

Technische Sperrmeldungen zur Sicherung von Gleisbaustellen

Ableitung von Möglichkeiten zur Erhöhung der Sicherheit von Gleisbaustellen, ohne zusätzliche Anforderungen an das Stellwerkspersonal

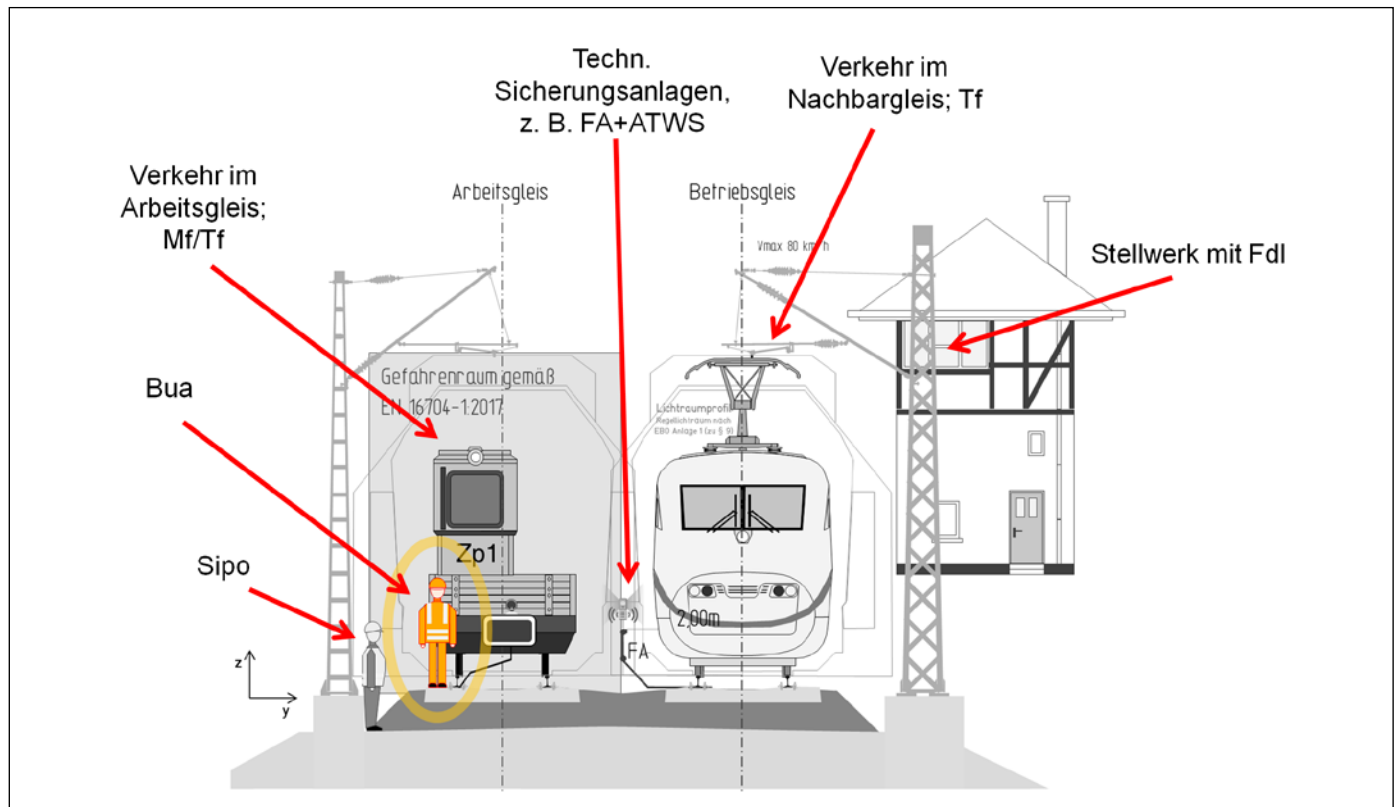


Abb. 1: Systemmodell „Gesperres Gleis“ aus Sicht des Arbeitsschutzes

Quelle: IFB

FELIX HEIZLER | HENDRIK AMMOSER |
JANNIS BRACK

Bei Bau- und Instandhaltungsmaßnahmen der Eisenbahninfrastruktur sind betriebliche Handlungen im Stellwerk (Stw) erforderlich, um das unbeabsichtigte Einlassen einer Fahrt in das gesperrte Gleis zu verhindern. Vor allem bei kurzfristigen und kurzzeitigen Instandhaltungsmaßnahmen kommt es jedoch immer wieder zu Unfällen. Gründe dafür sind neben Fehlhandlungen, bei denen die betrieblichen Maßnahmen aufgrund von Fehlinterpretation oder falscher Zuordnung der zu sperrenden Gleise fälschlicherweise umgangen wurden, auch Kommunikationsprobleme. Im nachfolgenden Beitrag wird aufgezeigt, welche technischen Verfahren die Sicherheit der Personen im Gleis erhöhen können, ohne dabei das Stellwerkspersonal zusätzlich zu belasten.

Zielsetzung

Das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt (DZSF) beschäftigte sich im Projekt „Untersuchung von Möglichkeiten zur Sicherung und Überwachung von gesperrten Gleisen“ mit der Sicherung von Gleisbaustellen. Dabei waren Lösungsansätze zu erarbeiten, die den Fahrdienstleiter (Fdl) bei der Erkennung und Nichtzulassung einer unbeabsichtigten oder fälschlicherweise eingestellten Fahrt unterstützen, den Triebfahrzeugführer (Tf) auf mögliche Gefahren im gesperrten Gleis aufmerksam machen und die auf der Arbeitsstelle Anwesenden über die Einfahrt eines Zuges informieren und warnen können.

Zu beachten war dabei der Grundsatz des bestehenden Arbeitsschutzregelwerks, das generell vom TOP-Prinzip (Technik, Organisation, Personal) ausgeht [1]. Dies besagt, dass zuerst zwangsläufig wirkende technische Maßnahmen vorzusehen sind und nur dann, wenn diese nicht umsetzbar sind, organisatorische

Maßnahmen angewendet werden sollen. Persönliche Maßnahmen sollten aufgrund der anzunehmenden Schadensschwere und des voraussichtlichen Aufwands nur nachrangig verwendet werden.

Das Projekt wurde im Zeitraum 2018 bis 2020 durch das IFB Institut für Bahntechnik GmbH in Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart, der DB RegioNetz Infrastruktur GmbH Erzgebirgsbahn und der NTG Bau GmbH bearbeitet. Die Langfassung des Schlussberichtes ist auf der Webseite des DZSF verfügbar [2].

Systemanalyse

Zur Identifikation systematischer Fehlerquellen wurde zunächst der aktuelle betriebliche Prozess bei der Durchführung von Baumaßnahmen im Gleis recherchiert und einer Prozessanalyse unterzogen. Auf das System „Gesperres Gleis“ haben verschiedene Systemkomponenten Einfluss (Abb. 1).

Der zuständige Fdl auf dem Stw ist für die sichere Durchführung der Gleissperrung ver-

antwortlich. Die Gefährdung aus Sicht des Arbeitsschutzes geht unter Bezugnahme auf den Eisenbahnbetrieb primär von einem Triebfahrzeug aus, das ohne vorherige Kenntnis des Arbeitsstellenpersonals vor Ort unbeabsichtigt durch einen Fdl in das gesperrte Gleis eingelassen wird. Ein umfangreiches Regelwerk kompensiert derzeit die häufig fehlende Möglichkeit einer technischen Sicherung des gesperrten Gleises auf Stellwerksebene, insbesondere im Falle der noch verbreiteten Alttechnik (hier: Hebel- und Relaisstellwerke). Jedoch haben der Technisch Bevollmächtigte (TB) und die Bahnunterhaltungsarbeiter (Bua) vor Ort keine zuverlässige Information und keine Gewissheit, dass die Gleissperrung korrekt vorgenommen wurde und aufrechterhalten wird. Dadurch existiert eine Scheinsicherheit, weshalb sich Fehlhandlungen auf Stellwerksseite an der Arbeitsstätte umso gravierender auswirken können.

Die Sicherung des gesperrten Gleises hinsichtlich unbeabsichtigt eingelassener Zugfahrten erfolgt bei den jeweiligen Stellwerksbauformen auf unterschiedliche Art und Weise. Auf mechanischen, elektromechanischen und Relaisstellwerken können durch den Fdl Hilfssperren angebracht werden. Sie sensibilisieren das Stellwerkspersonal und verhindern die Bedienung der verschiedenen Stellelemente. Es gibt bei den vorgenannten Stellwerkstechniken jedoch keine unmittelbare stelltechnische Logik, die ein gesperrtes Gleis sowohl logisch als auch mechanisch verschließt. Der Fdl kann auch eine Gleissperrung einrichten, ohne eine Hilfssperre zu befestigen. Ebenso ist es möglich, dass die Hilfssperren nicht an den richtigen Stelleinrichtungen angebracht werden.

In elektronischen Stellwerken (ESTW) erfolgt eine softwaretechnische Absicherung des gesperrten Gleises durch das Eingeben von Merkinweisen in das Stellwerkssystem. Damit wird das versehentliche Einlassen von Fahrten in gesperrte Gleise in ESTW-Bereichen unterbunden. Allerdings werden die Informationen der Gleissperrung nicht automatisch aus den Planungsunterlagen der geplanten Baustelle (Betriebs- und Bauanweisung – Betra) eingelesen, sondern müssen händisch durch den Fdl eingegeben werden. Dieser manuelle Prozess birgt die Gefahr von Übertragungs- und Eingabefehlern.

Besonders relevant ist die Kommunikation zwischen Stellwerkspersonal und Baustellenpersonal im Gleis. Das derzeitige Vorschriftenwerk besteht noch aus der Zeit vor Einführung der Mobilfunkkommunikation und sieht einen Dialog zwischen Fdl und Bua nicht explizit vor. Dies spiegelt sich in der sehr schwach ausgeprägten Kommunikation und überwiegend papier- und regelbasierten Interaktion der Beteiligten wider. In der Praxis kann die Benutzung von Mobilfunk zur Abstimmung daher von vormals umständli-

chen, aber sicheren Kommunikationswegen zu einer bedienerfreundlicheren (umgangssprachlichen), andererseits jedoch fehlerbehafteten Kommunikation und damit zu einer neuen Gefährdung führen.

Die Vielfalt der Sicherungsmittel unmittelbar an der Arbeitsstelle ist groß und hat in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass zahlreiche Unfälle im Gleisbereich unterbunden werden konnten. Neben festen Absperrungen können moderne Warnsysteme mittels automatischer Zugdetektion die Bua über akustische und visuelle Signale vor einfahrenden Fahrzeugen warnen. Stellwerksbedingte Fehler lassen sich damit jedoch nicht verhindern, ggf. aber die Auswirkungen der Fehler reduzieren.

Unfallursachen

Zur Identifikation typischer Unfallszenarien wurde eine empirische Analyse von Unfällen im Zusammenhang mit dem Sachverhalt „gesperrtes Gleis“ durchgeführt. Zur Datengewinnung wurden öffentlich verfügbare Untersuchungsberichte der Unfalluntersuchungsbehörden zu gefährlichen Ereignissen und Unfällen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz genutzt. Es wurden 37 Unfälle aus dem Zeitraum von 2007 bis 2016 ausgewertet. Je Unfall wurden die Ursachen, der Verursacher sowie die Sicherheit erhöhende oder verringende Begleitumstände erfasst.

Die Ursachen können in zwei grundsätzliche Kategorien eingeteilt werden: 90 % der Ursachen sind auf Nachlässigkeiten (menschliches



Small footprint, big impact. DE 18

Geringe Emissionen, sparsamer Verbrauch, enorme Power: Das sind die Stärken unserer DE 18, die leistungsfähigste Mittelführerhaus-Lokomotive auf dem europäischen Markt, die durch ihren nachhaltigen dieselelektrischen Antrieb, die Verwendung von HVO-Biokraftstoff und ihre flexiblen Möglichkeiten für den Strecken- und Rangierbetrieb überzeugt.

www.vl-rs.com

vossloh
Locomotives

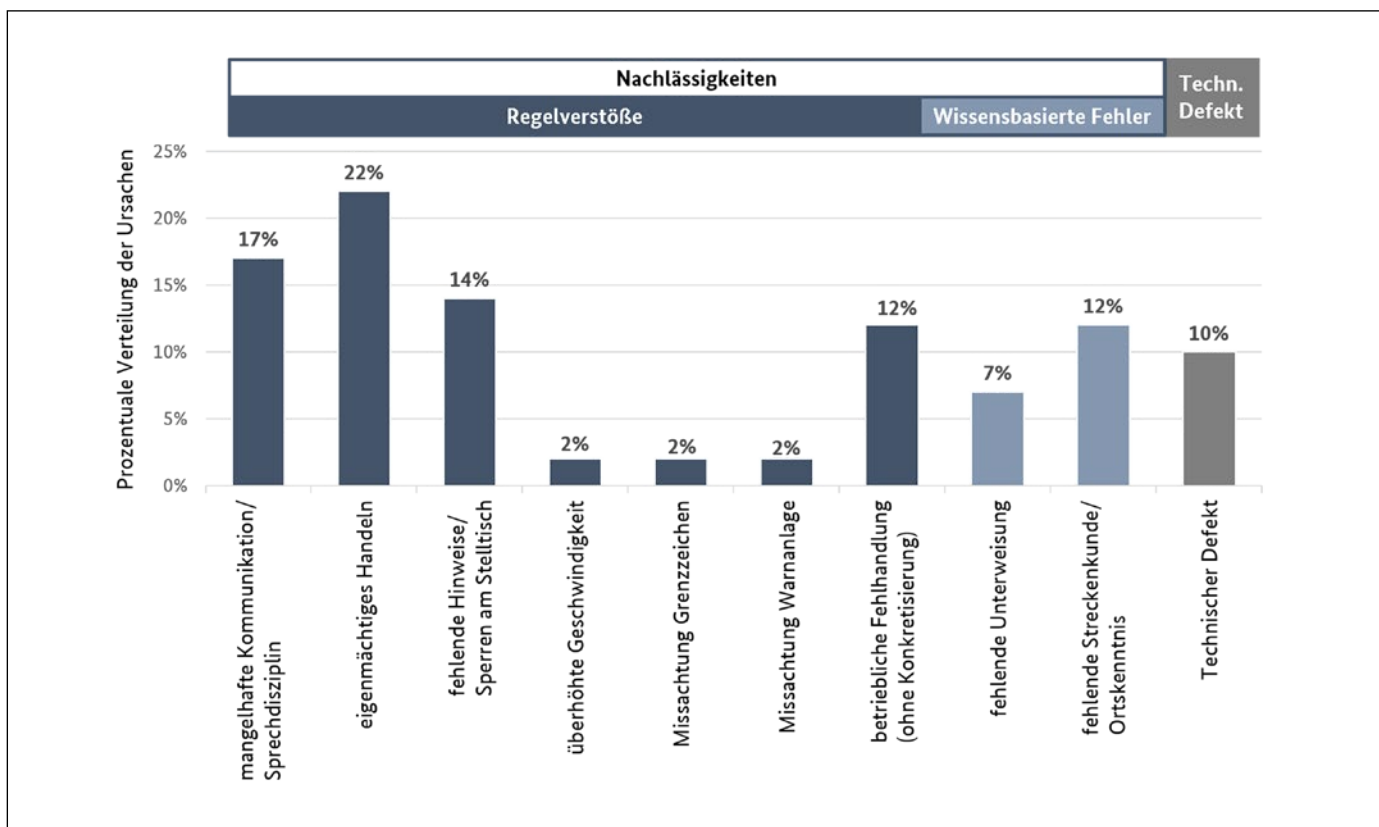


Abb. 2: Häufigkeit der Unfallursachen

Quelle: DZFS

Versagen) zurückzuführen, während technische Defekte nur einen geringen Anteil (10 %) haben. Die Nachlässigkeiten können zusätzlich in wissensbasierte Fehler (19 %) und Regelverstöße (71 %) unterteilt werden. Die prozentuale Verteilung aller Ursachen ist in Abb. 2 dargestellt.

Die beiden Unterkategorien der Nachlässigkeit wurden zur präziseren Analyse der Ursachen weitergehend aufgeschlüsselt. Zu den häufigsten Regelverstößen gehören insbesondere Kommunikationsfehler, eigenmächtiges Handeln und fehlende Merkhinweise oder Hilfsperrungen im Stw sowie darüber hinaus die Missachtung von Grenzzeichen, überhöhte Geschwindigkeit eines Fahrzeugs und die Missachtung der Warnanlage durch die Bua. Wissensbasierte Fehler gliedern sich in fehlende Streckenkunde bzw. Ortskenntnis des Tf oder eine fehlende Unterweisung bzw. fehlende Kenntnisse örtlicher Besonderheiten des Fdl.

Über diese quantitative Analyse hinaus konnten mehrere Begleitumstände identifiziert werden, die Gefährdungen weiter steigern können. Dazu gehören zum einen externe Rahmenbedingungen wie die schlechte Einsehbarkeit der Arbeitsstelle für Fdl oder Tf, z. B. aufgrund der Lage in einem Bogen, und zum anderen die Arbeitsbelastung des Fdl, verursacht durch die gleichzeitige Betreuung mehrerer Baustellen. Es gibt auch Bedingungen, die die Sicherheit erhöhen können. Dazu gehören beispielsweise der Einsatz von

Warnsystemen mit akustischen oder visuellen Signalen sowie eine gute Einsehbarkeit der Arbeitsstelle für den Fdl/Tf zur frühzeitigen Erkennung möglicher Gefahren.

Konzepte zur Erhöhung der Sicherheit

Aus den gewonnenen Erkenntnissen der Systemanalyse und Literaturrecherche wurden Ansätze und konkrete Maßnahmen abgeleitet, um systematische Fehlerquellen zu beseitigen. Ergänzend dazu wurden Eisenbahnen im europäischen Ausland hinsichtlich der Übertragbarkeit von Lösungsansätzen zur Herstellung der Sicherheit in gesperrten Gleisen in Deutschland untersucht. Dabei gewonnene Erkenntnisse wurden direkt in die entwickelten Konzepte eingearbeitet.

In einem strukturierten Bewertungsverfahren wurden diese Konzepte hinsichtlich ihrer positiven und negativen Sicherheitsauswirkungen auf die in der vorangegangenen Unfallanalyse ermittelten Hauptursachen untersucht. Bewertet wurden die Auswirkungen auf das Sicherheitsniveau bei mangelnder Sprechdisziplin, fehlerhaften Handlungen, Nachlässigkeit oder Über-/Unterforderung des Fdl. Zusätzliche Bewertungskriterien waren die Auswirkungen der jeweiligen Konzepte auf die Tätigkeit von Bua und TB, die Kompatibilität zur Bestandsstruktur des Arbeitsschutzes sowie eine überschlägige Beurteilung des Ressourcenbedarfs zur Umsetzung und Nutzung im Betrieb. Im Ergebnis wurden die folgenden Konzepte als besonders wirksam identifiziert.

Arbeitsbereichssicherung mittels Token

In Anlehnung an ein in den Niederlanden durch das Infrastrukturunternehmen ProRail umgesetztes Verfahren [3] übergibt der Fdl dem TB in diesem Konzept einen Token, also eine exklusive Berechtigung, stelltechnische Maßnahmen in einem gesperrten Stellwerksbereich (= Arbeitsbereich) vorzunehmen. Dieser Token sollte dabei digital, z. B. über mobile Endgeräte, ausgehändigt werden, um keinen physischen Gegenstand übergeben zu müssen. Durch die Token-Übergabe erteilt der Fdl die technisch gesicherte Erlaubnis zum Betreten des Gleises. Der Token verbleibt bis zum Ende der Gleissperrung beim TB, sodass der Fdl für die Dauer der Wirksamkeit (Token-Abwesenheit) keine gefährdenden Handlungen ausführen kann (z. B. Weichen und Signale stellen oder Fahrten zulassen). Dieses Verfahren wirkt ähnlich wie Streckenschlüsselsperren, die in ESTW eingebaut werden, um Streckenelemente stellwerksseitig zu verriegeln. Die Sicherung des Arbeitsbereichs erfolgt somit durch einen technisch gesicherten Verschluss.

Kommunikationsbasierte Betriebsicherung

Ein grundlegender Baustein zur Erhöhung der Sicherheit stellt die Schaffung eines direkten Kommunikationskanals zwischen Stw und Arbeitsstelle dar. Mittels systemgestützter und gesicherter Kommunikation kann eine gemeinsame Bewältigung von komplexen Situ-

ationen durch den Dialog der beteiligten Akteure ermöglicht werden. Die Bereitstellung mobiler Endgeräte für TB und Bua vor Ort erscheint sinnvoll, muss jedoch im Einklang mit dem TOP-Prinzip stehen.

Imitation einer Besetzmeldung

Die Arbeitsstelle verfügt über mindestens einen Sender, der das gleiche Signal sendet wie ein Schienenfahrzeug. Damit wird im Stw simuliert, dass sich ein Fahrzeug in der Arbeitsstelle befindet und das Gleis folglich als besetzt annimmt. Eine Fahrtzulassung in das gesperrte und als besetzt gemeldete Gleis ist damit sicherungstechnisch ausgeschlossen. Die Realisierung könnte z.B. durch Anbringen des Senders an das ohnehin zur Abgrenzung des Baustellenbereichs angebrachte Sh 2-Signal („Schutzhalt“) erfolgen. Es würde dann per Funk mit dem Stw kommunizieren. In diesem Zusammenhang ist das in der Schweiz eingesetzte, vergleichbare System „TUSP – Technische Unterstützung Sperrprozess“ zu nennen, bei dem anstelle eines ortsfesten Sh 2-Signals tragbare Funkgeräte eingesetzt werden, die das entsprechende Gleis besetzt melden [4].

Lösungsmaßnahmen

Die erarbeiteten Konzepte wurden innerhalb des Projektes auf die Anwendbarkeit in Deutschland hin untersucht. Daraus wurden strategische Maßnahmen sowie Maßnahmen für die Stellwerksalttechnik und für ESTW abgeleitet.

Strategische Maßnahmen

Aus strategischer Sicht wird empfohlen, die Ziele und Planungen von Arbeitsschutz und Infrastrukturausbau rechtzeitig zu synchronisieren. Der Generationswechsel der Leit- und Sicherungstechnik (LST) in Deutschland ist konsequent fortzuführen und möglichst zu beschleunigen, da daran auch die Sicherheit im Gleisbereich unmittelbar positiv partizipiert.

Maßnahmen für Alttechnik

Lösungen für die Stellwerksalttechnik sind aufgrund der technischen Gegebenheiten vor Ort nur in engen Grenzen möglich. Um Irrtümern des Fdl durch Verwechslungen oder Überforderung entgegenzuwirken, könnte ein sogenanntes „Gleissperrenbuch“ eine schnell umzusetzende Maßnahme sein. Ähnlich wie im Fernsprechbuch würden im

Gleissperrenbuch alle Gleissperren aufgeführt, jedoch mit einem Fokus auf die Zeit des Einsetzens der Sperrung und die stetige Aktualisierung des aktuellen Status. Vor allem nach einem Schichtwechsel, nach einer Pause oder nach einigen Tagen, wenn der entsprechende Eintrag im Fernsprechbuch schon einige Seiten zurückliegt, kann so besonders in unübersichtlichen Situationen mit vielen betrieblichen Handlungen erreicht werden, dass der Fdl auf einen Blick erkennt, welche Gleise aktuell in seinem Stellbereich gesperrt sind.

Maßnahmen für ESTW

Die vorhandene ESTW-Technik erhöht den Arbeitsschutz im Vergleich zur Alttechnik bereits signifikant. Darüber hinaus bietet die elektronische Stellwerkstechnik aber auch das größte technische Entwicklungspotenzial, um die Sicherheit von gesperrten Gleisen weiter zu steigern und die Umsetzung zu vereinfachen.

Eine Möglichkeit könnte die Einrichtung einer technischen Abhängigkeit bei der Einstellung und Aufhebung einer Gleissperrung zwischen Arbeitsstelle und LST, z.B. mittels digitalem Token, sein.

Darüber hinaus sollte insbesondere für kommende ESTW-Generationen der Vorgang der Baustellenplanung mit der Leittechnik informationstechnisch verknüpft werden, z.B. mittels automatisierter Datenübernahme und -verarbeitung im Rahmen der Anbringung/Eingabe von Merkhinweisen – und einer automatisierten bzw. menügesteuerten Kommunikation zwischen Arbeitsstelle und Fdl. Stellwerksseitig könnte ein solches System an die Dispositions- und Leittechnik anschließen und arbeitsstellenseitig an die örtliche Infrastruktur. Ein mobil an der Arbeitsstelle aufzubauender Rechner könnte die Informationen direkt aus dem Stw empfangen und an das vor Ort für die Sicherheit verantwortliche Arbeitspersonal weiterleiten. Dieses müsste dazu mit mobilen/portablen Endgeräten ausgerüstet werden. Eine zwingende Voraussetzung für eine solche Lösung ist jedoch ein ausreichender Funkempfang, nicht nur in den Bahnhofsbereichen, sondern vor allem auf abgelegenen Abschnitten der freien Strecke.

Fazit

Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass eine Erhöhung der Sicherheit im gesperrten Gleis

möglich ist. Die Maßnahmen betreffen dabei insbesondere die strukturierte und sichere Kommunikation zwischen Stw und Arbeitsstelle und berücksichtigen die LST der alten und neuen Stellwerksgenerationen. Entscheidend für die Sicherheit ist, dass der Informationsstand über die Gleissperrung bei allen Beteiligten zutreffend und auf dem gleichen Stand sein muss. Neue technische Lösungen für den betrieblichen Arbeitsschutz in gesperrten Gleisen müssen frühzeitig in die Entwicklung neuer Stellwerkstechniken einfließen. ■

QUELLEN

- [1] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) (Hrsg.): DGUV Information 211-042 – Sicherheitsbeauftragte, Berlin, März 2017
- [2] DZSF (Hrsg.): DZSF-Forschungsbericht: Untersuchung von Möglichkeiten zur Sicherung und Überwachung von gesperrten Gleisen. Veröffentlichung auf <https://www.dzsf.bund.de/>
- [3] Fries, J. (2012): How to increase track worker safety and productivity, Konferenzbeitrag IRSE ASPECT 2012
- [4] May, C.: TUSP – Technische Unterstützung für den Sperrprozess, SIGNAL+DRAHT 09/2015, S. 24-28



Hendrik Ammoser

Arbeitsgruppenleiter Bahnbetrieb
IFB Institut für Bahntechnik GmbH,
Berlin
ha@bahntechnik.de



Jannis Brack

Bezirksleiter TK/E
Instandhaltung LST / TK / E,
I.N-RNI-EGB-IL
DB RegioNetz Infrastruktur GmbH,
Erzgebirgsbahn, Chemnitz
jannis.brack@deutschebahn.com



Felix Heizler

Wissenschaftlicher Referent
Deutsches Zentrum
für Schienenverkehrsforschung beim
Eisenbahn-Bundesamt (DZSF),
Dresden
heizlerf@dzsf.bund.de

WISSEN, WAS BAHNEN BEWEGT

www.eurailpress.de