

Effizienter Rangierbetrieb durch moderne, modular aufgebaute Rangierstellwerke

Oliver Fellner

Durch die Kombination von moderner und zuverlässiger Hard- und Software kann für den Betrieb und auch für die Instandhaltung eine nicht unerhebliche Kosteneinsparung erzielt werden. Das zeigt sich sowohl bei der Realisierung als auch bei der Wartung und der Instandhaltung. Dieser Artikel soll darstellen, wie auf Basis moderner elektronischer Technologien ein effizienter Betrieb in einem hoch frequentierten Rangiersystem ermöglicht wird.

1 Einsatzgebiete für Rangiertechnologie

Rangiertechnologie kommt in der Regel in Nebenbereichen der Eisenbahn zum Einsatz. Abseits der Strecken müssen Güterzüge, Personenzüge, Wagons, Lokomotiven und andere Fahrzeuge behandelt oder bewegt werden. Hier sind insbesondere Industrie- und Werksbereiche (Automobilherstellungs- Chemie- und Stahlindustrie), Kraftwerke,

Binnen- und Seehäfen, sonstige Bahnhofsbereiche, Güterbahnhofsbereiche, Fahrzeuginstandhaltungs- und -behandlungsanlagen (FIBA) für die Wartung und Instandhaltung, Reisezugwagenwerke (Rww), Fahrzeugreinigungsanlagen, die Zugbildung von Güter- und Personenverkehrsfahrzeugen zur Sicherstellung der Produktion, der Produktions- und der Produktlogistik zu nennen.

Um von der Strecke in diese sogenannten Nebenbereiche zu gelangen oder um sie zu verlassen, sind Maßnahmen erforderlich, die einen Zu- oder Abgang ermöglichen. Hier werden in der Regel technische Schnittstellen für die Zugein- und -ausfahrten erforderlich. Diese Schnittstellen werden meist mit einer Nicht-Dunkel-Prüfung von Signalen, der doppelten Nutzung von Achszähl- oder Gleiskreisen, der Flankenschutzfunktionalität für Ein- und Ausfahrweichen aus dem Rangierbereich, Blockschnittstellen und durch sogenannte Nahbereichsabgaben von ESTW realisiert.

Hierzu ist bisher erforderlich, dass Hersteller der Streckenausrüstung und Her-

steller der Rangiertechnologie sehr eng zusammenarbeiten und entsprechende Schnittstellen gemeinsam entwickeln. Das könnte sich jedoch im Rahmen des Projektes NeuPro der DB Netz AG ändern, da im Rahmen dieses Projektes über definierte Systemschnittstellen diskutiert wird, die auch in diesen Fällen zum Einsatz kommen könnten.

2 Arten der Rangiertechnologie

Man unterscheidet in der Regel im Rangierbetrieb auf Basis des zu erwartenden Rangieraufkommens, welche Rangiertechnologie zum Einsatz kommen soll. Bei niedrig frequentierten Rangieranlagen setzt man in der Regel die elektrisch ortsgestellte Weiche (EOW) ein. Hier hat der Betreiber der Rangieranlage die Möglichkeit, das Rangierpersonal selbstständig Weichen und Fahrwege einstellen zu lassen, um an das gewünschte Ziel zu gelangen. Eine örtliche Bedienung kann durch Schlagtaster, Fahrwegstelltafeln, Bedienpulte, Zieltasten oder Fernsteuerungen wie Funk, Infrarotsender, GSM-Signale oder ähnliche Methoden erfolgen.

Steigt jedoch das zu erwartende Rangieraufkommen und ist eine Disposition des Rangierbetriebes erforderlich, so gibt es zusätzlich die Möglichkeit, ein EOW-System mit einem abgesetzten Bedienarbeitsplatz zu steuern, um Behinderungen durch gleichzeitig sich bewegende Rangiereinheiten zu vermeiden. Diese Tätigkeiten werden in der Regel durch Weichenwärter oder Fahrdienstleiter übernommen.

Liegt ein noch höheres Rangieraufkommen vor und finden parallele Rangierbewegungen in einem Rangierbereich statt, muss die Rangiertätigkeit entsprechend gesteuert und überwacht werden. An der Stelle setzt man dann sinnvollerweise ein Rangierstellwerk (RaStw) ein. Beim Rangierstellwerk wird signalisiert gefahren, d. h. es kommen Rangiersignale zum Einsatz, die dem Triebfahrzeugführer (Tf) oder Lokrangierführer (Lrf) anzeigen, dass ein Fahrweg bzw. eine Fahr-

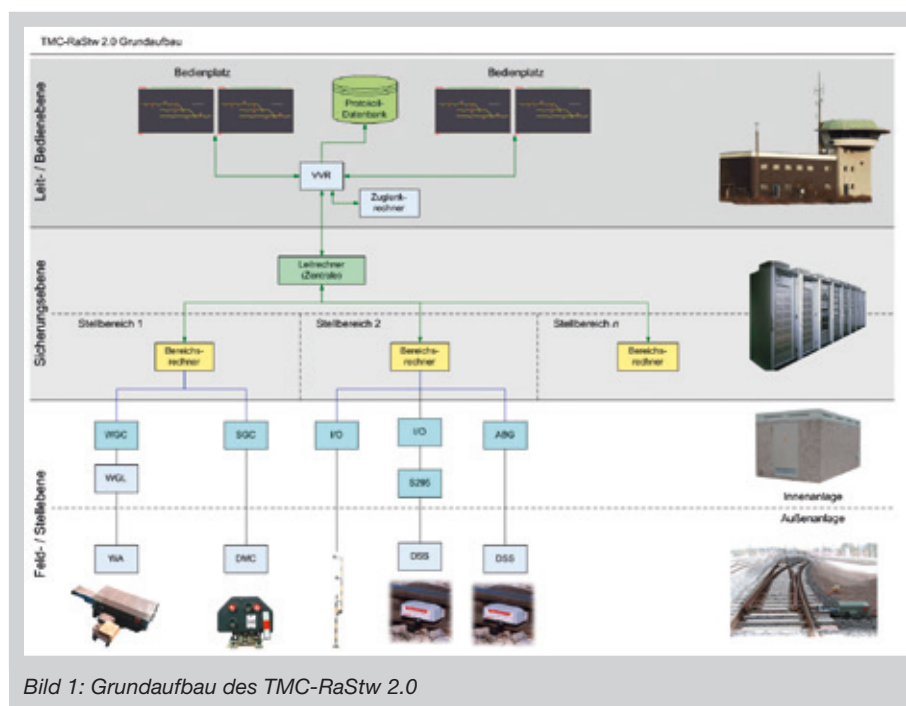


Bild 1: Grundaufbau des TMC-RaStw 2.0

straße eingestellt und gesichert ist. Dazu wird entweder ein Fahrtbegriff angezeigt oder mit Kennlicht signalisiert, dass eine Rangierbewegung durchgeführt werden kann. Die Steuerung eines Rangierstellwerks erfolgt in der Regel durch einen Bedienarbeitsplatz, der durch einen Weichenwärter oder einen Fahrdienstleiter bedient wird. Es gibt jedoch auch optional die Möglichkeit, in betriebsschwachen Zeiten eine Fahrwegssteuerung über sogenannte Selbstbedientafeln durchzuführen.

Zusätzlich sind auch Kombinationen aus Rangierstellwerk und elektrisch ortsgestellte Weiche realisierbar. Es wird somit die EOW-Technologie in wenig frequentierten Außenbereichen von Rangierstellwerken eingesetzt.

3 Aufbau des Tiefenbach Microcontroller-Rangierstellwerks (TMC – RaStw) 2.0

Es wurde als eine wesentliche Anforderung an die Entwicklung gestellt, ein möglichst modulares System aufzubauen, um sowohl kleine als auch große Rangierstellwerke kostengünstig realisieren zu können. Die geforderte Modularität sollte sich sowohl in der Hardware als auch der Software wiederfinden, die über identische Schnittstellen verfügen und nach Möglichkeit über einfache Varianten anpassbar sein sollte. Systemzulassung sollte möglich sein, wodurch einzelne gesonderte Anwendungsfälle dann lediglich über eine Anlagenzulassung verfügen müssen.

Durch die strikte Trennung zwischen Projekten und Schnittstellenentwicklungen wird eine wesentlich schnellere Abwicklung von Projekten möglich. Die Wiederverwendbarkeit von Komponenten wird erhöht und ein paralleles Arbeiten an Projekten bzw. Entwicklungen gefördert.

Bei zeitkritischen Projekten können Aufgaben ausgelagert werden. Das bedeutet, dass ein Planungsbüro, welches die Ausführungsplanung Planteil 1 (PT 1) erstellt, auch anschließend die Fahrweg- bzw. Fahrstraßentabellen generieren kann. Die Konfigurationsdateien werden im Datenformat XML (Extensible Markup Language) gespeichert. Dieses Datenformat wird durch viele aktuelle Tools unterstützt und allgemein verwendet. Durch XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformation) können die Daten geprüft und zur weiteren Verwendung konvertiert werden (Bedienungshandbuch, Fahrwegtabellen o. ä.).

Zusätzlich wurde eine hohe Verfügbarkeit mit extrem schnellen Reaktionen

des Systems gefordert, gerade auch um große Anlagen effizient bedienen, warten und instand halten zu können. Eine gute Basis für die einzusetzende Technologie bot die Laufwegsteuerung aus der Tiefenbach Microcomputer-Zugbildungsanlage (TMC-ZBA) der Pintsch Tiefenbach GmbH. Die hier eingesetzten Komponenten, Baugruppen und Bauteile haben sich im harten und dauerhaften Betrieb als überaus zuverlässig und belastbar gezeigt.

Es wurde eine grobe Clusterung der Elemente des TMC-RaStw 2.0 durchgeführt (Bild 1) in der nach Leit- und Bedienebene, Steuerungsebene sowie Feld- und Stellebene unterschieden wird. In der Leit- und Bedienebene befinden sich die Bedienarbeitsplätze, die Protokolldatenbank, der Visualisierungsverwaltungsrechner (VVR) sowie der optionale Zuglenkrechner.

Der Bedienarbeitsplatz stellt das Gleisbild in Übersichten und Gleisbildlupen dar. Zusätzlich kann der Bediener sich das sogenannte Statusfenster öffnen. Hier kann er sich Systeminformationen anzeigen lassen, die ihm Auskunft über den Anmeldestatus (Bediener, Bediener mit Hilfshandlung oder Instandhalter) angeben. Zusätzlich gibt es optional die Möglichkeit der Onlinehilfe, die bei entsprechender Rechtevergabe durch einen berechtigten Bediener oder Instandhalter angepasst werden kann. Somit entsteht in jedem System, das diese Funktionalität beinhaltet, mit der Zeit eine eigene anlagenbezogene Onlinehilfe.

Es kann im Statusfenster durch jeden Bediener eins von vier zur Verfügung gestellten Farbschemen für die Bedienung ausgewählt werden. Außerdem erhält der Bediener im Statusfenster immer aktuell die Kommandohistorie und die Zustände der einzelnen Komponenten. Über die Serviceschnittstelle, die rückwirkungsfrei ausgeführt ist, wird eine Vielzahl von Informationen ausgegeben, z. B. der Status der einzelnen Weichengruppen, Signalgruppen, I/O-Gruppen und Achszählkreise. Zusätzlich kann man sich weitere Systeminformationen anzeigen lassen, um einen Gesamtüberblick über das aktuelle System zu erhalten.

Der Visualisierungsverwaltungsrechner stellt den Bedienarbeitsplätzen alle erforderlichen Daten zur Verfügung. Zusätzlich bekommt er die Steuerkommandos aus den Bedienarbeitsplätzen und leitet diese entsprechend aufbereitet an den zentralen Leitreechner (ZEN). Sollte ein übergeordneter zentraler Leitreechner nicht erforderlich sein, werden die Steuerkommandos an einen Bereichsrechner (BR) gesendet, der in kleinen Systemen auch die ZEN-Funktionalität haben kann.

Der Visualisierungsverwaltungsrechner übernimmt in der Leit- und Bedienebene die zentrale Funktionalität und liefert alle relevanten Systemdaten an die abgesetzte Protokolldatenbank. Zu den Systemdaten gehören die Zustände von Komponenten, Baugruppen, Datenübertragung, etc. Zusätzlich werden alle Bedienhandlungen protokolliert wie auch die Ergebnisse daraus. Weiter kommuniziert der Visualisierungsverwaltungsrechner auch mit einem Zuglenkrechner, wenn diese Option Bestandteil eines TMC-RaStw 2.0 ist. Durch den Einsatz des Visualisierungsverwaltungsrechners wird es möglich, ohne zusätzlichen projektspezifischen Aufwand mehrere Bildschirmarbeitsplätze mit jeweils bis zu vier Monitoren zu verwenden. Dabei sind Bedienungen von allen Bildschirmarbeitsplätzen gleichzeitig möglich. Ein Authentifizierungskonzept weist jedem Bediener seine spezifischen Rechte zu. Benutzerdefinierte Einstellungen können vorgenommen werden.

Der Visu-Connector befindet sich optional auf dem Visualisierungsverwaltungsrechner und übernimmt die Benutzerauthentifizierung sowie die Protokollierung. Alle Systemmeldungen und Bedienhandlungen werden in einer Protokolldatenbank sowie bei Bedarf direkt auf Festplatte protokolliert. In der Regel ist ein Visu-Connector empfehlenswert. Das Softwaredesign ist aber so ausgelegt, dass dieser nicht notwendigerweise vorhanden sein muss. Wird auf den Visu-Connector verzichtet, führt dies zu einem kleineren Systemaufbau, aber es kommt damit auch zu Einschränkungen. In diesem Fall ist der Betrieb mit lediglich einem Bildschirmarbeitsplatz und ohne Benutzerverwaltung möglich. Die Protokollierung findet direkt auf dem Bildschirmarbeitsplatzrechner statt. Wird der Visu-Connector jedoch eingesetzt, werden bis zu 16 Bedienarbeitsplätze und eine beliebige Anzahl an unterschiedlichen Benutzerprofilen unterstützt.

In die Protokolldatenbank werden neben den protokollierten Systemdaten auch die Benutzerdaten und deren Systemberechtigungen abgelegt. Systemkonfigurationen wie Fahrwege o. ä. werden nicht in der Systemdatenbank vorgehalten. Um die protokollierten Systemdaten zu speichern und für den schnellen Zugriff aufzubereiten, wird im Regelfall ein SQL-Datenbankserver eingesetzt. Durch die ODBC-Schnittstelle sind unterschiedliche Datenbanksysteme denkbar und möglich. Eine Anbindung an beim Betreiber bereits vorhandene Datenbanksysteme ist damit möglich, um z. B. Wartungs- und Instandhal-

tungsdaten in Drittsystemen darzustellen und wie gewünscht aufzubereiten.

Auf dem Visualisierungsverwaltungsrechner kann ein zusätzlicher Web-Server installiert werden, welcher per Hypertext-Preprocessor (PHP) auf die Systemdatenbank zugreift und entsprechende Protokoll Daten per Internet-Browser zur Verfügung stellt. Der Web-Server ist zusätzlich für eine optionale Onlinehilfe zwingend erforderlich. Darüber hinaus werden Systemdaten der Service-Schnittstelle gesammelt und können benutzerfreundlich dargestellt werden.

Eine weitere Option ist die Zuglenkung über einen Zuglenkrechner mit Zugnummernverfolgung in diesem System. Anhand von Zugnummern und Zielangaben kann die Zuglenkung automatisch Fahrwege einstellen. Sie kann nur Regelbedienungen durchführen. Die Zuglenkung wird getrennt lizenziert und konfiguriert. Sie ist ein integraler Bestandteil des Visu-Connectors. Am Bedienarbeitsplatz können Zuglenkungen eingegeben und verfolgt werden. Der aktuelle Status ergibt sich aus Position und Farbe der Zugnummer. Die Zuglenkung und die Zugnummernverfolgung automatisieren die Fahrstraßeneinstellung. Eine Zuglenkung besteht immer aus einer Zugnummer, einem Zugnummernziel und einer Startposition. Die Zugnummer selbst hat nur informativen Charakter. Die Position ergibt sich aus der tatsächlichen Eingabeposition am Bildschirmarbeitsplatz. Das Zugnummernziel wird als alphanumerischer Wert eingegeben. Für die Zuglenkung ist eine Tabelle mit Position und Zugnummernziel vorhanden. Gibt es eine gültige Kombination und ist an der Position das Gleis besetzt, wird der entsprechende Fahrweg eingestellt und die Zugnummer nach Befahren des entsprechenden Fahrwegs an die neue Position weitergeschaltet. Bei der Zugnummernverfolgung wird eine Zugnummer wie oben beschrieben eingegeben. Jedoch muss es sich nicht um eine gültige, in der Tabelle hinterlegte Zuglenkung handeln. Das Gleis an der Startposition muss auch nicht zwangsweise besetzt sein. Eine Fahrstraße kann hier manuell eingegeben werden. Dies wird von der Zugnummernverfolgung erkannt und die Zugnummer wird automatisch weitergeschaltet.

In der Sicherungsebene findet man – soweit erforderlich – den zentralen Leitreechner und die entsprechenden Bereichsrechner. In kleinen Rangierstellwerken übernimmt ein Bereichsrechner gleichzeitig auch die Funktion des zentralen Leitrechners und damit die Kommunikation mit dem Visualisierungsverwaltungsrechner, soweit vorhanden. An

den zentralen Leitreechner können bis zu 31 Bereichsrechner angeschlossen und verwaltet werden. Der zentrale Leitreechner übernimmt eine übergeordnete Rolle und stellt die Schnittstelle zwischen dem Visualisierungsverwaltungsrechner und dem Bereichsrechner dar. Auf dem zentralen Leitreechner sind zusätzlich Fahrweg- oder Fahrstraßentabellen enthalten, die bereichsübergreifende Fahrwege oder Fahrstraßen einstellen und überwachen. Hierbei handelt es sich um Fahrwege oder Fahrstraßen, welche über zwei oder mehr Bereichsrechner gehen können. Die bereichsspezifischen Fahrwegtabellen sind auf dem jeweiligen Bereichsrechner hinterlegt. Die Überwachung, ob Fahrwege bei Anforderung einstellbar sind, erfolgt auf den Bereichsrechnern. Hier werden die sicherheitstechnischen Daten und Überwachungsfunktionalitäten ausgeführt und überwacht. Somit steckt die Sicherheit des Systems im Wesentlichen in den Bereichsrechnern. Alle angeschlossenen Stell- und Feldelemente werden im jeweiligen Bereichsrechner überwacht und gesteuert.

Die Kommunikation zwischen den Stellelementen, wie Weichengruppencontroller, Signalgruppencontroller, I/O- und Anschaltbaugruppen, und dem Bereichsrechner erfolgt über einen CAN-BUS. Die Kommunikation zwischen dem Bereichsrechner und dem zentralen Leitreechner erfolgt über eine Ethernet-Verbindung. Als Netzwerkprotokoll wird hier TCP/IP verwendet. Um TCP/IP um Echtzeit- und verbesserte Ausfalloffenbarungsmechanismen zu ergänzen, findet die Kommunikation über die TbComm-Bibliothek statt. TbComm ist eine betriebsbewährte Komponente aus den TMC-ZBA. Über Lichtwellenleiter (LWL) oder Local Area Network (LAN) erfolgt die physikalische Kommunikation. Somit kann auch über weite Strecken eine schnelle und zuverlässige Kommunikation sichergestellt werden.

Die Feld- und Stellebene unterscheidet dann nochmals zwischen Steuerungs- und Überwachungsbaugruppen und den Komponenten, die sich im Feld befinden. Zu den Stellelementen gehören die Weichengruppencontroller (WGC), das Weichengruppenleistungsteil (WGL), die Signalgruppencontroller (SGC), die I/O-Baugruppen (I/O) und die Anschaltbaugruppen (ABG) für die Achszählung (AZ). Als Feldelement bezeichnet man somit die Weichenantriebe (WA), die Rangiersignale (LS), die Doppelschienenschalter (DSS) der Achszählung (AZ) und Bedienelemente in der Außenanlage (z. B. Selbstbedientafeln). Alle Stell- und Feldelemente werden durch den jeweiligen

Bereichsrechner überwacht und gesteuert.

4 Betriebliche Anforderungen an das System TMC – RaStw 2.0

Der Prototyp des Rangierstellwerks wurde bei der ThyssenKrupp Steel Europe AG (TKSE) realisiert. Zu den betrieblichen Anforderungen zählte vor allen Dingen eine hohe Verfügbarkeit des Systems, aber auch eine schnelle und für die Bediener so einfach wie möglich zu handhabende Anlage. Es muss zu jeder Zeit ein reibungsloser Eisenbahnverkehr auf dem Werksgelände ermöglicht werden. Derzeit befinden sich in der Regel zwischen 70 bis 100 Rangiereinheiten gleichzeitig im Einsatz und müssen durch die Bediener behandelt werden. Hierzu sollten in der Betriebszentrale zwei gleichzeitig aktive Bedienarbeitsplätze errichtet werden. Diese mussten je neben drei Bedienübersichten und 18 Bildschirmlupen mit einem Zuglenkrechner und Zugnummernbehandlung ausgerüstet sein.

Für die Konfiguration des Zuglenkrechners wurde seitens der ThyssenKrupp Steel Europe AG ein Konfigurator-Modul gefordert, welches es dem Eisenbahnbetrieb ermöglicht, bei geändertem Betriebsverfahren in bestimmten Bereichen des Systems selbstständig die Zuglenkung auf Basis der bestehenden Fahrwege im zentralen Leitreechner und in den Bereichsrechnern zu konfigurieren. Zusätzlich wurde ein abgesetzter Bedienarbeitsplatz gefordert, der im Bereich der Ein- und Ausfahrten aus dem Werksgelände zu errichten war.

Es durfte im Zuge der Erneuerung nicht zu erheblichen Verzögerungen kommen, da die Produktion im Stahlwerk nach wie vor sichergestellt werden musste. Gemeinsam mit den Beteiligten der ThyssenKrupp Steel Europe AG wurden alle Anforderungen aufgenommen und bewertet. Eine Realisierung in der Form war nur durch die tatkräftige Unterstützung der Projektleitung der ThyssenKrupp Steel Europe AG möglich, da alle betrieblichen und technischen Belange gesammelt, bewertet und zur Umsetzung des Projektes aufbereitet wurden.

Eine weitere Anforderung lautete, dass die Außenanlage in dem Zustand, wie sie sich vor der Realisierung befand, beibehalten werden musste, weil sich das betriebliche Konzept mit der Erneuerung der Fahrwegsteuerung nicht ändern würde. Somit mussten die bereits realisierten Fahrwege durch das neue System wieder zur Verfügung gestellt werden.

Seitens der ThyssenKrupp Steel Europe AG wurde durch die Projektleitung, dem Eisenbahnbetrieb sowie den Eisenbahnbetriebsleiter daraufhin auf Basis der Betriebsvorschriften für den Eisenbahnbetrieb eine Projektierungsrichtlinie erstellt. Diese behandelt im Wesentlichen betriebliche Besonderheiten, die sich aus der Gleistopologie im Werksbereich ergaben. Darunter fielen die Behandlung von Kreuzungen im Werksbereich, Zwischschutzfunktionen, Flankenschutzfunktionen, die Art der Fahrwegsteuerung sowie die für den Werksbereich geforderte Signalisierung. Diese Projektierungsrichtlinie, die für dieses System und für zukünftige Änderungen, Ergänzungen oder Erweiterungen zwingend einzuhalten ist, wurde umgesetzt.

Darüber hinaus wurde die Pintsch Tiefenbach GmbH aufgefordert, ein Realisierungskonzept für den Umbau und die Inbetriebnahme des Systems zu erstellen und mit den technisch Verantwortlichen der ThyssenKrupp Steel Europe AG abzustimmen. Es war sicherzustellen, dass die Produktion so wenig wie möglich und nicht mehr als nötig eingeschränkt wird. Damit musste dafür Sorge getragen werden, dass die Umschaltzeit zwischen dem Betrieb des bestehenden Systems und dem neuen System so gering wie möglich gehalten wurde. Das galt natürlich für alle dreizehn Stellwerksbereiche, die in das neue Rangierstellwerk umgerüstet werden sollten. Folglich wurden die einzelnen Bereiche des TMC-RaStw 2.0 erst einmal in einem Modulcontainer errichtet. Da eine solche Umrüstung, die insgesamt 217 Weichen, 307 Signale, Anbindung von 403 bestehenden Achszählkreisen und ca. 1450 Rangierfahrstraßen in 13 Stellwerksbereichen nicht in einem Zuge umrüstbar waren, wurden drei Inbetriebnahmestufen vereinbart. In der ersten Inbetriebnahmestufe wurden sieben, in der zweiten fünf und in der dritten und letzten Inbetriebnahmestufe zwei Stellwerksbereiche umgerüstet.

Um die Steuerung der Außenanlagen in der neuen Technologie zu übernehmen, waren Verbindungen an die bestehenden Kabelabschlussgestelle in den Modulgebäuden erforderlich. Diese wurden als unverwechselbare Systemstecker rückwirkungsfrei realisiert, damit später eine problemlose Umschaltung erfolgen konnte. Nachdem in dem Bereich alle Vorbereitungen getroffen wurden, wurde das bestehende System abgeschlagen und die Außenanlage an das TMC-RaStw 2.0 angeschlossen. Anschließend konnten die Zuordnungsprüfung und die Abnahmeprüfung durchgeführt werden. Daraufhin wurde der umgeschalte-

te Stellwerksbereich – jetzt aber mit dem neuen System – wieder dem Eisenbahnbetrieb übergeben.

Danach wurden die abgeschlagenen alten Steuerungen zurückgebaut und die Modulgebäude renoviert. Dazu gehörte die Anpassung des bestehenden LWL-Systems genauso wie die Überholung bzw. Erneuerung der Klimatechnik in den eigentlichen Modulgebäuden. Weiter wurden die Modulgebäude renoviert und abgedichtet.

Im zweiten Teil der Inbetriebnahmestufe mussten die Steuerungen des neuen Rangierstellwerks in das Modulgebäude umgesiedelt werden. Hierzu wurden erneut unverwechselbare Systemkabel vom Kabelabschlussgestell zu den Standorten der neuen Steuerungen im Modulgebäude verlegt. Das geschah nach dem gleichen Prinzip wie zuvor bei der Errichtung im Modulcontainer. Anschließend wurden die Modulcontainer zu den nächsten umzurüstenden Bereichen gebracht, damit die kommende Inbetriebnahmestufe nach dem gleichen Prinzip erfolgen konnte.

Dieser Ablauf hat sich aufgrund der hervorragenden Abstimmung der Projektbeteiligten auf beiden Seiten als die beste Möglichkeit für den Eisenbahnbetrieb und die Produktion des Stahlwerks herausgestellt, da die stellenweise nicht zu vermeidenden Betriebsunterbrechungen sich so gering wie möglich ausgewirkt haben. Für bestimmte Strecken bzw. Gleisabschnitte musste jedoch der Betrieb auch in der Umbauphase aufrecht erhalten bleiben, was durch den Einsatz von Personal im Gleis mit der Festlegung von einzelnen Weichen sichergestellt werden konnte.

5 Wartungs- und Instandhaltungsanforderungen an das TMC – RaStw 2.0

Durch den modularen und dezentralen Aufbau des Systems soll eine präventive und korrektive Instandhaltung mit so wenig Zeitaufwand und so vielen Informationen wie möglich sichergestellt werden. Diese Anforderung wird durch die Architektur des Systems mit leistungsfähiger Hard- und Software erfüllt. Durch die flexiblen Kommunikationsmöglichkeiten ist eine optimale Systemanalyse zu jedem Zeitpunkt möglich. Vielfältige War-

tungsoptionen sind durch Verwendung modernster Kommunikationseinrichtungen, wie Internet, Intranet, Voice over IP (VoIP), ISDN, GSM und DSL, möglich. Hier kann ein breites Spektrum an Informationsausgaben zum Systemstatus realisiert werden. Dazu gehören neben der Protokollausgabe am Bedienarbeitsplatz die Ausgaben per Webbrowser, SMS oder automatischem Telefonanruf beim Wartungs- und Instandhaltungsdienst. Auch eine mögliche automatische Sendung einer Protokollausgabe an die Pintsch Tiefenbach GmbH zur Unterstützung des Wartungs- und Instandhaltungspersonals bei der Systemanalyse zur Auswertung von Systemzuständen ist möglich. Mögliche Ausfälle einer Komponente oder Baugruppe können so schon im Vorfeld identifiziert und vermieden werden. Auch ist eine Serviceschnittstelle für die Pintsch Tiefenbach GmbH realisierbar, über die sich die erforderlichen Systemdaten bei Bedarf entweder nach Freigabe durch den Wartungs- und Instandhaltungsdienst oder direkt geholt werden können.

Alle Diagnose- und Analysefunktionen sollen ohne Auswirkung auf den Betrieb bzw. das Betreiben des TMC-RaStw 2.0 möglich sein. Durch den hierarchischen Aufbau des Systems sind diese Funktionen hinter einer Firewall realisierbar. Die Steuerungskomponenten sind strikt von den Wartungs- und Informationseinrichtungen getrennt. Die Verfügbarkeit des Rangierstellwerks kann durch diese präventiven Maßnahmen wesentlich erhöht werden. Damit ist der Eisenbahnbetrieb zu keinem Zeitpunkt beeinträchtigt. Im Zuge der präventiven Instandhaltungsmaßnahmen können frühzeitig Unregelmäßigkeiten erkannt und Systemausfälle vermieden werden. Sollten aus den Analysen Maßnahmen resultieren, kann zu Zeiten einer Betriebsruhe oder in gering frequentierten Zeiten des Systems eine korrektive Instandhaltungsmaßnahme durchgeführt werden. Auch das trägt zur hohen Verfügbarkeit des Systems für den Eisenbahnbetrieb bei.

Das System soll die aktuellen Systemstati zu jeder Zeit von jedem Ort im System abrufbar zur Verfügung stellen. Moderne Kommunikationsmöglichkeiten sollen zur Information des Instandhaltungsdienstes zur Verwendung kommen und auf bestimmte festgelegte Zustände reagieren. Fehlerdiagnosen sol-



Bild 2: Statusanzeige der I/O-Baugruppen



len vor Ort im Modulgebäude eines Bereiches aber auch von jedem Ort im LAN des TMC-RaStw 2.0 möglich sein, an dem es einen Zugang gibt. Die Statusanzeige (Bild 2) zeigt die Zustände der I/O-Baugruppen im Modulgebäude des Stellwerksbereiches an. Damit können vor Ort sofort die Stati von Schnittstellen und anderen angeschlossenen Systemen bzw. Steuerungskomponenten ausgewertet werden. Hier werden die Werte aus den I/O-Baugruppen ausgelesen. Mit den Tasten „Kartenauswahl“ wird die entsprechende Baugruppe im

System ausgewählt. Die entsprechende Baugruppennummer wird in der vierstelligen Siebensegmentanzeige angezeigt. Die bis zu 16 Bit der Eingangs- und Ausgangszustände werden über Leuchtdioden (LED) rechts neben der Siebensegmentanzeige ausgegeben. Somit hat der Instandhaltungsdienst, der sich im Modulgebäude befindet, die Möglichkeit, sich die einzelnen Stati aller eingesetzten Baugruppen anzeigen zu lassen. Die Stati der Bereichsrechner, der CAN-Controller, der Weichengruppencontroller (Bild 3), der Signalgruppencontroller und der Achszählung werden auf den Baugruppen in der Stellebene angezeigt.

Weiter hat der Instandhaltungsdienst jederzeit die Möglichkeit, sich mit einem Notebook oder Diagnosegerät in das LAN einzubringen und die Stati aller Stellwerksbereiche auszuwerten. Dazu muss er sich nicht an dem Anlagenteil befinden, den er gerade auswerten will, sondern es ist von jedem Ort, an dem eine freie Schnittstelle zum LAN besteht, möglich. Das vereinfacht die Ursachendiagnose bei Unregelmäßigkeiten und verkürzt somit auch die Reaktionszeiten der Wartung und Instandhaltung erheblich. Zusätzlich kann der Instandhaltungsdienst, wenn es erforderlich ist, weitere Protokolldateien aus dem zentralen Leitreechner oder den Bereichsrechnern auslesen, um Abläufe auszuwerten und weitere Details bei der Diagnose oder Analyse von Unregelmäßigkeiten oder Systemzuständen zu erhalten.

6 Kosten/Nutzen-Vergleich

Die Realisierung des TMC-RaStw 2.0 ist aufgrund der abgestuften Sicherheit wesentlich günstiger als eine Realisierung von Rangierbereichen durch ein Elektronisches Stellwerk. Das liegt in der überaus aufwändigen Entwicklung und Fertigung eines ESTW begründet. Hier sind Maßstäbe für die Behandlung von Zügen auf der Strecke erforderlich, die für den Rangierbereich nicht zum Tragen kommen. Schutzkriterien des ESTW sind für einen Rangierbereich nicht erforderlich. So sind im Rangierbereich keine Maßnahmen zur Vermeidung von Gefähr-

dung von Reisenden zu realisieren. Es sind keine Durchrutschwege erforderlich, ausgenommen hiervon sind Bereiche für Zugeinfahrten in einen Rangierbereich. ESTW sind in der Regel mehrkanalig aufgebaut. Das bedeutet, dass ein wesentlich größerer Aufwand für die Realisierung, Wartung und Instandhaltung erforderlich ist und treibt die Kosten für den jeweiligen Instandhaltungsdienst in die Höhe. Durch den einkanaligen Aufbau des modularen Rangierstellwerks verringern sich die Instandhaltungskosten erheblich. Durch den modularen Aufbau und die abgestuften Sicherheitsanforderungen lassen sich vielfältige Funktionalitäten realisieren, die ein ESTW nicht bieten kann. Als Beispiel sei die Möglichkeit eines Selbststellbetriebes genannt, der einen Betrieb auf einem Rangierstellwerk sicherstellt, wenn der Bedienarbeitsplatz nicht besetzt ist. Das bietet dem Lokrangierführer oder dem Triebfahrzeugführer die Möglichkeit, in betriebsschwachen Zeiten selbstständig zu rangieren. Hierzu werden die Signale für die gewählten Rangierfahrstraßen durch die Bedienung der Selbstbedientafeln durch das vorgenannte Personal selbstständig gestellt. Voraussetzung dafür ist, dass die Anforderungen an das Einstellen einer Rangierfahrstraße durch das System positiv bewertet werden. Durch diese Funktionalität kann in betriebsschwachen Zeiten Bedienpersonal eingespart werden.

LITERATUR

- [1] Mende, M.: Systemdokumentation Software Stand: 18.03.2013
- [2] Preiss, Ch.: Servicedokumentation Service Stand 20.10.2010
- [3] Dünnwald, S.: Instandhaltungshinweise Stand 19.11.2012

Der Autor

*Oliver Fellner
Bereichsleiter Technisches
Projektmanagement
Pintsch Tiefenbach GmbH
Anschrift: Beisenbruchstraße 10,
D-45549 Sprockhövel
E-Mail: oliver.fellner@pintschtiefenbach.de*

■ SUMMARY

Efficient shunting by modern, modular interlocking systems

Considerable cost savings can be achieved by the combination of modern and reliable hard- and software for both operations and maintenance. This applies to the implementation as well as to maintenance and service. This article will demonstrate how modern electronic technologies allow for the efficient operation of a highly frequented shunting system.