



Betriebssteuerung

Inbetriebnahme des ersten digitalen Stellwerks für die DB Netz AG

Dipl.-Ing. André Lisker, Vertriebsleiter im Regionalbereich Ost und Regionalnetze der Regionalbereiche Nord, Ost und Südost, Berlin, und **Dipl.-Ing. Kersten Kanis**, Projektleiter im Bereich Sales Engineering Deutschland, Projektleiter Entwicklung Pilotprojekt DSTW Annaberg-Buchholz, Braunschweig, beide Siemens Mobility GmbH

Die Inbetriebnahme des ersten digitalen Stellwerks in Annaberg-Buchholz war ein Meilenstein auf dem Weg zur Digitalisierung der Leit- und Sicherungstechnik. Diese Referenzimplementierung war Teil eines Pilotprojektes im Rahmen der Neuausrichtung der Produktionssteuerung (NeuPro) bei der DB Netz AG. Damit werden völlig neue Wege in der Gestaltung der Systemarchitektur im Schienennetz beschritten, die hohe Anforderungen an die beteiligten Industriepartner stellt.



Im Bahnhofsbereich des ESTW Annaberg-Buchholz Süd ging die neue DSTW-Architektur Anfang 2018 in Betrieb

Mit der Inbetriebnahme des ersten Stellwerks entsprechend der NeuPro-Architektur wird ein Paradigmenwechsel vollzogen. Dieser Wechsel ist gekennzeichnet durch den Einsatz hochverfügbarer Industrie-TCP/IP-Netzwerke und die Implementierung von Standardschnittstellen. Grundlegend ist hierfür die konzeptionelle Trennung von Energie- und Informationsübertragung. In diesem wesentlichen Punkt unterscheidet sich ein digitales Stellwerk (DSTW) von elektronischen Stellwerken (ESTW) aktueller Bauart.

Ziele von Referenzimplementierung und Serien-Roll-Out

In der über 170 Jahre umfassenden Historie der Stellwerkssysteme erfolgte eine stetige Weiterentwicklung dieses Kernelements der Sicherungstechnik, beginnend vom mechanischen über das elektromechanische und das Relaisstellwerk. Mit dem DSTW schließt die Bahn an den Stand der Technik an, der in vielen Bereichen unserer Gesellschaft durch die Digitalisierung geprägt wird.

DSTW und ESTW

Das DSTW ist ein innovatives elektronisches Stellwerk. Die mit einem DSTW bedingten Veränderungen in der Architektur, den technischen Einzellösungen und damit verbundenen enormen technologischen Potenzialen sind allerdings derart weitreichend, dass die DB AG das „ESTW NeuPro“ als eigenständige fünfte Stellwerksgeneration – nach dem ESTW – betrachtet.

Sucht man nach wenigen eindeutigen Kategorien, die ein DSTW kennzeichnen, sind das unter anderem

die netzwerkfähige Systeme, herstellerübergreifende Kompatibilität, aber auch mobile neue Dienstleistungen (Diagnose) – zukünftig sogar „Stellwerke in der Cloud“.

Das in Annaberg-Buchholz realisierte Stellwerk leitet im Bereich der DB Netz AG einen Wandel ein: Wurden bis heute Stellwerke als Komplettanlagen eines Systemanbieters realisiert, sollen zukünftig Anlagen durch die Kombination unterschiedlicher Ausrüster als Gesamtanlage errichtet werden. Der Betreiber der Infrastruktur übernimmt die aktive Rolle zur Definition des Systems, wird zum Hersteller des Gesamtsystems und trägt zukünftig die Systemverantwortung. Diese Verantwortung geht hin bis zum Obsoleszenzmanagement von Teilsystemen und Komponenten.

Das Programm NeuPro

Mit NeuPro sollen – auch im wortwörtlichen Sinn des Programmnamens – komplett neue Wege beschritten werden, um die Zukunftsfähigkeit des Systems Bahn abzusichern. Somit besteht die ausdrückliche vertragliche Forderung der DB AG, diese Teilsysteme nach den für Neusysteme geltenden europäischen Normen (EN), unter anderem des Europäischen Komitees für elektrische Normung (CENELEC), zu entwickeln und entsprechende Nachweise zu führen.

Der wirkliche Neubeginn kann folglich nur mit entsprechenden Neuentwicklungen einhergehen und wäre auf Basis von Systemen, die nach den Grundsätzen der Mü 8004 (Technische Grundsätze für die Zulassung von Sicherungsanlagen – gilt nicht mehr für Neuanwendungen) entwickelt wurden, unmöglich beziehungsweise nur unter hohem zusätzlichem Aufwand zulassungsfähig. Dies stellt hohe Anforderungen sowohl an die Industrie bei der Entwicklung und

Nachweisführung als auch an den Zulassungsprozess, zumal die Vorgaben nach CENELEC für den ganzen Lebenszyklus eines Systems gelten.

Inhalte der Referenz- implementierung

Die Grundlagen für eine Vorserie und ein Serien-Roll-Out werden in der Regel in Referenz- beziehungsweise Pilotprojekten erarbeitet, im Anschluss ausgewertet und falls erforderlich nachgesteuert, um das Produkt beziehungsweise das System hinsichtlich Architektur, Schnittstellen und Konfiguration weiter zu stabilisieren. Das Referenzimplementierungsprojekt wurde in zwei inhaltlich aufeinander aufbauenden Phasen umgesetzt.

NeuPro 1. Phase (2012-2013)

In der ersten Phase (Projektstart 2012) bestand das Ziel darin, die Zulassungsfähigkeit festzustellen, ein hoch verfügbares IP/ETH-Netzwerk (Internetprotokoll/Ethernet) zu implementieren und den Funktionsnachweis über eine solche Architektur im Gleisbereich zu führen. Zeitgleich wurde die Steuerung der Signale dezentralisiert.

NeuPro 2. Phase (2013-2018)

Das Ziel der zweiten Projektphase bestand in der Realisierung der NeuPro-Schnittstellen SCI-LS, SCI-TDS und SCI-P – den NeuPro-Standards – für die Lichtsignale, Achszähler sowie Weichen (SCI: Standard Communication Interface).

Um den gesetzten NeuPro-Zielen und der Aufgabenstellung gerecht zu werden, war es dabei unumgänglich, konsequent nach CENELEC entwickelte Komponenten und Teilsysteme zum Einsatz zu bringen. Da derartige – durch NeuPro definierte – Object Controller nicht verfügbar waren, mussten diese neu entwickelt werden.

Auf Basis dieses Portfolios war es möglich, angefangen von der ESTW-Zentraleinheit, einer vollumfänglichen Gleisfeldvernetzung und den dezentralisierten Teilsystemen, einen kompletten Bahnhof entsprechend der NeuPro-Architekturmerkmale auszurüsten.

Diese Architekturmerkmale im Projekt sind:

- ein hochverfügbares, redundantes IP/ETH-Netzwerk unter Verwendung von Industriekomponenten,
- dezentralisierte Object-Controller für alle sicherungstechnischen Elemente und
- standardisierte Schnittstellen zwischen Stellwerk und den Teilsystemen.

Die Pilotanwendung sah die projektbegleitende Implementierung der NeuPro-Prozessschnittstellen in den

Stellwerkkomponenten vor. Diese Schnittstellen waren mit dem im Oktober 2014 vorhandenen und abgestimmten Stand des Lastenheft beschrieben (Design Freeze des erreichten Standes der Anforderungen).

Für die Realisierung des DSTW wurde ein bereits mit einem ESTW ausgerüsteter Bereich der Erzgebirgsbahn ausgewählt. Dies bedeutete die Realisierung eines DSTW in einer in Betrieb befindlichen Anlage – „unter dem rollenden Rad“.

Alle bis dahin „klassisch“ vorhandenen Teilsysteme des in Betrieb befindlichen Stellwerkes der Bauform Simis D wurden auf eine sicherungstechnische dezentralisierungs- und IP-fähige Controller-Plattform umgerüstet. Die Zulassung der neuen Technik erfolgte auf Grundlage der Verwaltungsvorschrift BAU-STE durch das Eisenbahn-Bundesamt (EBA).

Projektvorstellung und -architektur

Das übergeordnete Ziel der DB Netz AG war die Realisierung des DSTW und die damit einhergehende Nachweisführung der Architektur des „ESTW NeuPro“. Dieses Ziel wurde ohne Abstriche erreicht.

Mit der Einführung der DSTW-Architektur beabsichtigt die DB Netz AG gleichzeitig auch eine Veränderung der Vergabepaxis (losweise Vergabe). Zukünftig wird aus diesem Grund eine DSTW-Anlage durch mehrere Signalbaufirmen der Leit- und Sicherungstechnik (LST) realisiert werden. Insofern war vorgesehen, die Gleisfeldvernetzung bereits im Pilotprojekt als Beistelleistung des Auftraggebers funktionsfähig übergeben zu bekommen. Jedoch wurde kein weiterer leistungsfähiger Partner gefunden, so dass durch Siemens die Realisierung der Gleisfeldvernetzung mit übernommen wurde.

Dennoch entspricht die umgesetzte Architektur in jedem Detail den 2012 vorgegebenen NeuPro-Zielen und damit den Losgrenzen einer zukünftig getrennt möglichen Vergabe.

Das Projekt umfasst den kompletten Bahnhofsbereich des ESTW Annaberg-Buchholz Süd (mit 12 Kombinationssignalen, einem Lichtsperrsignal, drei Weichen, und 16 Gleisfreimeldeabschnitten).

Folgende Leistungen zu den Teilsystemen beziehungsweise Leistungslosen wurden im DSTW Annaberg-Buchholz Süd umgesetzt:

- Realisierung der zentralen ESTW-Rechnereinheit (ESTW-ZE)
- Aufbau der Gleisfeldvernetzung in Bezug auf IP/ETH und Energieversorgung

- Realisierung der Teilsysteme Signal, Weiche und Achszählung

Diese Cluster entsprechen im Übrigen der heute in den Vorserienprojekten erfolgten Losteilungen. Im Ergebnis wurde innerhalb der Gleisfeldvernetzung des DSTW Annaberg-Buchholz auch das Prinzip des sogenannten Point of Services (PoS) umgesetzt, der an der ESTW-ZE und jeweils in den Anschaltkästen der Controller den Zugang zum IP-Netz gewährleistet.

Die Umsetzung der Schnittstelle Point of Power (PoP) war hingegen kein definiertes Projektziel. Schlussendlich ist aber auch dieses Architekturmerkmal von NeuPro in der Anlage erkennbar. Die vorhandene Stellwerksstromversorgung wird zur Speisung der Gleisfeldvernetzung mit genutzt. Die Verteilung der Energie erfolgt über die Energiekabel der Gleisfeldvernetzung. Die Bereitstellung der Energie erfolgt an der Schnittstelle PoP im Anschlusskasten (gemäß der NeuPro-Systemdarstellung).

Die mit dem DSTW in Annaberg-Buchholz unter Beweis gestellte Architektur des ESTW NeuPro ist somit die Blaupause für die aktuell in der Realisierung befindlichen Vorserienprojekte. Ein wesentliches Ziel von Pilotierungen ist es, Erfahrungen für die Vorserie und Serie eines Systems zu sammeln. Das gilt in Bezug auf das DSTW auch für die neuen Architekturvorgaben. Aus diesem Grund wurde im Bereich der Gleisfeldvernetzung auch mit unterschiedlichen technischen Lösungen gearbeitet.

Dies betrifft unter anderem die Anwendung unterschiedlicher Kabelmedien, so dass die Feldringe des IP/ETH-Netzes sowohl in Kupfer als auch in Lichtwellenleiter (LWL) sowie mit unterschiedlicher dazugehöriger Kommunikationstechnik realisiert wurden.

Innenanlage (ESTW-ZE)

Durch Umsetzung der architektonischen Vorgaben der NeuPro-Zielarchitektur durch die DB Netz AG wird der Umfang der klassischen Innenanlage stark reduziert. Die Elemente eines Stellwerks und deren Funktionen verlagern sich in den Bereich der Außenanlage.

Aufgrund der konsequenten Netzwerkfähigkeit aller Teilsysteme ist ein „Stellwerksrechner“ in seiner bekannten Ausprägung am Standort der jeweiligen Betriebsstelle nicht mehr erforderlich. Der eigentliche Kern (Zentraleinheit) muss nicht mehr in „klassischer Stellentfernung“ von den Feldelementen platziert werden, sondern kann räumlich unabhängig untergebracht werden. Innerhalb dieses Projektes erfolgte der Aufbau des Teilsystems ESTW-ZE aus praktischen Gründen unmittelbar neben dem weiterhin in Betrieb befindlichen, klassischen ESTW eines anderen Stellbereichs. Dieses Vorgehen im Pilotprojekt hatte drei Vorteile:

- Die vorhandene zentrale Stromversorgung wird für das DSTW und für das ESTW gemeinsam genutzt.
- Der DSTW-Steuerbereich der Betriebsstelle Annaberg-Buchholz Süd konnte in den Steuerbereich des ESTW-Z integriert werden (gemeinsamer Bedienplatz).
- Die spätere Integration der Bedienschnittstelle (SCI-CC) ist nach der Finalisierung entsprechender Lastenhefte möglich.

Sicherungstechnische Feldelemente (Außenanlage)

Entsprechend der Architekturvorgaben wurden am jeweiligen Standort der Feldelemente dazugehörige Anschlusskästen (siehe Abbildung rechts unten) mit der Technik für IP/ETH, Energie und die sicherungstechnischen Elemente (Object Controller) realisiert. Hierbei bieten die seitens Siemens realisierten Feldelemente-Anschlusskästen (FeAK) die grundsätzliche Möglichkeit, bis zu drei Single Object Controller zu integrieren, um hierüber den Aufwand in der Infrastruktur zu minimieren.

Dieser technische Lösungsansatz bietet demzufolge die Option, zum Beispiel an einem Signal – zeitgleich und damit funktionsnah – einen Object Controller der Gleisfreimeldung zu integrieren. In der Regel befindet sich im Nahbereich eines Fahrwegelements die entsprechende Sensorik, die sonst über eine dazugehörige konventionelle Verkabelung zu einem Stellwerksmodul zu führen wäre.

Der Vollständigkeit halber bleibt zu erwähnen, dass für Bereiche einer erhöhten Konzentration von Feldelementen und eventuell damit verbundenen Platzmangels im Gleisbereich ein „XL-Anschlusskasten“ konzipiert und verbaut wurde. In diesem können mehr als drei Object Controller (zum Beispiel Weichenbereich oder Bahnhofskopf) untergebracht werden.



Foto: Siemens AG

Anschlusskasten der Feldelemente

Gerätefamilie Trackguard Sinet (Object Controller)

Entsprechend der Aufgabenstellung der DB Netz AG wurde durch Siemens für die Teilsysteme eines DSTW eine komplett neue Gerätefamilie entwickelt. Die Neuentwicklung war erforderlich, weil die Geräteplattform neben den Standardschnittstellen auch die Dezentralisierungs- und IP/ETH-Fähigkeit beinhalten sollte, sowie – im Hinblick auf die Vorserienprojekte der DSTW – nachweislich nach CENELEC entwickelt werden musste.

Zudem bestand die Forderung, die Object Controller als so genannte Single Object Controller auszuprägen. Die Realisierung bereits zugelassener und verfügbarer Multi Object Controller klassischer Bauart hätten den Projektzielen nicht entsprochen.

Die verschiedenen Single Object Controller Module (xCM) kommen für unterschiedliche Anwendungen in den sicherungstechnischen Anlagen zum Einsatz:

- Signalstellteil (Signal Control Module Sigmaguard SCM 150)
- Achszählsystem (Axe Counter Module Clearguard ACM 250)
- Weichenstellteil (Point Control Modul Switchguard PCM 150)

Die Controller sind modular aufgebaut, skalierbar und auf Standard-Hutschienen im FeAk montierbar. Entsprechend seiner Funktion besitzt ein xCM-Controller entsprechende ID-Plugs, Betriebsartenstecker und mehrere Zustands-LED (Abbildung 2). Die Module sind für den erweiterten Temperaturbereich konzipiert und auch in unmittelbarer Gleisnähe einsetzbar.

Object Controller
SCM, ACM und
PCM



Die Gerätefamilie der Object Controller wird durch eine Reihe weiterer sicherungstechnischer Module ergänzt, die eine dezentralisierte, flexibel gestaltbare Stellwerkskonfiguration ermöglichen. Zu nennen sind hierbei:

- Stellteil Digitale Ein-/Ausgabe (Data Communication Module, Clearguard DCM 150)
- Komponente für die Steuerung und Überwachung dezentraler Stromversorgung/Energiebus 750 VDC (Sigrid Node Device SND)
- Datendiode zum sicheren rückwirkungsfreien Abgriff von Daten aus kritischen Infrastrukturen (u.a. Bahninfrastruktur) „Data Capture Unit“ (DCU)

Die zuletzt genannte Datendiode ermöglicht die Übertragung von Live-Diagnosedaten zur Übergabe an Analysensysteme und wurde ebenfalls im DSTW Annaberg-Buchholz installiert.

Stand der Zulassung

Die eingesetzten Object Controller sowie das zugehörige DSTW-Release haben eine Zulassung des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) im Rahmen des Projektes erhalten. Das ursprünglich vorgesehene Zulassungsverfahren nach NTZ (Verwaltungsvorschrift für die Neue Typzulassung) wurde auf Antrag des Auftraggebers im Rahmen des Projektes auf ein Zulassungsverfahren nach VV BAU-STE (EBA) umgestellt.

Eine bedeutende Herausforderung war der Nachweis, dass die Verfügbarkeitsanforderungen der Risikoanalyse 1d erfüllt werden. In diese Berechnungen gingen neben den Werten von Stellwerk und Object Controllern auch die der dezentralen Stromversorgungskomponenten und der verwendeten COTS (Components off-the-shelf)-Komponenten für die Gleisfeldvernetzung mit ein.

Es ist auf die außerordentlich gute Zusammenarbeit aller am Projekt Beteiligten und die erfolgte Umstellung des Zulassungsverfahrens zurück zu führen, das bereits nach relativ kurzer Zeit eine Zulassung des Gesamtsystems erreicht werden konnte.

Zur Erinnerung: Das Projekt wurde im Jahr 2012 initiiert, die Grundlage der Entwicklung mit dem notwendigen Design Freeze der Lastenhefte in 2014 gelegt. Im Jahr 2016 erfolgte nach Auslieferung der kompletten Anlage der Factory Acceptance Test im Werk. Die Inbetriebnahme erfolgte nach Vorlage aller Zulassungen im Januar dieses Jahres. Die Realisierung und damit die Systemverantwortung lagen über diesen Zeitraum in der Hand des Herstellers Siemens. Somit konnte das neue Produkt innerhalb von drei Jahren nach CENELEC entwickelt und innerhalb eines weiteren Jahres zugelassen werden.



Foto: DB AG/Kai Michael Neuhof

Migrationsfähigkeit

Bei der Entwicklung der DSTW-Teilsysteme war es selbstverständlich, die Migrationsfähigkeit der im Einsatz befindlichen Stellwerksplattformen unserer Kunden abzusichern. Im Rahmen des Projektes wurde deshalb gleichzeitig der Nachweis geführt, dass die modernste ESTW-Technik von Siemens (Simis D) mit neuen DSTW-Anlageteilen, die dem NeuPro-Standard entsprechen, innoviert werden kann.

Es ist somit technisch möglich, Simis-D-Stellwerke um NeuPro-Steuerbereiche zu erweitern. Die Technik besitzt entsprechende Zulassungen und DB-Freigaben. Für die Umsetzung der Standards der NeuPro-Architektur müssen bestehende Simis-D-Stellwerke und deren Infrastruktur nicht ersetzt werden.

Die mit der NeuPro-Architektur verbundenen Ziele und Eigenschaften (zum Beispiel Unabhängigkeit der Außenanlage vom Aufstellort der ESTW-ZE, Verzicht auf klassische Modulgebäude) gelten damit auch für – um NeuPro-Bereiche erweiterte – Bestands-ESTW Simis D von Siemens.

Ausblick

Womöglich findet mit der Einführung der DSTW-Technik der größte Umbruch in der Stellwerkstechnik statt. Die klassische Trennung zwischen Sicherungstechnik und Telekommunikation wird aufgebrochen, das Tätigkeitsfeld wird umfangreicher und vielseitiger. Die Verantwortungen in Bezug auf Spezifikation, Planung und Pflege bis hin zu ganzen Berufsbildern werden sich umfassend verändern.

Der Bahnhof Annaberg-Buchholz Süd ist das erste vollständig mit NeuPro-Standardschnittstellen ausgestattete Stellwerk im Bereich der DB Netz AG. Die nächsten Schritte seitens der DB Netz AG sind die Realisierung der fünf Vorserienprojekte und der ab 2020 geplante Roll Out im gesamten Netzbereich.

Am 12. April 2018 erfolgte durch DB Netz AG, Beteiligte der Politik und der Projektpartner die symbolische Weichenstellung für das digitale Zeitalter am DSTW Annaberg-Buchholz. Es war zugleich Startschuss für die Gründung des Smart Rail Connectivity Campus, der Bahnbetreibern, Industriepartnern und Forschungsanstalten die Möglichkeit gibt, weitere neue und innovative Technologien im Bereich der Erzgebirgsbahn zu erproben. ■

Nach dem DSTW-Pilotprojekt wollen DB und Bahnindustrie bei der Erzgebirgsbahn weitere innovative Technologien erproben

Literatur

- Lisker, A., Kanis K., Mehlhorn L.: Erste Inbetriebnahme IP-angesteuerter Feldelemente SIGNAL+DRAHT, 2014 Heft 6.
 Lisker, A., Kanis K.: Inbetriebnahme des DSTW Annaberg-Buchholz Süd SIGNAL+DRAHT, 2018 Heft 4.