Rail Power Systems

NEUBAU VON ANLAGEN
FÜR DAS ICE-WERK BERLIN RUMMELSBURG

Deutsch

Sonderdruck aus „Infrastrukturprojekte 2020, Bauen für die starke Schiene“, DB Netz AG, (Seite 168 - 176)
Autoren: Christian Tölle (Rail Power Systems GmbH, Offenbach/Main), Andre Ketzer (DB Fernverkehr, Berlin)

Neubau von Anlagen für das ICE-Werk Berlin-Rummelsburg

In Berlin wird das ICE-Werk Rummelsburg für die Instandhaltung einer neuen Generation von ICE-Triebzügen erweitert. In einem ersten Bauabschnitt ersetzte Rail Power Systems (RPS) für die fünf Hallengleise die vorhandene Abschalt- und Erdungsautomatik durch eine neue und moderne Steuerung. Dabei kommt ein Transpondersystem anstelle der bisher üblichen Schlüsselschalter zur Steuerung der Anlage zum Einsatz.

Bild 1: Innenansicht der Halle.

Die DB Fernverkehr AG erweitert in Berlin bis Ende 2022 das ICE-Werk Rummelsburg II für die Wartung der ICE 4. In der ersten Ausbaustufe wurden verschiedene Umbauten und Änderungen vorgenommen. Unter anderem wurden auch die Dacharbeitsbühnen und die Oberleitungsanlage erneuert. In der zweiten Ausbaustufe 2020/21 wird die Fahrzeughalle auf ca. 420 m verlängert und die neu gelieferte Abschalt- und Erdungsautomatik ebenfalls erweitert.

Die neue Abschalt- und Erdungsautomatik erfüllt ihre Funktion zur Personensicherheit, welches ein gefahrloses Arbeiten auf den Dacharbeitsbühnen

Tabelle 1: Umsetzung der fünf Sicherheitsregeln.

Sicherheitsregel	Umsetzung
Freischalten	Öffnen der Fahrleitungstrennschalter
gegen Wiedereinschalten sichern	Unterbrechung des Steuerkreises
Spannungsfreiheit feststellen	Messung mittels Spannungswandler
Erden und Kurzschließen	Einschalten der Erdungsschalter an beiden Segmentenden (Verbinden mit Rückleiter)
benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken	Arbeitsbereich umzäunt, Türen verriegelt, Zugang nur im sicheren Zustand möglich

sicherstellt. Sie wurde von externen Gutachtern als geeignet für SIL2-Anwendung bewertet.

Der Steuerung für das Unterspannungsetzen der Oberleitung, das Abschalten und Erden dient eine sogenannte Abschalt- und Erdungsautomatik (AEA). Sie stellt im Zusammenwirken mit den anderen Einrichtungen am Dacharbeitsstand schlussendlich die Einhaltung der fünf Sicherheitsregeln sicher (Tabelle 1). Im Unterschied zu bisher ausgeführten Anlagen wurde die AEA für die Instandhaltungshalle Berlin-Rummelsburg mit einem Transpondersystem zur Identifizierung und Bedienung durch berechtigte Personen ausgerüstet. Zu den bisher üblichen schlüsselbedienten Anlagen besteht der Vorteil, dass durch das Transpondersystem die An- und Abmeldung an unterschiedlichen Terminals möglich ist, was Laufwege für das Instandhaltungspersonal erheblich reduziert und damit auch Zeit einspart.

Da die Zweckbestimmung der AEA die arbeitstägliche Mehrfachnutzung ist, besteht im Vergleich zu beispielsweise in Tunneln installierten Oberleitungsspannungsprüfeinrichtungen (OLSP) eine signifikante Unterscheidung in der Nutzung. Eine OLSP wird, sofern keine Notwendigkeit in Form einer Havarie besteht, während ihrer Lebenszeit nur zu Prüfzwecken bedient. Aus diesem Grund wurde für die AEA eine bestimmte Anforderungsklasse definiert, für die schlussendlich ein Safety Integrated Level (SIL) nach EN 61508 [2] abgeleitet wurde, was im Rahmen des Projektes zu berücksichtigen und umzusetzen war.

Die Oberleitung der Hallengleise ist als Stromschienenoberleitung ausgeführt und hat jeweils eine Schaltgruppe.

Die AEA steuert und überwacht die Oberleitungs- und Erdungsschalter, die El6-Signale (Halt für Fahrzeuge mit gehobenem Stromabnehmer) und die Türen der Dacharbeitsbühne (DAB). Der Anlagezustand wird mittels Sensoren, Spannungs- und Stromwandlern überwacht. Das Betriebsregime der Fahrzeuginstandhaltung erfordert, dass in einzelnen Oberleitungssegmenten Instandhaltungsarbeiten auf Dacharbeitsbühnen durchgeführt werden und bei Bedarf gleichzeitig benachbarte Oberleitungssegmente unter Spannung zu setzen, um Fahrzeuge bewegen zu können.

Lösung

Funktion

Vier Hallengleise sind identisch ausgerüstet. Im Bereich jedes einzelnen Oberleitungssegments sind die Dacharbeitsbühnen mit eigenen Treppen und verriegelter Zugangstür sowie mehreren Notabstiegen ausgerüstet.

Das 5. Hallengleis ist mit zwei mobilen Dacharbeitsbühnen ausgerüstet. Auch die mobilen Dacharbeitsbühnen sind mit eigenen Treppen und verriegelter Zugangstür sowie Notabstiegen ausgerüstet.

Bei den in der Vergangenheit gebauten vergleichbaren Anlagen dient eine Schlüsselanlage dem Schutz der Mitarbeiter. Im geerdeten Zustand der Anlage muss durch jeden Mitarbeiter, der die Anlage betreten will, ein Schlüssel aus der Schlüsselanlage entnommen werden. Dieser dient dem Zugang zum Arbeitsbereich und musste vom Mitarbeiter bei sich geführt werden. Ein Enterden und Unterspannungsetzen des Oberleitungsabschnitts ist nur möglich, wenn alle Schlüssel in die entsprechenden Schlösser der Schließanlage eingesteckt sind und in Stellung „Ein“ stehen. Ein versehentliches Zuschalten ist damit ausgeschlossen. Der Schlüssel fungiert damit sozusagen als „Lebensversicherung“ für den Mitarbeiter.

Für das Projekt im ICE-Werk Rummelsburg wurde gefordert, dass ein Mitarbeiter die Dacharbeitsbühne durch eine beliebige Zugangstür des Arbeitsbereiches betreten und ihn durch eine beliebige Zugangstür wieder verlassen kann. Mit einem Schlüsselsystem müsste der Mitarbeiter immer zu der Schlüsselanlage zurücklaufen, aus dem der Schlüssel entnommen wurde. Bei den Zuglängen kann das ein Weg bis 200 m mit dem entsprechenden Zeitbedarf bedeuten. Aus diesem Grund wurde das Schlüsselsystem durch ein Transpondersystem ersetzt.

Bild 2: Bedienstelle mit Tastbildschirm (1) und Transponderlesegerät (2).

Steuerungstechnik

Der Zentralsteuerschrank (ZSS) eines Gleises ist das Herzstück der AEA. Im ZSS befindet sich eine fehlersichere Steuerung Siemens S7-1516F-3PN/DP (SIL 3 nach EN 61508), auf der die Standard- und die Sicherheitssteuersoftware implementiert sind. Über fehlersichere Ein- und Ausgabemodule werden die sicherheitsrelevanten Peripheriekomponenten, wie beispielsweise Fahrleitungstrennschalter, Erdungsschalter und Notaustaster überwacht und gesteuert. Nicht sicherheitsrelevante Peripheriekomponenten, wie die El6-Signale, werden über Standard-Ein- und Ausgabemodule überwacht und gesteuert. Im ZSS münden alle Informationen und werden auch dort verarbeitet.

Neben Hilfsrelais und Anschlussklemmen sind folgende Komponenten im ZSS untergebracht

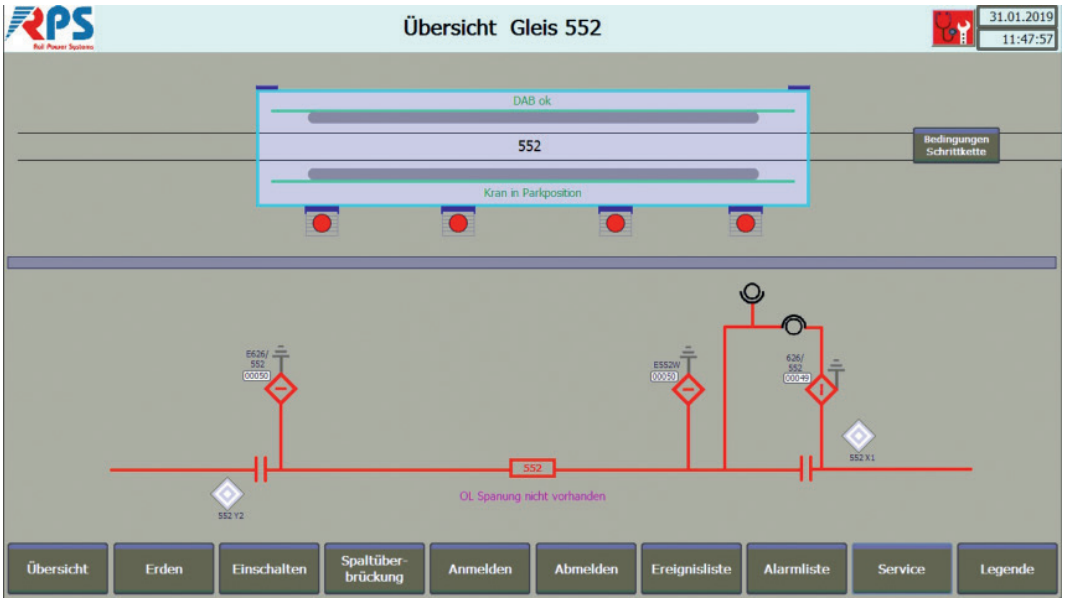
- Trenntransformator für die Erzeugung eines IT-Versorgungsnetzes zur Versorgung der gesamten Anlage
- unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) für den maximalen Energiebedarf der Anlage (alle Schalterantriebe können gleichzeitig gefahren werden) und für eine Bereitschaftszeit von zwei Stunden
- Network-Time-Protocol-Server (NTP, Uhrzeitermittlung) mit GPS-Anschluss für die Zeitsynchronisierung der Steuerungskomponenten
- DP/DP-Koppler (Profibus Dezentrale Peripherie) für die Kopplung zum Betriebsführungsrechner
- Router für die Kommunikation zur Zentralschaltstelle (ZES)

Über einen Lichtwellenleiterring mit ProfiSafe-Protokoll sind die zwei Bedienstellen (Bild 2) angebunden. Dort sind die Bedienelemente Tastmonitor, Taster, Meldeleuchten und ein akustischer Signalgeber untergebracht.

An den beiden Bedienstellen erfolgt die Bedienung der Anlage über den Tastmonitor (Bild 3), Taster und Meldelampen. Die Bedienstellen sind direkt neben den Zugangstreppen zur Dacharbeitsbühne aufgestellt. Jede Bedienhandlung kann von jeder der zwei Bedienstellen durchgeführt werden. Konkurrierende Bedienhandlungen werden unterbunden.

An der Bedienstelle befindet sich ein Transponderlesegerät zum An- und Abmelden sowie zum Ausweisen für Mitarbeiter mit Administrator- oder Erdungsberechtigung. Ein weiteres Transponderlesegerät ist an der Zugangstür für die Zugangskontrolle installiert.

Bild 3: Bildschirmdarstellung.



Von der Bedienstelle aus sind die Notabschaltungstaster, Endlagenschalter und Zugangskontrollleuchten über den Installationsaufwand sparenden AS-i-Bus angebunden. Dabei handelt es sich um ein herstellerunabhängiges Bussystem, bei dem über eine ungeschirmte Zweidrahtleitung Aktuatoren und Sensoren mit der Steuerung verbunden werden. Über die Leitung werden gleichzeitig Daten und Energie übertragen [3]. Akustische Signalgeber und Drehspiegelleuchten sowie die Entriegelung der Zugangstüren sind direkt über Kabel angeschlossen.

Funktionale Sicherheit

Für sicherheitsgerichtete Anwendungen im Bahnbereich sind die Normen EN 50126 [4] (Grundlagen), EN 50128 [5] (Software) und EN 50129 [6] (Hardware) zu beachten, die auf der Grundnorm EN 61508 beruhen. Sie beschreiben Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit aufgrund vorgegebener Anforderungen. Bild 4 und Tabelle 2 zeigen anhand des Risikographen und der Bewertung die Herleitung des SIL 2.

Für das Projekt ICE-Werk Berlin-Rummelsburg ist eine Sicherheitslösung auf Softwarebasis vorgesehen, dementsprechend ist EN 50128 anzuwenden. Für die Entwicklung der Software wurde eine entsprechende Projekt-Personalstruktur aufgebaut (Bild 5). Die Softwareentwicklung ist nach dieser Norm dokumentiert. Sie wurde durch eine unabhängige Prüfstelle erfolgreich begutachtet.

Komponenten der Steuerungstechnik

Zum Parametrieren der Anlagensteuerung wurde das TIA-Portal V14 SP1 (Totally integrated automation) eingesetzt. Dessen Bibliotheken unterstützen alle benötigten Funktionen. Es werden Komponenten, Protokolle und Verfahren aus unterschiedlichen Bereichen eingesetzt:

- AS-i-Safe-Protokoll (Notabschaltungstaster, Endlagenschalter und LED-Anzeigen)
- Schreib-/Leseköpfe für Transponder (Radio-frequency Identification, RFID)
- Profinet/Profisafe (Lichtwellen-Ring- oder –Stich-Leitung zu Bedienstellen, Dacharbeitsbühnen und zu den anderen Gleisen)
- Profibus (Anschluss des Betriebsführungsrechners)
- IEC-104-Protokoll (ZES-Anbindung)
- SIMATIC WinCC (Betriebssystem für Bedienstelle)
- FailSafe (CPU, Ein-/Ausgabemodule)

Funktionen

Erden mit Spaltüberbrückung

Das Betreten und Arbeiten auf einer Dacharbeitsbühne ist nur bei geerdeter Oberleitungsanlage im Arbeitsbereich zulässig. Des Weiteren ist aus arbeitsschutztechnischen Gründen eine mechanische Schließung der Lücke zwischen Arbeitsbühne und Fahrzeugdach durch eine sogenannte Spaltüberbrückung gefordert. Zweck dieser Funktion ist sicherzustellen, dass die Arbeitsbühne nur im geer-

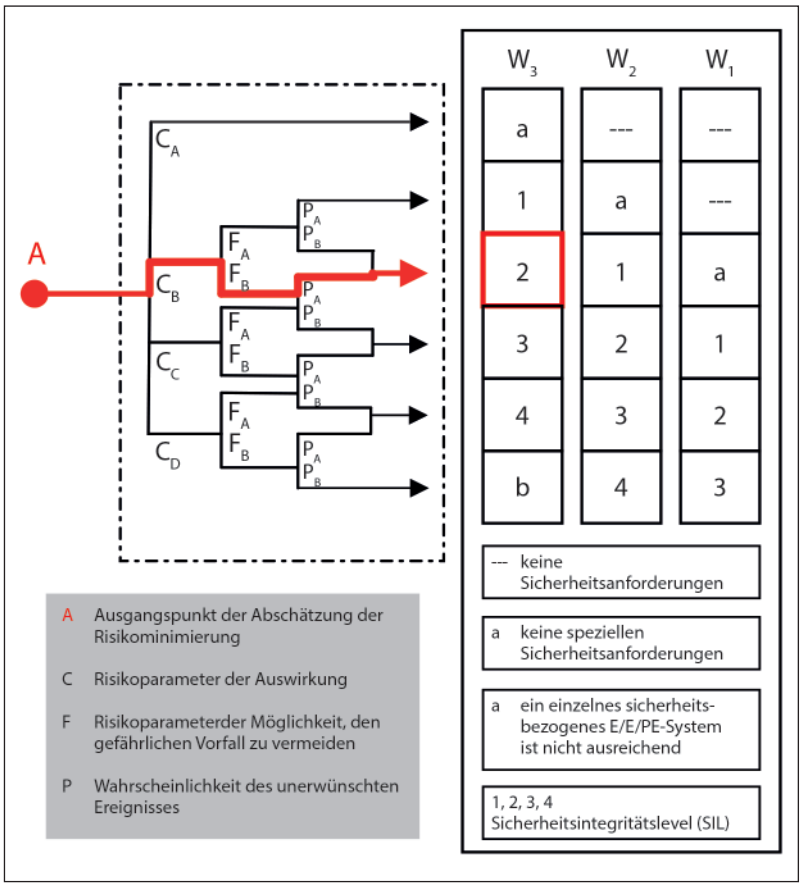


Bild 4: Risikograph und Ermittlung des SIL-Levels.

Tabelle 2: Risikobewertung nach EN 61508.

Risikoparameter	Bewertung
C – Risikoparameter der Auswirkung	B – Schwere irreversible Verletzung, Tod einer Person (Kontakt mit Oberleitungsspannung)
F – Risikoparameter der Häufigkeit und Aufenthaltsdauer	B – Häufiger bis dauernder Aufenthalt im gefährlichen Bereich (tägliche Arbeit auf dem Fahrzeugdach)
P – Risikoparameter der Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden	A – Vermeidung unter bestimmten Voraussetzungen möglich (bestimmte Arbeiten könnten bei Einhaltung des Sicherheitsabstandes theoretisch ausgeführt werden)
w – Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses	3 – Relativ hohe Wahrscheinlichkeit (tägliche Arbeitsverrichtung)

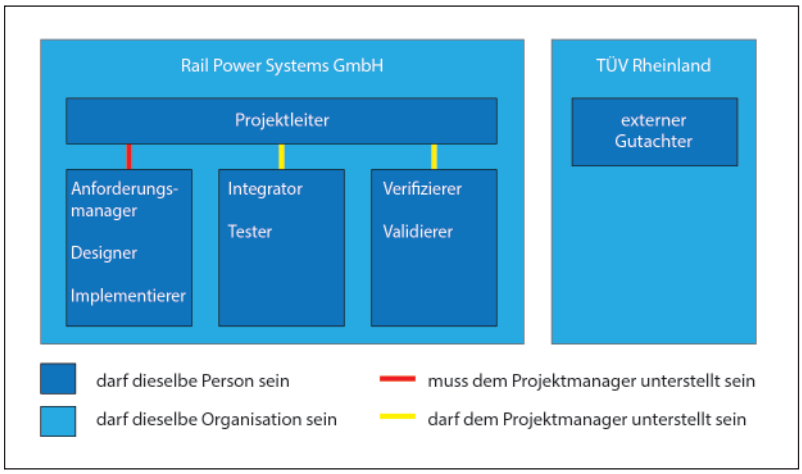
deten Zustand der Oberleitung und hergestellter Spaltüberbrückung betreten werden darf (Bild 6). Die Bedienung erfolgt von einer beliebigen Bedienstelle des Gleises.

Um die Schalthandlung „Erden“ durchführen zu können, muss sich der Mitarbeiter an einer Bedienstelle mit seinem Transponder als schaltberechtigt ausweisen. Anlagenfremde Transponder werden nicht akzeptiert. Der Mitarbeiter wählt am Tastmonitor seinen Arbeitsbereich aus und startet die Erdung mittels Zweihandbedienung.

Für den gewählten Arbeitsbereich wird folgende Sequenz gestartet:

- optische und akustische Warnung
- Aufleuchten der El6-Signale
- Öffnen der Speiseschalter
- Prüfen des Oberleitungsabschnitts auf Spannungsfreiheit

Bild 5: Personalstruktur für SIL2-Anwendungen nach EN 50128:2011.



- bei Spannungsfreiheit: Schließen der Erdungsschalter (Verbindung mit Rückleitung)
- Ausfahren der Spaltüberbrückung mit Überwachung der Endlage
- Freigabe der Zugangstüren

Die Statusanzeige am Übersichtsbild der Bedienstellen wird während des Prozessablaufs permanent aktualisiert. Darüber hinaus zeigen die Meldelampen im oberen Bereich der Bedienstellen den Status der Oberleitungssegmente an.

Personenidentifikation

Die Dacharbeitsbühne kann nur mittels Mitarbeiter-Transponder nach Anmeldung betreten werden. Hierzu müssen sich die Mitarbeiter an einer Bedienstelle über das Bild „Anmelden“ für einen auszuwählenden Arbeitsbereich anmelden. Dafür wird der Transponder über den RFID-Schreiblesekopf an der Bedienstelle eingelesen. Der Mitarbeiter wählt sich seinen Arbeitsbereich aus, den er betreten möchte. Durch die Anmeldung wird die Transponder-UID (User Identifier) in eine Tabelle für die betroffenen Segmente eingetragen. Der Erfolg der Anmeldung wird am Bildschirm über den betreffenden Segmenten angezeigt.

Bild 6: Dacharbeitsbühne von oben.

Ebenso wird die Transponder-UID in die Tabelle der angemeldeten Personen eingetragen. Das Bild wird automatisch geschlossen. So lange das Bild aufgeschaltet ist, wird die Bedienung an den anderen drei Bedienstellen des Gleises gesperrt. Ein Transponder kann auch mehreren Arbeitsbereichen zugeordnet werden.

Mit der Anmeldung eines Mitarbeiters wird der Arbeitsbereich zum Wiedereinschalten durch Dritte gesperrt. Die Anmeldung ist damit der Entnahme eines mechanischen Schlüssels im klassischen System gleichwertig. Das Unterspannungsetzen ist erst möglich, wenn alle Transponder-UIDs für einen Arbeitsbereich wieder gelöscht sind.

Zugang

Die Dacharbeitsbühne kann nur über die Treppenaufgänge betreten werden. Diese werden durch die Zugangstüren und die zugehörige Türverriegelung gesichert (Bild 7).

Der Mitarbeiter muss zum Betreten der Dacharbeitsbühne seinen Transponder, mit dem er sich an der Bedienstelle angemeldet hat, an den RFID-Schreiblesekopf der Zugangstür halten. Die

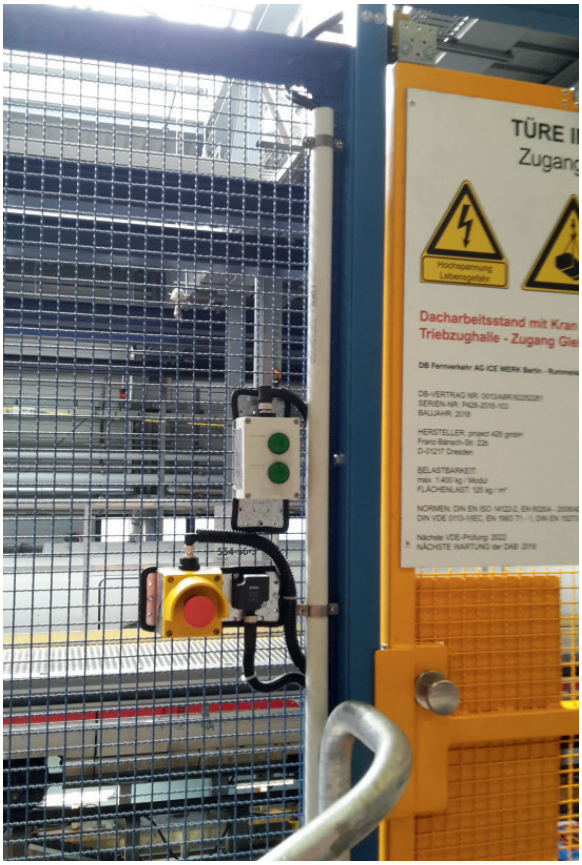


Bild 7: Bedienelemente am Zugang zur Dacharbeitsbühne.

Tür wird für eine kurze Zeit entriegelt, sodass sie geöffnet werden kann. Dies wird durch eine grüne Lampe an der Tür angezeigt.

Die Zugangstür lässt sich nur entriegeln, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Arbeitsbereich geerdet und Spaltüberbrückung ausgefahren
- Die Spaltüberbrückung muss im Bereich der Zugangstür auf ein hindernis/Fahrzeug gestoßen sein (Schutz vor Absturz)
- Mitarbeiter ist im betreffenden Arbeitsbereich angemeldet
- keine Störung Betrieb in der Anlage

Ein Mitarbeiter kann die Dacharbeitsbühne verlassen oder wieder betreten, solange er sich an der Bedienstelle nicht abmeldet. Betritt er die Dacharbeitsbühne wieder, so muss er sich dazu erneut an der Zugangstür mit seinem Transponder ausweisen.

Zum Verlassen ist keine Transponder-Bedienung erforderlich. Die Zugangstüren werden von innen manuell geöffnet. Das Verlassen der Dacharbeitsbühne wird von der AEA-Steuerung nicht ausgewertet. Ein Mitarbeiter kann die Arbeitsbühne an jedem beliebigem Zugang des Arbeitsbereichs verlassen und auch wieder betreten.

Abmelden

Bevor das Oberleitungssegment eines Arbeitsbereiches wieder eingeschaltet werden kann, muss die Zuordnung aller Mitarbeiter-Transponder zum entsprechenden Arbeitsbereich aufgehoben werden. Dies geschieht an einer beliebigen Bedienstelle des Gleises mittels Einlesen des Mitarbeiter-Transponders und Abmelden aus dem Arbeitsbereich. Danach kann dieser Arbeitsbereich mit diesem Mitarbeiter-Transponder ohne Neuanmeldung nicht mehr betreten werden.

Um sich abzumelden, müssen die Mitarbeiter das entsprechende Bild auf dem Tastmonitor aufrufen. Die Abmeldung erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt liest der Mitarbeiter seinen Transponder ein. Im zweiten Schritt muss die persönliche Identifikationsnummer (PIN) des Mitarbeiters über eine Tastatur eingegeben werden. Kann die eingegebene PIN dem Transponder zugeordnet werden, wird die Abmeldung angenommen. Durch die zweistufige Abmeldung wird die Sicherheit erhöht. Die Abmeldeprozedur ist dem Einstecken eines mechanischen Sicherheitsschlüssels im klassischen System gleichwertig.

Enterden und Unterspannungsetzen

Die Oberleitung eines Arbeitsbereichs kann unter Spannung gesetzt werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- alle Mitarbeiter haben sich aus diesem Arbeitsbereich abgemeldet
- alle Kräne des Arbeitsbereiches stehen in Parkposition
- die Zugangstüren des Arbeitsbereiches sind geschlossen und verriegelt
- die Frontabsturzsicherung und Wagenübergangsmatten sind in Grundstellung
- die Notabstiegsleitern sind in Grundstellung
- es steht keine Not-Abschaltung an
- es liegt keine Störungsmeldung vor

Das Bild zum Einschalten wird erst nach Überprüfung der Schaltberechtigung mittels Transponder geöffnet, sodass Unbefugte keine Bedienung auslösen können. Der einzuschaltende Arbeitsbereich wird auf der Bedienstelle ausgewählt.

Das Einschalten wird durch Betätigen der beiden Taster „Zweihandbedienung“ eingeleitet. Es wird folgende Sequenz gestartet:

- optische und akustische Warnung
- die Spaltüberbrückung wird eingefahren
- die Erdungsschalter werden geöffnet
- die Speiseschalter werden geschlossen
- die El6-Signale erlöschen
- Die Statusanzeige am Bildschirm der Bedienstellen wird während des Prozessablaufs permanent aktualisiert. Die Schritte werden überwacht und nur ausgeführt, wenn der jeweils vorherige Schritt erfolgreich abgeschlossen wurde.

Wird der Prozess wegen einer Notabschaltung oder Betriebsstörung abgebrochen, dann kann er nicht erneut gestartet werden. Nach Beseitigung des Notabschaltungszustandes oder Behebung der Störung muss die Anlage immer zuerst geerdet werden, um in einen sicheren und definierten Grundzustand zu kommen. Der Einschaltprozess kann nur aus dem geerdeten Zustand vorgenommen werden.

Erden ohne Spaltüberbrückung

Die Oberleitungsanlage eines Gleises soll für bestimmte Arbeiten komplett geerdet werden, ohne dass ein Zugang zur Dacharbeitsbühne notwendig ist, beispielsweise für Instandhaltungsarbeiten an den Hallentoren. In diesem Fall sind alle Segmente zu erden, ohne dass die Spaltüberbrückung ausgefahren wird.

Für diesen Fall wurde eine weitere SW-Funktion in der AEA implementiert. mit der es möglich ist , ein Gleis gesamthaft (alle Segmente) zu erden.

Das Erden ohne Spaltüberbrückung kann nur unter bestimmten Voraussetzungen durchgeführt werden.

- Es dürfen sich keine Mitarbeiter mehr auf der Dacharbeitsbühne befinden (alle Transponder-UIds abgemeldet)
- die Oberleitung aller Segmente ist eingeschaltet
- alle Zugangstüren und Notabstiege sind geschlossen
- es steht keine Notabschaltung an
- es liegt keine Betriebsstörung vor

Wenn alle zuvor aufgelisteten Voraussetzungen erfüllt sind, kann das Erden ohne Spaltüberbrückung mittels Zweihandbedienung gestartet werden.

Notabschaltung der Oberleitung

In der AEA ist eine Notabschaltung als Sicherheitsfunktion implementiert, die bei Anforderung sofort alle Oberleitungsabschnitte ausschaltet und erdet.

Bei Betätigung des einrastbaren Pilztasters „Not-Abschaltung“ werden durch die AEA

- entsprechende Warnleuchten und ein Signalton eingeschaltet
- alle Speiseschalter ausgeschaltet
- Zur Vermeidung von neutralen Oberleitungsabschnitten werden im Anschluss alle Erdungsschalter eingeschaltet.

Damit ist die Funktion der Notabschaltung abgeschlossen. Jetzt können Rettungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Der akustische Signalton einer Not-Auslösung kann über eine Taste „Quittierung Störung Betrieb“ an jeder Bedienstelle oder am ZSS abgeschaltet werden. Die optische Anzeige bleibt dabei bestehen. Tabelle 3 zeigt die möglichen Ursachen für eine Notabschaltung.

Nach durchgeführten Rettungsmaßnahmen muss eine anstehende Notabschaltung am AEA-Zentralsteuerschrank mit dem Schlüsselquittiertaster „Quittierung Not-Abschaltung“ quittiert werden.

Tabelle 3: Zur Notabschaltung führende Ursachen.

Ursache	Alle Gleise	nur Verursachergleis
Betätigung eines Notfallerdungs-Tasters	X	
unerlaubtes Öffnen einer DAB-Zugangstür		X
benutzen einer DAB-Not-Abstieg-Treppe oder Leiter		X
unerlaubte Kranposition		X
USV Tiefentladung		X

Anschließend kann die AEA normal bedient werden.

Ausblick

Das letzte Gleis wurde im August 2019 in Betrieb genommen und arbeitet seitdem im Regelbetrieb.

Im Jahr 2020/21 wird die Fahrzeughalle auf eine Gesamtlänge von ca. 420 m verlängert. In der Mitte der Halle wird eine Trennstelle gebaut. Somit wird es dann zwei in etwa gleich große Segmente geben, die sich einzeln oder in Gruppen zusammengefasst schalten lassen. In diesem Zuge werden die maschinentechnischen Anlagen wie Dacharbeitsbühnen, Krane, Stromschiene, usw. in den Neubau verlängert. Die Abschalt- und Erdungsautomatik wird für die neuen Funktionen erweitert.

Christian Tölle
Leittechnik Ingenieur,
Rail Power Systems GmbH
christian.toelle@rail-ps.com

Andre Ketzer
Fachwirt für den Bahnbetrieb,
DB Fernverkehr AG
andre.ketzer@deutschebahn.com

ICE
10x

RPS/DE/218/0321

RAIL POWER SYSTEMS GMBH
Garmischer Straße 35 | 81373 München | Deutschland | T +49 89 41999-0 | F +49 89 41999-270 | info@rail-ps.com | www.rail-ps.com