprache und den Definitionen an: Im Deutschen haben wir nur das eine Wort „Sicherheit“ für beides, das wir dann zum Beispiel mit Adjektiven oder zu langen Wortkombinationen mit Bindestrich ergänzen. Der Einfachheit halber verwendet dieser Artikel die englischen Begriffe. Die Differenzierung erfolgt über beobachtbare Eigenschaften, die den Unterschied intuitiv näher bringen:

- Bei Safety wird in der Regel der Mensch (oder die Umwelt) vor Fehlern oder Ausfällen eines Systems geschützt, bei Security das System vor Einwirkungen des Menschen
- Safety beschäftigt sich mit unbeabsichtigten Ereignissen (beziehungsweise deren Ursachen oder Konsequenzen), Security mit beabsichtigten Ereignissen (mutwillig oder böswillig herbeigeführt)

In diesem Sinn muss eine geeignete Security-Umgebung die Safety-Funktionen schützen, damit diese Mensch und Umwelt schützen können. Probleme können entstehen, wenn der Security-Schutz nicht ausreicht oder wenn die Security-Maßnahmen die Safety-Funktionen beeinträchtigen. Sowohl bei Safety



Quelle:
Jens Braband

und Security sind in der Regel systematische Fehler die Ursachen für die meisten Probleme, bei Safety führt dies dazu, dass die Schutzfunktion nicht erbracht wird, bei Security dazu, dass der Schutz vor äußeren Einwirkungen Schwächen enthält, die ein Angreifer ausnutzen kann.

In diesem Artikel wird unter „System“ in der Regel ein technisches System verstanden (gegebenenfalls mit Bediener) und „Safety“ wird als Betriebssicherheit beziehungsweise funktionale Sicherheit verstanden. Unter „Security“ wird bei einem technischen System hier vorwiegend die IT-Sicherheit verstanden (gegebenenfalls inklusive physischer Effekte).

Ein Beispiel

Um das grundsätzliche Spannungsfeld zu beleuchten, betrachten wir die Cockpit-Tür in einem zivilen Verkehrsflugzeug als System. Dabei handelte es sich historisch um ein physisches System, das aber seit längerem durch elektronische Komponenten erweitert wurde.

Vor den Terroranschlägen des 11. September 2001 war die Cockpit-Tür in der Regel unverschlossen und es war bei Passagieren beliebt, bei längeren Flügen mal ins Cockpit schauen zu dürfen. Hier war der Schwerpunkt Safety und Security, von Ausnahmefällen abgesehen, eher untergeordnet. Dies änderte sich danach abrupt und die Cockpit-Tür musste von innen verschlossen werden. Security bekam also die Oberhand und Safety schien dadurch gesichert, dass immer zwei Piloten im Cockpit waren. Dann endete Helios-Airways-Flug 522 am 14. August 2005 mit einem Totalverlust. Die Ursache bestand unter anderem darin, dass in Folge eines Druckabfalls beide Piloten bewusstlos wurden und

die Crew wegen der verschlossenen Cockpit-Tür nicht beziehungsweise erst zu spät eingreifen konnte: Die Security beeinträchtigte die Safety.

Danach wurden die Cockpit-Türen umgerüstet und erhielten in der Regel ein elektronisches Schloss, bei dem eine Öffnung von außen mit einer PIN angefordert werden kann. Dies kann aber vom Piloten für einen definierten Zeitraum pro Anforderung, zum Beispiel fünf Minuten, übersteuert werden. Scheinbar ein guter Kompromiss zwischen Safety und Security – bis zu Germanwings-Flug 9525, bei dem am 24. März 2015 ein Pilot in Selbstmordabsicht die Maschine zum Absturz gebracht haben soll.

Problematisch war, dass sich ein einzelner Pilot im Cockpit einschließen konnte. Daraufhin wurde bei den meisten Fluggesellschaften die Regel eingeführt, dass immer mindestens zwei Personen im Cockpit sein müssen, das heißt, ein weiteres Besatzungsmitglied muss einen Piloten ersetzen, wenn er das Cockpit verlässt. Ob dies auf Dauer zielführend ist, wird sich zeigen. Zusammengefasst zeigt dieses Beispiel die komplexen Wechselwirkungen zwischen Safety und Security, bei denen es unter Umständen nicht möglich ist, alle Anforderungen vollständig umzusetzen. Ziel muss sein, unter Berücksichtigung von Safety und Security eine optimierte Gesamtlösung zu finden, die das Gesamtrisiko minimiert.

Safety und Security gestern

Im Dezember 2017 wurde ein weiterer Teil der Schnellfahrstrecke Nürnberg–Erfurt auf Basis der Spezifikationen nach dem European Train Control System (ETCS) in Betrieb genommen, für die die Grundlagen in den Bereichen Safety und Security bereits Mitte der 1990er-Jahre abgestimmt wurden.^[1] Deswegen lohnt sich ein Blick in den Rückspiegel.

Wenn wir in die frühen 1990-er Jahre zurückkehren könnten, was würde uns technologisch auffallen? Die GSM-Netze D1 und D2 sind gerade in Betrieb gegangen, die Handys haben deutlich erkennbare Antennen. Windows 3.1 ist das aktuelle PC-Betriebssystem. Computerviren sind zwar seit 1986 bekannt, betreffen aber vor allem DOS. Michelangelo ist das erste Virus, das durch die Medien der breiten Öffentlichkeit bekannt wird. 1992 wird der erste kommerzielle Internet-Provider in Deutschland gegründet. 1993 wird der erste Webbrowser namens Mosaic veröffentlicht. In Deutschland gibt es etwa 15 Webserver und bei der Deutschen Bundesbahn (!) wurden gerade die ersten Serien-ESTW (elektronische Stellwerke) in Betrieb genommen, viele davon entlang der 1991 fertiggestellten Neubaustrecke Hannover–Würzburg. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik war 1991 gegründet worden und das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) ging 1994 aus dem Bundesbahn-Zentralamt (BZA) hervor.

Cockpit-Tür eines zivilen Verkehrsflugzeugs



Foto: Thilo Parg/Wikimedia Commons, Lizenz: CC BY-SA 4.0

Schon damals war es notwendig, im Sicherheitsnachweis nach den Technischen Grundsätzen für die Zulassung von Sicherungsanlagen des EBA (Mü8004) den Betrieb unter externen Einflüssen zu betrachten. Dazu gehörte auch unberechtigter Zutritt beziehungsweise Zugriff. Zugegebenermaßen lag der Fokus auf physischem Zugriff und der Nachweis erfolgte weitgehend regelbasiert, nicht risikobasiert. Nur wenn das System grundlegend verändert wurde, wurden Risikobetrachtungen notwendig, um neue Regeln zu schaffen. Die wesentliche Änderung der Linienzugbeeinflussung (LZB) zu ETCS war die Einführung der Funkzugbeeinflussung, deren Auswirkungen auf Safety und Security sehr ausführlich untersucht wurde. Hier sollen nur einige grundsätzliche Aspekte dargestellt werden.

Mit dem Mobilfunkstandard GSM-R wurde ein kommerzielles Funksystem eingeführt, auf das unberechtigter Zugriff nicht ausgeschlossen werden kann. Also war von Anfang an klar, dass die Datenübertragung kryptographisch gesichert werden muss. Die Frage, wo die Sicherung und Prüfung erfolgen sollte, wurde intensiv diskutiert. Aus Security-Sicht bot GSM-R Verschlüsselungsmechanismen an. Aber aus Safety-Sicht stellte sich die Frage, wie diese Funktionalität im Betrieb geprüft werden kann. Außerdem war fraglich, ob eine Sicherung nur im Kommunikationsnetzwerk ausreichen würde. Schließlich setzte sich Safety mit einer eigenen Ende-zu-Ende-Sicherung vom Radio Block Center (RBC) zum Fahrzeuggerät durch. Zum Glück, kann man im Nachhinein sagen, denn schon ab 2000 galten wesentliche Varianten des Verschlüsselungsalgorithmus A5 des GSM als nicht mehr hinreichend sicher und spätestens seit dem Bekanntwerden des SS7-Hack 2014 ist die Security des gesamten GSM bis hin zum modernsten Mobilfunkstandard UMTS fraglich.

Aber auch früher gab es schon Konflikte zwischen Security und Safety. Damals dauerte die Prüfung eines kryptographischen Codes relativ lange, je nach Rechner bis zu mehreren Sekunden. Dies erschien für Nothaltanforderungen aus Safety-Sicht inakzeptabel, so dass auf eine kryptographische Sicherung solcher Nachrichten verzichtet wurde. Dies bedeutet aus Security-Sicht, dass jeder, der Zugriff auf das Kommunikationsnetz hat, Nothalte einspielen könnte, was aber aus Safety-Sicht nur betriebseinschränkend wirkt.

Aus heutiger Sicht sind die kryptographischen Sicherheitsmechanismen zwar vernünftig entwickelt worden, aber eben gegen die Anforderungen von vor 25 Jahren. Zum Beispiel wird der verwendete 3DES-Algorithmus heute für neue Systeme nicht mehr empfohlen, genauso wie die effektive Schlüssellänge von 112 Bit. Das heißt, anders als bei der Safety üblich, haben die Security-Anforderungen eine begrenzte Lebensdauer und müssen regelmäßig überprüft und angepasst werden. Dies bedeutet, dass für ETCS aus Security-Sicht in etwa 10 bis 20 Jahren ein Re-Design der Sicherungsverfahren notwendig wird, während dies aus Safety-Sicht nicht notwendig wäre.

Diese Beobachtungen lassen sich verallgemeinern, denn überall, wo maßgebliche Änderungen vorgenommen wurden, wurden zusätzliche Security-Betrachtungen durchgeführt, denn auch die Norm EN 50129 als Nachfolger der Mü8004 auf europäischer Ebene hat das Prinzip des Sicherheitsnachweises übernommen.

Safety und Security heute

In den letzten Jahren hat sich die Lage komplett geändert. Ging es früher um einzelne Änderungen beziehungsweise Einführung einzelner neuer Technologien, wie zum Beispiel GSM, so werden in den letzten Jahren immer mehr neue Technologien, zum Teil gleichzeitig, eingeführt, deren Security- und Safety-Auswirkungen analysiert werden müssen. Dabei besteht insbesondere in jüngster Zeit das Problem, dass Systeme gehackt werden und dabei grundsätzliche Security-Annahmen in Frage gestellt werden.

Im Bereich der Rechnerntechnik geht der Trend immer mehr zu kommerziellen Betriebssystemen und zur Miniaturisierung beziehungsweise Virtualisierung, das heißt, es sollen – strikt voneinander getrennt – mehrere Prozesse auf einem Rechner ausgeführt werden, zum Beispiel Safety- und Nicht-Safety-Anwendungen. Die Trennung wird von spezieller Software (SW), häufig Hypervisor genannt, sichergestellt, oft auch vom Betriebssystem selbst. Durch die im Juli 2017 entdeckten, aber erst dieses Jahr veröffentlichten Sicherheitslücken Meltdown beziehungsweise Spectre wird aber genau dieser unautorisierte Zugriff auf fremde Speicherbereiche ermöglicht, und zwar praktisch auf allen modernen Prozessoren. Dies mag zunächst wie ein reines Security-Problem aussehen, da Speicherbereiche nur ausgelesen, aber nicht manipuliert werden können. Allerdings könnten im kompromittierten Speicher Passwörter stehen, die wiederum Zugriff auf Safety-Prozesse erlauben. Da hier aber eine direkte SW-Ausführung auf den Zielsystemen stattfinden muss, ist das Safety-Problem eher gering: Bei Rechnern, auf denen Safety-Prozesse laufen, werden in der Regel auch die anderen Prozesse bei der Zulassung geprüft und ein Nachladen von Schad-SW dadurch erschwert.

In der Kommunikationstechnik sind nach GSM weitere Systeme, wie zum Beispiel WLAN (IEEE 802.11), gebrochen worden. Der KRACK-Hack zeigte 2017, dass es möglich ist, WPA2-Schlüssel zu kompromittieren. Bemerkenswert ist hier, dass das Handshake-Protokoll zum Aushandeln der Schlüssel sogar als mathematisch korrekt bewiesen wurde. Der Beweis ist zwar richtig, aber die Hacker haben sich einfach nicht an die Annahmen des Beweises gehalten. Dieser Hack kann auch Safety-Auswirkungen haben, wenn man sich alleine auf die Security des WLAN verlässt.

Auch für Satelliten-Navigationssysteme wie GPS sind Angriffe bekannt. Zum Beispiel können durch Spoofing (Täuschungsmethode in Computernetzwerken zur

WLAN-Nachrüstung in ICE der Deutschen Bahn: Der Einbruch in gesicherte Systeme der Kommunikationstechnik (Security-Problem) kann Konsequenzen für die Safety haben

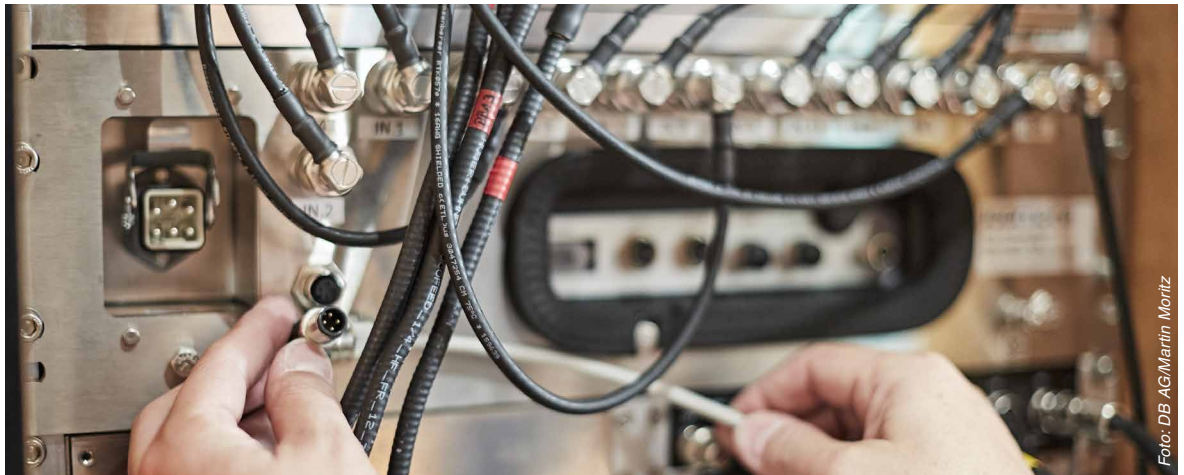


Foto: DB AG/Martin Moritz

Vortäuschung einer anderen Identität) formal gültige, aber falsche Positionsdaten erzeugt und im GPS-Format übertragen werden. Dadurch ist es bereits gelungen, Schiffe oder Drohnen vom Kurs abzubringen. Nur für militärische Anwendungen werden die Daten verschlüsselt übertragen. Für GPS gibt es für zivile Anwendungen wenige Lösungen, außer eventuell speziell gerichtete Antennen. Dies bedeutet, dass es erhebliche Safety-Probleme mit sich bringen kann, wenn man sich alleine auf GPS stützt. Die kommerziellen Dienste von Galileo sollen allerdings eine Authentifizierung der Signale ermöglichen.

Und zu guter Letzt muss natürlich noch WannaCry erwähnt werden, eine Ransomware, die einen Fehler in einem Microsoft-Protokoll ausnutzte, der Geheimdiensten schon seit Jahren bekannt war. Zwar gab es für dieses Problem bereits seit März 2017 einen Patch (Nachbesserung von Software), aber trotzdem wurden im Mai 2017 noch über 230.000 Rechner weltweit infiziert, darunter auch Fahrgastinformations- und Leitsysteme bei der Deutschen Bahn (DB). Das Problem bestand darin, dass die Systeme entweder nicht rechtzeitig aktualisiert wurden oder dass für ältere Betriebssysteme keine Patches mehr bereitgestellt wurden. Dies war zwar kein Safety-Problem, aber aus Security-Sicht bestand eine erhebliche Beeinträchtigung der Verfügbarkeit.

Schließlich kann man sich noch fragen, ob aus solchen Security-Problemen heute überhaupt schon Safety-Probleme entstanden sind. Zumindest für Bahnsysteme sind bis heute keine Fälle veröffentlicht worden. Man kann den Fokus aber etwas erweitern auf industrielle Steuerungssysteme in kritischen Infrastrukturen, die am ehesten mit Bahnsystemen vergleichbar sind.

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat schon 2016 berichtet, dass nach einem Cyber-Angriff ein deutsches Stahlwerk abgeschaltet werden musste, bevor es zu Schäden kommen konnte. Schwachstellen wurden außerdem

in Fernwartungssystemen von Industrieanlagen, zum Beispiel Wasserwerken, aber auch Verkehrssystemen wie Baustellen-Ampelanlagen, gefunden, mit denen die Anlagen hätten manipuliert werden können. Das BSI schätzt derzeit kritische Infrastrukturen als „lohnendes Ziel“^[2] ein, insbesondere für politisch oder kriminell motivierte Angreifer.

Der grundsätzliche Erkenntnisgewinn aus diesen und vielen anderen Fallbeispielen besteht darin, dass sich im Gegensatz zur Safety bei der Security die Lage ganz kurzfristig ändern kann, obwohl man sich in der Regel an Standards und Best Practices gehalten hat. Dies liegt einerseits an der Komplexität und Vielzahl der Schnittstellen und Systeme, die niemals fehlerfrei sind, und andererseits an dem Einfallsreichtum, man darf fast sagen der Genialität, der Angreifer, die zum Beispiel bei KRACK oder Meltdown/Spectre bisher nicht für möglich gehaltene Wege gefunden haben. Dies bedeutet aus Safety-Sicht, dass man sich zwar auf die gute Arbeit der Security-Kollegen verlassen darf und sollte, aber jederzeit damit rechnen muss, dass zumindest ein Security-Mechanismus (teilweise) umgangen werden kann. Man ist also gut beraten, dem Defense-in-depth-Prinzip zu folgen und sich nicht alleine auf die Wirksamkeit einer einzelnen Maßnahme zu verlassen. Dies entspricht vom Ansatz her dem Safety-Prinzip, dass der erste Ausfall ungefährlich sein muss. In beiden Fällen muss man allerdings die Verwundbarkeit (Security) beziehungsweise den Ausfall (Safety) so früh wie möglich erkennen, um das Problem dann in einer gewissen Zeit entweder zu patchen (Security) beziehungsweise zumindest den sicheren Zustand einzunehmen (Safety).

Safety und Security morgen

Schon Mark Twain wusste, dass „Prognosen eine schwierige Sache [sind], vor allem, wenn sie die Zukunft betreffen“. Damit hat er sicherlich Recht, aber ein paar Trends sind unübersehbar.

Zunächst werden immer komplexere Systeme auch in der Eisenbahn genutzt werden, ob das nun Fibre Optical Sensing, Künstliche Intelligenz oder Cloud-Dienste sein mögen, und sie werden auch für Anwendungen genutzt werden, die für Safety relevant sind. Dazu gehört auch die Kommunikation über IP-Technologien, die wesentlicher Bestandteil des neuen sogenannten digitalen Stellwerks der DB sind.

Dies stellt enorme Anforderungen an das System Engineering, das auch ein umfassendes Security Engineering beziehungsweise Management nach anerkannten Standards wie zum Beispiel IEC 62443 umfassen muss. Außerdem werden kritische Security-Komponenten oder Dienste von qualifizierten Prüfstellen zertifiziert werden müssen, sei es von unabhängigen Organisationen innerhalb oder außerhalb von Betreibern oder Herstellern.

Trotz aller Anstrengungen muss man mit plötzlich aufgedeckten Schwachstellen rechnen und Notfall-Teams (CERT) einrichten, die schnell und kompetent handeln. Hier kommt insbesondere dem Erkennen von Schwachstellen oder Anomalien (dem Monitoring) eine besondere Bedeutung zu, genauso wie den Prozessen des raschen SW-Updates.

Eine ganz besondere Rolle werden dabei die Mitarbeiter spielen, denn bei vielen gezielten Angriffen, den sogenannten Advanced Persistent Threats, ist es notwendig, zunächst einmal Zugriff zu einem System zu erlangen (physisch und logisch) und dazu braucht man Zugriffsrechte. Das kann zum Beispiel durch das Brechen schwacher Passwörter erfolgen, aber auch durch gezieltes Ausspähen und Installation von Malware (Phishing). Hier bedarf es eines besonderen Bewusstseins der Mitarbeiter sowie einer geeigneten Unternehmenskultur, ja einer speziellen Security-Kultur als Teil der Sicherheitskultur^[3], damit die Mitarbeiter einerseits den Security-Regeln folgen, andererseits aber auch bei Abweichungen und Anomalien ein gesundes Misstrauen besitzen (im Sinne von Gefahrenbewusstsein).

In diesem Sinn passt hier ein Zitat des französischen Schriftstellers Victor Hugo: „Für Schwache ist [die Zukunft] das Unerreichbare, für die Furchtsamen das Unbekannte, für die Mutigen die Chance.“ Auch für das System Bahn sollten die Chancen der Digitalisierung mutig genutzt werden, allerdings nicht ohne eine sorgsame und umsichtige, vielleicht sogar furchtsame Analyse des heute noch Unbekannten, das heißt mit angemessenem Respekt vor den Risiken, mit dem wir in der Security in Zukunft konfrontiert werden. Gelingt dies nicht, so wird die Vision der Digitalisierung von kritischen Infrastrukturen unerreichbar bleiben.

Zusammenfassung

In der Eisenbahnsignaltechnik spielt Security, insbesondere hinsichtlich des Einflusses auf Safety, schon

lange eine Rolle und wird auch im Sicherheitsnachweis betrachtet, zumindest die Rückwirkungsfreiheit. Bisher wurde Security vor allem bei größeren Änderungen an bestehenden Systemen ausführlich betrachtet, insbesondere bei neuen Kommunikationstechnologien. Diese Betrachtungen müssen zukünftig erweitert werden und sollten auf Grundlage internationaler Standards wie IEC 62443 erfolgen.

Die in Zukunft im Zuge der Digitalisierung auch bei der Eisenbahn eingesetzten Systeme werden immer leistungsfähiger und komplexer. Dadurch entstehen weitere Herausforderungen für das Spannungsfeld Security und Safety, das bereits heute besteht, und für das manchmal keine optimalen Lösungen gefunden werden können, aber tragbare Kompromisse. In Zukunft ist neben den technischen Lösungen besonderes Augenmerk auf das Monitoring, das Patching sowie die Ausbildung beziehungsweise Erhaltung einer Sicherheitskultur zu legen. Ganz klar ist allerdings, dass Digitalisierung ohne Safety und Security scheitern wird. ■

Abkürzungen

BS	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
CERT	Computer Emergency Response Team
DES	Data Encryption Standard
DOS	Disk Operating System
ESTW	Elektronisches Stellwerk
ETCS	European Train Control System
GSM	Global System for Mobile Communication
GPS	Global Positioning System
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IT	Informationstechnik
KRACK	Key Reinstallation Attack
LZB	Linien-Zugbeeinflussung
PIN	Persönliche Identifikationsnummer
SS7	Signalling System 7
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
WLAN	Wireless Local Area Network
WPA2	Wi-Fi Protected Access 2

Quellen

- [1] Braband, J.: EURORADIO: Verlässliche Übertragung sicherheitsrelevanter Zugbeeinflussungsdaten über offene Netzwerke. In: H. H. Brüggemann und W. Gerhardt-Häckl (Hrsg.): Verlässliche IT-Systeme VIS'95, Vieweg, Braunschweig, 1995, 297–306.
- [2] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2017.
- [3] Braband, J.: Sicherheitskultur – Schlüsselrolle für die Sicherheit des Systems Bahn, Deine Bahn, 11/2011, 12–17.
- [4] Bock, H., Braband, J.: Safety Integrity und Security Level – zwei Seiten derselben Münze?, Deine Bahn, 6/2014

Störfallbehandlung

Das Ersatzsignal – ein deutscher Sonderweg?

Prof. Dr.-Ing. Jörn Pachtl, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung,
Technische Universität Braunschweig



Mit dem im deutschen Bahnbetrieb traditionell verwendeten Ersatzsignal, das den Befehl zur Vorbeifahrt am Halt zeigenden oder gestörten Hauptsignal ersetzt, wird dem Fahrdienstleiter ein Mittel in die Hand gegeben, im Störfall eine Zugfahrt unter Umgehung sämtlicher technischer Sicherungsfunktionen zuzulassen. Da die Kriterien der Fahrweg- und Zugfolgesicherung in Personalverantwortung durch den Fahrdienstleiter festzustellen sind, können kleine Fehler bei der korrekten Beurteilung der Betriebssituation fatale Folgen haben. Der Beitrag hinterfragt kritisch die Rolle des Ersatzsignals und beschreibt nach dem Vorbild der Schweiz eine zeitgemäße Lösung für die Gestaltung sicherer Rückfallebenen unter den Bedingungen einer zunehmend durch Zentralisierung, Automatisierung und Digitalisierung geprägten Betriebssteuerung.

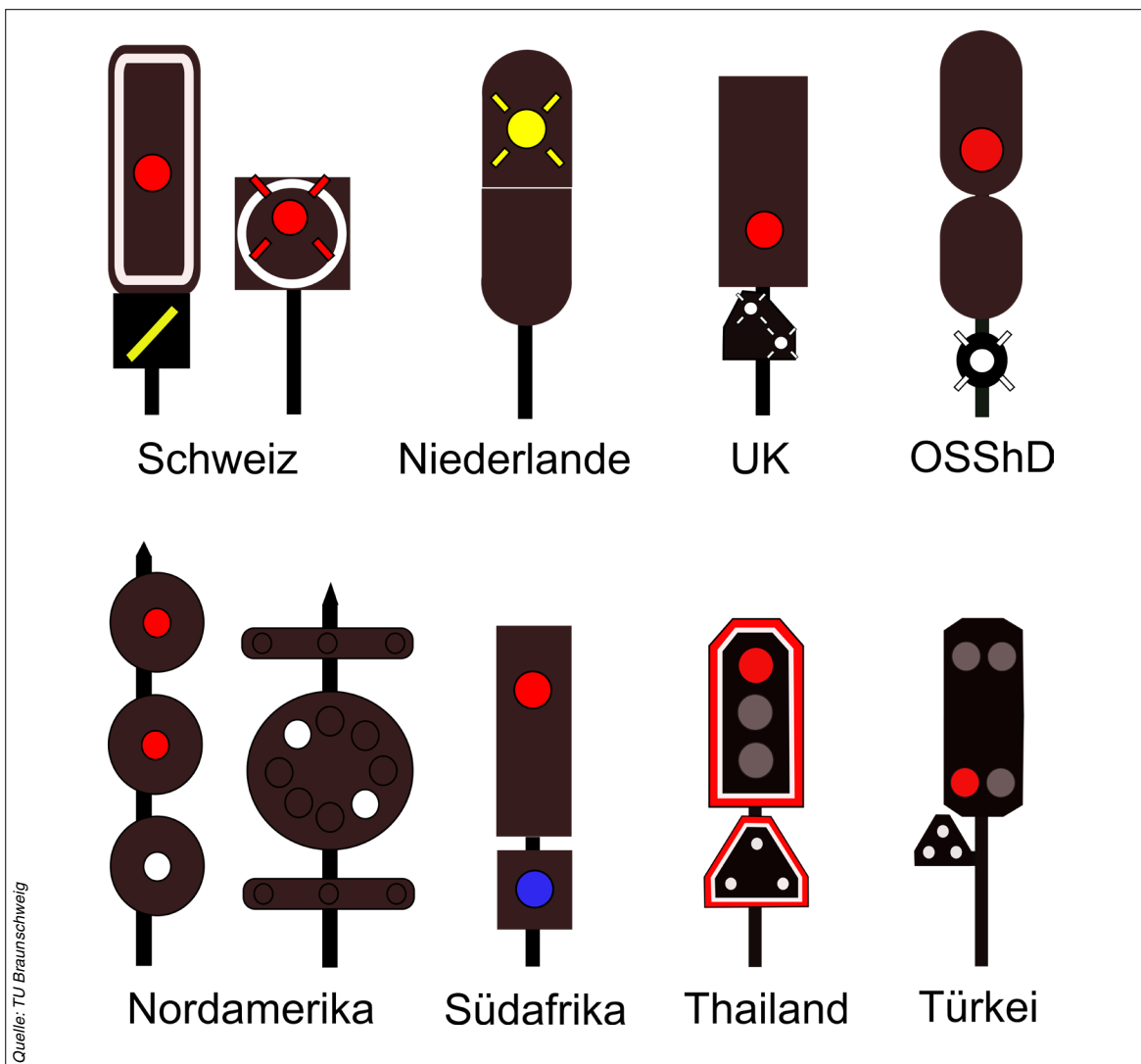


Abbildung 1:
Beispiele für
Signalbilder
ausländischer
Bahnen zur
Zulassung einer
Zugfahrt mit
Auftrag zum
Fahren auf Sicht

Der Titel dieses Beitrages ist als rhetorische Frage formuliert, die gleich am Beginn beantwortet werden soll. Ja, im internationalen Kontext gesehen ist ein den deutschen Regeln entsprechendes Ersatzsignal, das heißt, ein unter Umgehung sämtlicher technischer Sicherungsfunktionen anschaltbares Signal, das die Vorbeifahrt am Halt zeigenden oder gestörten Hauptsignal zulässt, ohne anschließend auf Sicht fahren zu müssen, tatsächlich ein Sonderweg. Gleiches gilt für die Bedeutung des schriftlichen Befehls, den das Ersatzsignal ersetzt. Eine der wenigen bekannten Anwendungen im Ausland findet sich unter gleicher Bezeichnung in Österreich, was aufgrund der historischen Entwicklung auch nicht verwundert. Dieser Beitrag untersucht die Frage, wieso sich im deutschen Bahnbetrieb diese vom internationalen Standard abweichende Lösung bis heute behauptet und ob es zeitgemäße Alternativen gibt. Der Inhalt basiert auf dem Auszug eines Vortrages, der vom Autor am 20. Oktober 2017 auf dem Eisenbahnbetriebsleiter-Symposium des VDEF in Speyer gehalten wurde.^[1]

Das Ersatzsignal im internationalen Kontext

Zusatzsignale, mit denen der Fahrdienstleiter die Vorbeifahrt am Halt zeigenden oder gestörten Hauptsignal zulassen kann, sind zunächst nichts Ungewöhnliches. Solche Signale gibt es bei fast allen Bahnen der Welt. Abbildung 1 zeigt ein paar Beispiele für dabei im Ausland verwendete Signalbilder. Allerdings ist allen diesen Signalen gemeinsam, dass im folgenden Gleisabschnitt auf Sicht zu fahren ist. Die Signalbedeutung entspricht damit etwa dem deutschen Vorsichtsignal. Auch ist dieses Signal bei einigen Bahnen, zum Beispiel in den Niederlanden oder bei nordamerikanischen Bahnen, nur bei verschlossener Fahrstraße bedienbar. Da damit die Fahrwegsicherung nicht umgangen werden kann und die fehlende Freiprüfung des Fahrwegs durch das Fahren auf Sicht kompensiert wird, ist dieses Signal bei diesen Bahnen sogar ohne zählpflichtige Bedienung anschaltbar. Die

meisten Bahnen sehen für die Zulassung einer Zugfahrt mit besonderem Auftrag jedoch eine Protokollpflicht vor, was bei der Bedienung dieser Signale dann ähnlich wie in Deutschland durch Zählpflicht oder Lösen von Siegeln realisiert wird.

Bemerkenswert ist das bei den Bahnen der OSShD verwendete weiße Blinklicht. Zur OSShD (ältere deutsche Transkription der russischen Abkürzung ОСЖД) gehören die Bahnen der osteuropäischen Länder, der ehemaligen Sowjetunion, der Mongolei, Chinas, Vietnams und Nordkoreas. Dieses Signalbild ist damit in einem sehr großen Teil der Welt verbreitet. Die Deutsche Reichsbahn der DDR hatte es als OSShD-Mitglied ebenfalls übernommen, allerdings in der abweichenden Bedeutung als Ersatzsignal. Dazu ist jedoch anzumerken, dass bei der Deutschen Reichsbahn auf Strecken mit selbsttätigem Streckenblock wegen der Anwendung des permissiven Fahrens Ausfahrtsignale und Blocksignale an Abzweigstellen mit dem roten Mastschild ausgerüstet waren, an dem auch das Ersatzsignal das Fahren auf Sicht erforderte. An diesen Signalen hatte das Ersatzsignal damit die Funktion des heutigen Vorsichtsignals. Nach der Wiedervereinigung setzte sich das weiße Blinklicht auf Strecken mit Ks-Signalen dann auch im Bereich der ehemaligen Deutschen Bundesbahn durch. Auch das österreichische Ersatzsignal verwendet dieses Signalbild. Andererseits haben einige ausländische Bahnen, die sich historisch stark am deutschen Vorbild orientierten, zum Beispiel die Bahnen in Thailand und der Türkei, aus Deutschland das traditionelle Signalbild des Ersatzsignals mit drei weißen Lichtern in Form eines „A“ übernommen, sie verwenden dieses Signalbild jedoch im Sinne eines Vorsichtsignals, das heißt, als Auftrag zum Fahren auf Sicht.

Dass das deutsche Ersatzsignal in weiten Teilen der Welt keine Entsprechung hat, ist für deutsche Betriebsfachleute oft erstaunlich, ähnlich verwundert zeigen sich jedoch ausländische Fachleute, wenn sie vom deutschen Ersatzsignal erfahren. Verwundert ist man im Ausland vor allem über die Tatsache, dass die deutsche Sicherungstechnik einerseits über sehr ausgefeilte und wohlbegründete Sicherungsfunktionen verfügt, dann aber dem Fahrdienstleiter mit dem Ersatzsignal ein erstaunlich einfaches Mittel in die Hand gegeben wird, mit einer zählpflichtigen Bedienung sämtliche technischen Sicherungsfunktionen in Personalverantwortung zu umgehen.

Das folgende Zitat stammt aus einem Beitrag, der in der britischen Zeitschrift IRSE News, dem Organ der Institution of Railway Signal Engineers (IRSE) erschien und in dem sich der Autor mit mehreren Unfällen auseinander setzt, bei denen eine der beteiligten Zugfahrten durch Ersatzsignal zugelassen wurde:

„Es ist fraglich, ob es sicher ist, einen Zug auf Zs 1 abfahren und mit 100 km/h weiterfahren zu lassen, wenn das Zs 1 wegen einer Signalstörung gezeigt

wurde. Obwohl laut Regelwerk das Freisein des Abschnitts durch den Fahrdienstleiter festzustellen ist, beweisen mindestens drei Unfälle, dass es eine Unsicherheit hinsichtlich der korrekten Durchführung dieser Feststellungen gibt.“^[2]

Dass international für die Funktion des Ersatzsignals kein Bedarf gesehen wird, sieht man auch daran, dass im European Train Control System (ETCS) mit anzeigegeführtem Betrieb ein dem Ersatzsignal entsprechender Auftrag nicht existiert. Während ein solcher Auftrag bei der Linienzugbeeinflussung (LZB) in Form des LZB-Ersatzauftrages vorhanden ist, gibt es im ETCS im anzeigegeführten Betrieb nur die Betriebsart OS (on sight), die eine Analogie zum Vorsichtsignal beziehungsweise dem LZB-Vorsichtauftrag darstellt.

Historische Begründung des Ersatzsignals

Das Ersatzsignal geht auf einen Betriebsversuch in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre auf Strecken der Berliner S-Bahn mit einem damals noch als Ad-Signal bezeichneten Signal zurück.^[3] Abbildung 2 zeigt eine frühe Anwendung auf der Vorortstrecke nach Potsdam, auf der im Unterschied zur Stadtbahn zu dieser Zeit noch keine Sv-Signale zum Einsatz kamen. Die Bezeichnung Ad-Signal rührte daher, dass dieses Signal den zur Vorbeifahrt an einem Halt zeigenden Signal erforderlichen schriftlichen Befehl A, Abschnitt d, ersetzte. Mit der Neuherausgabe der Fahrdienstvorschriften im Jahre 1933 wurde die Struktur der Befehlsvordrucke geändert. Die Funktion des Befehls Ad ging auf den Befehl Ab über, der unter dieser Bezeichnung noch die Jahrtausendwende überlebte und erst im Jahre 2003 durch den heutigen Befehl 2 abgelöst wurde.

Anlass der Einführung des Ad-Signals war, dass unter den Bedingungen der durch die mit selbsttätigem Streckenblock ermöglichten dichten Zugfolgen auf S-Bahn-Strecken die zeitraubende Übermittlung schriftlicher Befehle problematisch wurde. Dies betraf allerdings nur die Einfahrtsignale. An Ausfahrtsignalen wurden Befehle durch die Bahnsteigaufsichten übermittelt, wobei durch die verbreitete Anwendung der M-Tafel auf die schriftliche Ausfertigung weitgehend verzichtet werden konnte. An Einfahrtsignalen waren Signalfernsprecher noch nicht überall vorhanden, es wurde auch kritisch gesehen, dass das Zugpersonal zur Entgegennahme eines Befehls den Zug verlassen musste. Das Ad-Signal sollte die Aufsicht davon entlasten, sich zur Befehlsübermittlung zum Einfahrtsignal begeben zu müssen. Konsequenterweise wurden daher die Ad-Signale anfangs im Auftrag des Fahrdienstleiters durch die Aufsicht bedient, die dabei das Bahnsteiggleis durch Hinsehen auf Freisein prüfte.



Zitat rechts:
Übersetzung
des Autors
aus dem
Englischen

Im Jahre 1931 ließ die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (DRG) die versuchsweise Anwendung des inzwischen als Ersatzsignal bezeichneten Signals in größerem Umfang zu (Verfügung DRG, Hv, 80 Sss 85 vom 19. August 1931).^[4] Die Anwendung blieb jedoch umstritten. Kritisch gesehen wurde insbesondere die Anwendung an Ausfahr- und Blocksignalen, das heißt, zur Zulassung von Zugfahrten in einen Zugfolgeabschnitt. So heißt es in einem Aufsatz von 1933^[5]: „Das Ersatzsignal soll nur dort angewendet werden, wo ein dringendes Bedürfnis dafür vorliegt. Seine Verwendung für Ausfahrssignale kommt zunächst nicht in Frage.“

Eine versuchsweise Anwendung an Blocksignalen wurde im Jahre 1934 wieder untersagt und nur noch in Ausnahmefällen gestattet (Verfügung DRG, Hv, 80 Sss 263 vom 3. Dezember 1934). Mit der Neuherausgabe des Signalbuchs im Jahre 1935 wurde das Ersatzsignal offiziell ins Regelwerk aufgenommen, 1936 folgte die Herausgabe neuer Grundsichtungen. Die Verfügung von 1934 blieb in Kraft, so dass sich die Anwendung weitgehend auf Einfahrssignale beschränkte. Auch konnte die Anschaltung noch unter Einbeziehung eines Fahrstraßenhebelkontaktes vorgenommen werden, so dass das Ersatzsignal nur bei gesichertem Fahrweg anschaltbar war.

Das völlig frei ohne Abhängigkeiten zur Fahrwegsicherung anschaltbare Ersatzsignal wurde erst während des Krieges durch eine Verfügung des Reichsverkehrsministeriums, auf das 1937 nach Auflösung der DRG und Übernahme der Deutschen Reichsbahn in die unmittelbare Reichsverwaltung die Funktion der Hauptverwaltung übergegangen war, zur Regellösung (Verfügung RVM 60. 606 Sss 554 vom 8. Juli 1943). Darin heißt es: „Von der Eingliederung eines Fahrstraßenhebelkontaktes in den Stromlauf zur Anschaltung des Ersatzsignals ist grundsätzlich abzusehen.“

Die Beschränkung der Anwendung des Ersatzsignals auf Einfahrssignale blieb allerdings weiter bestehen. Dies änderte sich erst 1948 durch eine Verfügung der Hauptverwaltung der Eisenbahnen (HVE) im britischen und amerikanischen Besatzungsgebiet (Verfügung HVE – 40.402 Sss 50 – vom 13. Oktober 1948). Darin heißt es: „Abgesehen von einigen Ausnahmefällen sind Ersatzsignale bisher nur an Einfahrssignalen verwendet worden. Da jedoch im Interesse einer Beschleunigung der Betriebsführung in gewissen Fällen das Bedürfnis für eine weitgehendere Verwendung dieses Signals besteht, werden hiermit Ersatzsignale auch an allen übrigen Hauptsignalen mit Ausnahme an Deckungssignalen vor beweglichen Brücken zugelassen.“

Diese Verfügung wurde 1949 von der Deutschen Bundesbahn übernommen und ist bis heute Bestandteil der Sammlung Signaltechnischer Verfügungen (Richtlinie 818-SSV), die für bestehende Anlagen im Bereich der ehemaligen Deutschen Bundesbahn noch immer



Abbildung 2:
Ad-Signal als
Vorläufer des
späteren Ersatz-
signals an einem
Einfahrssignal des
Bahnhofs York-
straße in Berlin
(um 1930)

geltendes Regelwerk der Deutschen Bahn AG ist.^[6] Die Intention war die Beschleunigung der Betriebsführung, um die wachsende Verkehrsnachfrage unter den Bedingungen des Wiederaufbaus der Infrastruktur nach dem Kriege besser bewältigen zu können.

Für die Deutsche Reichsbahn der DDR galten seit 1959 die „Grundsätze für die Ausgestaltung der Sicherungsanlagen auf Hauptbahnen und den mit mehr als 60 km/h befahrenen Nebenbahnen“, die für bestehende Anlagen im Bereich der ehemaligen Deutschen Reichsbahn ebenfalls noch immer geltendes Regelwerk der Deutschen Bahn AG sind.^[7] Danach blieb die Anwendung des Ersatzsignals auf Einfahrssignale und Ausfahrssignale an Gleisen beschränkt, auf denen Durchfahrten zugelassen sind. Dahinter stand offenbar auch die Intention einer Verbesserung der Betriebsflüssigkeit, indem für durchfahrende Züge Halte zur Befehlsübermittlung vermieden werden sollten. In Gleisbildstellwerken waren Durchfahrten üblicherweise auf allen Hauptgleisen zugelassen, so

dass sich das Ersatzsignal in moderneren Anlagen an allen Hauptsignalen durchsetzte.

Die heute für Neuanlagen geltende Richtlinie 819 legt fest, dass Ersatzsignale nach den Vorgaben der betrieblichen Infrastrukturplanung vorzusehen sind.^[8] In der Praxis ist bei der Planung von elektronischen Stellwerken (ESTW) keine einheitliche Linie zu erkennen. Während in einigen Regionen das Ersatzsignal in Neuanlagen nahezu ausstirbt und an allen Signalen das Vorsichtsignal angewendet wird, wird es in anderen Regionen noch in großer Zahl neu eingebaut.

Vergleich mit den Regeln der Schweizer Bahnen

In betrieblichen Fragen wird als Vorbild oft auf die Schweiz verwiesen, und das bietet sich auch bei diesem Thema an. In Abbildung 1 sind auch die beiden Varianten des Schweizer Hilfssignals aufgeführt, die ältere Version mit dem gelb leuchtenden schrägen Lichtstreifen und die neuere Version mit rotem Blinklicht. Beide sind in der Bedeutung gleichwertig und entsprechen dem deutschen Vorsichtsignal.

In Diskussionen mit deutschen Eisenbahnfachleuten wird auf die Frage, weshalb der Schweizer Bahnbetrieb ohne ein Ersatzsignal auskommt, oft das Argument angeführt, dass in der Schweiz ein Ersatzsignal entbehrlich sei, da in der Schweizer Stellwerkstechnik die Störfallbehandlung viel stärker auf Hilfsumgehungen basiert. Hilfsumgehungen haben sich im deutschen Bahnbetrieb erst in ESTW mit Fahrstraßenprüfung und -überwachung (FPÜ) durchgesetzt, allerdings nur in der Weise, dass die Fahrstraße mittels Hilfsumgehung in den vollüberwachten Status (FÜM Ruhelicht) gelangt, die Zugfahrt aber durch besonderen Auftrag zugelassen werden muss. In der Schweiz kommt in diesen Fällen das Hauptsignal tatsächlich auf Fahrt.

Hierzu ist aber auf einen entscheidenden Sachverhalt hinzuweisen, der aus deutscher Sicht oft übersehen wird. In der Schweiz muss nach Eintritt einer Störung der erste Zug über den gestörten Abschnitt immer beauftragt werden, auf Sicht zu fahren.

Die Schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV) legen dazu fest^[9]:

„Die erste Fahrt hat den gestörten Abschnitt mit Fahrt auf Sicht zu befahren. Dabei ist die dem Regelbetrieb entsprechende Fahrstrasse mit Fahrt auf Sicht zu befahren. Ab der zweiten Fahrt kann der gestörte Abschnitt mit der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit befahren werden, sofern die entsprechenden Bedingungen für die Aufhebung der Fahrt auf Sicht

erfüllt sind. Können diese nicht erfüllt werden, hat die Fahrt mit Fahrt auf Sicht zu erfolgen.“

Das gilt für die erste Fahrt auch dann, wenn das Hauptsignal auf Fahrt gestellt werden kann. In diesem Fall ist vor der Signalbedienung das Fahren auf Sicht durch einen schriftlichen Befehl anzuordnen. Wenn kein Signal auf Fahrt gestellt werden kann, erfordert das Hilfssignal ohnehin das Fahren auf Sicht.

Auch hierzu ein Zitat aus den FDV:

„Wird das Hauptsignal mit einer Notbedienung auf Fahrt gestellt, hat der Fahrdienstleiter der ersten und sofern erforderlich weiteren Fahrten die Fahrt auf Sicht protokollpflichtig vor dem auf Fahrt stellen des Hauptsignals mit dem Befehl Verminderung der Geschwindigkeit vorzuschreiben.“

Unter einer Notbedienung werden alle zählpflichtigen Hilfshandlungen verstanden. Darunter fallen sowohl Hilfsumgehungen als auch Grundstellungsbedienungen (zum Beispiel Achszählgrundstellung). Auch wenn dem Fahrdienstleiter anhand der Bedienanzeigen und gegebenenfalls zusätzlicher Meldungen oder örtlicher Feststellungen alle Informationen zum Freisein des zu befahrenden Gleisabschnitts vorliegen, dürfen diese Informationen für die erste Fahrt nicht ausgewertet werden. Erst ab der zweiten Fahrt darf, sofern alle Feststellungen getroffen werden können, vom Fahren auf Sicht abgesehen werden.

Diese Regel ist außerordentlich wichtig. Die Erfahrung vieler Unfälle in Deutschland in Zusammenhang mit sicherungstechnischen Störungen zeigt, dass die entscheidenden Fehler fast immer beim Übergang vom Regelbetrieb in die Rückfallebene passieren. Beim Eintreten der Störung wird der Fahrdienstleiter mit einem unerwarteten Ereignis konfrontiert und muss unter Zeitdruck und Stress eine sicherheitsrelevante Entscheidung treffen. Fehler beim Abklären der Betriebslage, zum Beispiel Verwechseln von Zugnummern oder fehlerhafte Identifizierung der Störung (mit geistigem „Abgleiten“ in den falschen Störfallprozess) können unmittelbar zu Unfällen führen. Gerade das Abklären der Betriebslage ist bei zentralisierter Betriebssteuerung oft nicht einfach. Die Zugnummernmeldeanlage darf zwar formal nicht ausgewertet werden, durch Fehler der Zugnummernmeldung (zum Beispiel Hängenbleiben, Verschwinden und Überschreiben von Zugnummern) kann der Fahrdienstleiter aber zu einem falschen geistigen Abbild der Betriebslage gelangen. Dies kann beim Störungseintritt auch ohne bewusste Auswertung der Zugnummernmeldeanlage zu einer Fehleinschätzung der Betriebslage führen.

Wenn der erste Zug den gestörten Abschnitt befahren hat und die Rückfallebene korrekt etabliert wurde, fallen diese Fehlerquellen weg. Es sind zwar anschließend die für die Rückfallebene festgelegten Handlungen in



Die Schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV) legen fest:

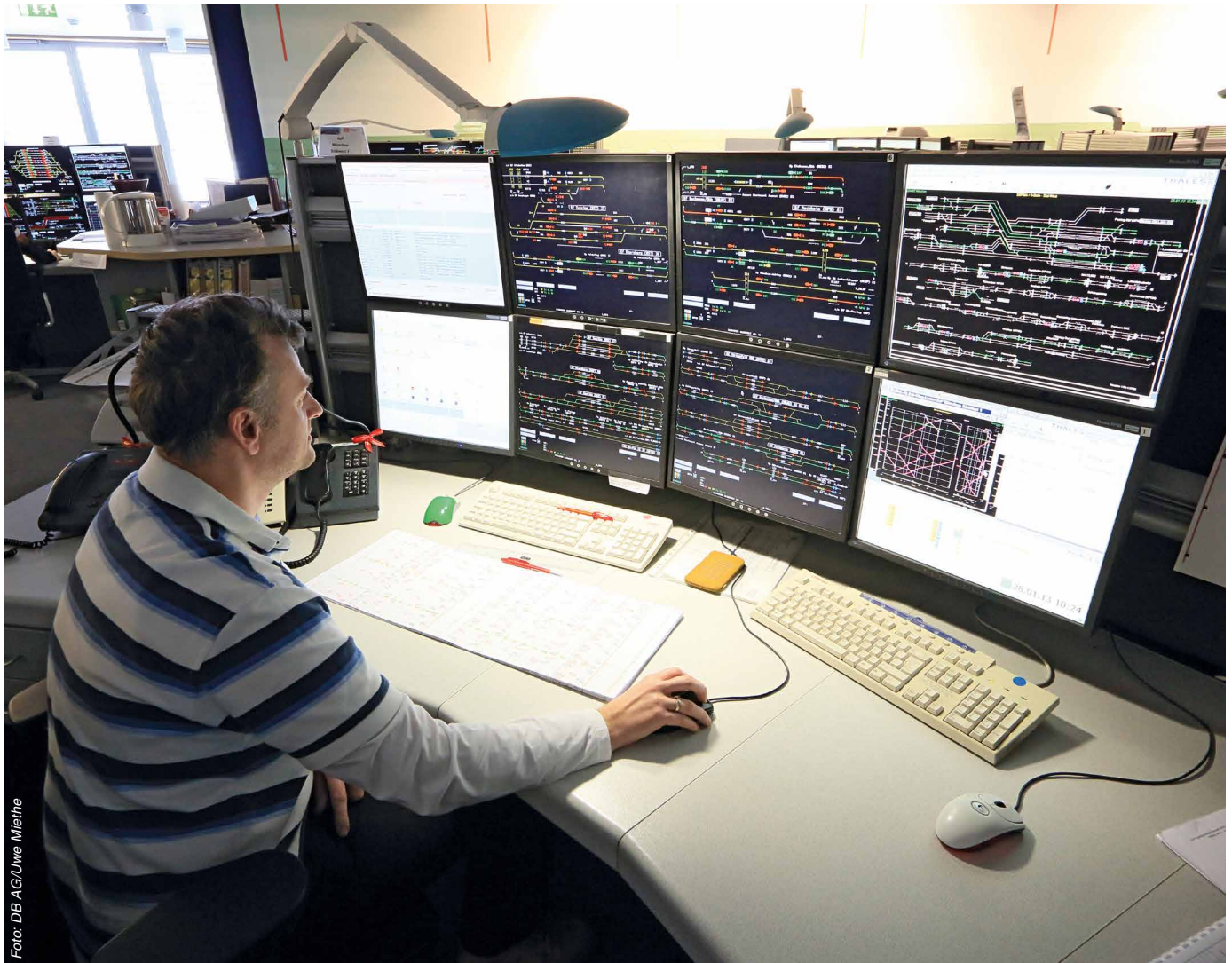


Foto: DB AG/Uwe Mielke

Abbildung 3:
Schätzt ein Fahr-
dienstleiter die
Betriebssituation
nicht korrekt ein,
birgt der Einsatz
des Ersatzsignals
vermeidbare
Risiken (hier:
Arbeitsplatz in
der Betriebs-
zentrale
München)

Personalverantwortung durchzuführen, es sind aber keine komplexen und fehleranfälligen Entscheidungen mehr zu treffen. Die in den Schweizer Fahrdienstvorschriften getroffene Regelung ist damit aus Sicht der Betriebssicherheit außerordentlich wirkungsvoll. Auf die Betriebsqualität sind in der Schweiz keine negativen Auswirkungen bekannt, ganz im Gegenteil, die Schweizer Bahnen gelten in Europa als das große Vorbild in Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit.

Fazit und Empfehlungen

Die Tatsache, dass es bei deutschen Eisenbahnen ein Ersatzsignal gibt, das kein Fahren auf Sicht erfordert und mit dem sich in Personalverantwortung des Fahrdienstleiters sämtliche Sicherungsfunktionen auf sehr einfache Weise umgehen lassen, ist im internationalen Vergleich ein Sonderweg. Dass die deutschen Bahnen in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts diese Lösung entwickelten, ist mit Blick

auf die damalige Technik historisch erklärbar. Unter den heutigen Betriebsbedingungen ist diese Lösung nicht mehr zeitgemäß und birgt bei Fehlhandlungen vermeidbare Risiken.

Als Vorbild für eine zeitgemäße Sicherheitsstrategie zur Störfallbehandlung können die in den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften festgelegten Regeln dienen, die sich nicht nur unter Sicherheitsaspekten bewährt haben, sondern auch der Anforderung genügen, ein Netz mit hoher Betriebsdichte und dem Anspruch einer hervorragenden Betriebsqualität zu betreiben.

Für eine entsprechende Weiterentwicklung des deutschen Regelwerks sind dafür zwei Lösungen denkbar:

- Ausstieg aus der Nutzung des Ersatzsignals
- Beibehaltung des Ersatzsignals in bestehenden Anlagen mit der zusätzlichen Regel, dass die erste Fahrt immer auf Sicht durchzuführen ist



Lichthauptsignal
H 392 zwischen
Bebra und Corn-
berg in Haltestel-
lung mit Signal
Zs 1

Der Ausstieg aus der Nutzung des Ersatzsignals wäre eine direkte Übernahme der Schweizer Lösung. Es würde dann an allen Signalen nur noch das Vorsichtsignal angewendet werden. Wenn nach der ersten Zugfahrt über einen gestörten Gleisabschnitt für folgende Züge das Fahren auf Sicht nicht mehr erforderlich ist und das Hauptsignal nicht auf Fahrt gestellt werden kann, besteht die Möglichkeit, den

Triebfahrzeugführer durch schriftlichen Befehl vom Fahren auf Sicht zu entbinden. Dieser Fall ist heute im Befehlsvordruck als Befehl 13 bereits vorgesehen, er dürfte aber künftig erst ab dem zweiten Zug verwendet werden. Da ein umfassender Umbau bestehender Anlagen kaum in Frage kommt, könnte man die Bedeutung des bisher für das Ersatzsignal verwendeten Signalbildes im Sinne eines Vorsichtsignals ändern.

Die zweite Lösung würde eine Änderung in bestehenden Anlagen sowie eine Änderung der Bedeutung von Signalbildern vermeiden. Das Ersatzsignal kann in bestehenden Anlagen weiterhin verwendet werden, vor der Bedienung ist jedoch für den ersten Zug mit schriftlichem Befehl das Fahren auf Sicht anzuordnen. Wenn für folgende Züge das Fahren auf Sicht nicht mehr erforderlich ist, können diese Fahrten unmittelbar durch das Ersatzsignal zugelassen werden. Für Neuanlagen sollte aber entsprechend dem internationalen Standard ausschließlich das Vorsichtsignal zur Anwendung kommen.

Der Grundsatz, dass die erste Zugfahrt über den gestörten Abschnitt auf Sicht durchzuführen ist, gilt in beiden Lösungsvarianten auch bei Zulassung dieser Zugfahrt durch einen schriftlichen Befehl. Ebenfalls wäre das Fahren auf Sicht anzuordnen, wenn die erste Fahrt über den gestörten Abschnitt durch Hauptsignal zugelassen werden kann, das Hauptsignal sich jedoch nur nach einer Achzählgrundstellungbedienung auf Fahrt stellen lässt. Nach einer Fahrstraßenhilfsauflösung wäre diese Maßnahme nur dann erforderlich, wenn in einem Stellwerk mit Gleisfreimeldeanlagen die Hilfsauflösung aufgrund einer Auflösestörung erforderlich wird.

Mit der Umsetzung dieser Empfehlungen wird im Störfall das Risiko durch Fehlhandlungen deutlich reduziert. Negative Auswirkungen auf die Betriebsqualität sind bei ordnungsgemäß instand gehaltener Infrastruktur nicht zu erwarten, zumal auf zentralisierten Strecken mit selbsttätigem Streckenblock auch heute schon der erste Zug nach einer Störung häufig auf Sicht fahren muss. ■

Quellen

- [1] Mitarbeiter begleiten und Handlungssicherheit stärken. Deine Bahn 12/2017, S. 54–59. | [2] van der Mark, P.: Learning from a recent accident: Bad Aibling. IRSE News 227, November 2016, S. 14–15., Anm. d. Autors: Die 100 Kilometer pro Stunde (km/h) beziehen sich hier auf einen konkreten Unfall, die Zahl von drei Unfällen auf andere, im betreffenden Beitrag erwähnte Unfälle. | [3] Götz., G.: 68 Jahre selbsttätige Zugsicherung bei der Berliner S-Bahn, Eisenbahnpraxis 31(1988)5., S. 189–192. | [4] Arnd, Behrens: Die selbsttätigen Signalanlagen der Deutschen Reichsbahn. Zeitschrift für das gesamte Eisenbahn-Sicherungswesen (Das Stellwerk), 26(1931)15, S. 185–190. | [5] Behrens: Das Ersatzsignal. Zeitschrift für das gesamte Eisenbahn-Sicherungswesen (Das Stellwerk), 28(1933)8, S. 85–88. | [6] Deutsche Bundesbahn: Sammlung signaltechnischer Verfügungen (SSV) DS 818, Ausgabe 1983. | [7] Deutsche Reichsbahn: Grundsätze für die Ausgestaltung der Sicherungsanlagen auf Hauptbahnen und den mit mehr als 60 km/h befahrenen Nebenbahnen. gültig ab 30. April 1959, unter Berücksichtigung der bis 1. September 1990 eingetretenen Änderungen. | [8] Deutsche Bahn AG: LST-Anlagen planen – Richtlinie 819. eingeführt am 31. August 1998. | [9] Schweizerische Fahrdienstvorschriften FDV, R 300.1–15 vom 1. Juli 2016.

Wenn Fachwissen ineinander greift

Das gesamte Fachwissen aus der Zeitschrift Deine Bahn finden Sie ab sofort online auf www.system-bahn.net. SYSTEM||BAHN – das Fachportal für den Schienenverkehr ist für die Nutzung mit mobilen Endgeräten optimiert und beinhaltet neue Online-Abo- und Lizenz-Modelle.

NEU

Jahres-Abo

- ✓ 12 Ausgaben Deine Bahn
- ✓ 12 Monate Online-Zugang SYSTEM||BAHN
- ✓ 12 Monate Online-Zugang zum PDF-Archiv Deine Bahn

87 € zzgl. Versand

[72 € zzgl. Versand für Studierende und Azubis]

Online-Jahres-Abo

- ✓ 12 Monate Online-Zugang SYSTEM||BAHN
- ✓ 12 Monate Online-Zugang zum PDF-Archiv Deine Bahn

87 €

[72 € für Studierende und Azubis]

Online-Flexi-Abo

- ✓ Online-Zugang SYSTEM||BAHN
- ✓ Online-Zugang zum PDF-Archiv Deine Bahn
- ✓ Jederzeit kündbar

12 € pro Monat

[9 € pro Monat für Studierende und Azubis]

Business Lizenz

- ✓ Online-Zugänge zu SYSTEM||BAHN für Ihre Mitarbeiter
- ✓ Online-Zugänge zum PDF-Archiv Deine Bahn für Ihre Mitarbeiter
- ✓ Admin-Zugang zur Verwaltung Ihrer Online-Accounts

 Preis auf Anfrage – Kontaktieren Sie uns: ☎ 030/200 95 22-0 oder ✉ info@bahn-fachverlag.de

BfV BAHN FACHVERLAG

Jetzt bestellen unter www.system-bahn.net/abonnements