

ETCS-Planung im Projekt „Elektrifizierung Knappenrode – Horka“

Erkenntnisse zur integrativen Zusammenarbeit von LST-Untergewerken in einem ETCS-Projekt

DANIEL TRENSCHEL | MIKE TIETZE |
ELISABETH KRETSCHMER |
DAVID SCHINDLER

Der im Dezember 2018 nach zweigleisigem Ausbau und Elektrifizierung wieder in Betrieb genommene Streckenabschnitt Knappenrode – Horka [1] wird derzeit mit dem European Train Control System (ETCS) Level 2 ausgerüstet. Hierfür war es notwendig, die bis 2018 schrittweise in Betrieb gesetzten elektronischen Stellwerke (ESTW) für ETCS vorzubereiten. Zudem werden erstmals in Deutschland Bahnübergänge unter ETCS in Betrieb genommen.

Projektüberblick

Die 55 km lange Ausbaustrecke (ABS) Knappenrode – Horka – Grenze D/PL ist Bestandteil des paneuropäischen Schienenverkehrskorridors E/C-E30 und eine geplante Hauptachse des internationalen kombinierten Ladungsverkehrs. Sie wird durch den Schienenpersonennahverkehr und den Schienengüterverkehr genutzt.

Zwischen dem Bahnhof Horka Gbf und der Staatsgrenze D/PL wurde bereits eine Klasse-B-Transition zwischen dem polnischen Zugbeeinflussungssystem SHP und der deutschen Punktförmigen Zugbeeinflussung (PZB) eingerichtet. Mit ETCS ausgerüstete Fahrzeuge können dort ohne Halt das Zugbeeinflussungssystem wechseln. [2] Im nächsten Schritt wird der Abschnitt zwischen Knappenrode und Horka Gbf mit ETCS ausgerüstet, wobei die ortsfesten Signale mit PZB beibehalten werden. Die zugehörige ETCS-Zentrale (Radio Block Centre, RBC) entsteht in der ESTW-UZ Hoyerswerda. Die sicherungstechnischen Anlagen werden aus der Betriebszentrale Leipzig bedient. Im Planungsbereich befinden sich 17 Bahnübergänge (BÜ) mit Überwachungssignal (ÜS) bzw. Überwachungssignal mit optimierter Einschaltung (ÜSoE) und sieben hauptsignalüberwachte BÜ (Hp).

Der Bauzeitraum für die ETCS-Maßnahmen erstreckt sich zwischen März und Juli 2024. Parallel sowie im Anschluss erfolgen die Abnahmeprüfungen, sodass die erforderlichen Test- und Zulassungsfahrten ab September 2024 durchgeführt werden können. Die kommerzielle

Inbetriebnahme von ETCS ist für April 2025 vorgesehen (Abb. 1).

Grundlagen der Planung

Nach Beginn der Planungen 2018 konnte insbesondere wegen der zu legitimierenden Regelungen für das Zusammenwirken von ETCS L2 und ÜSoE-BÜ und der ausstehenden Prüferklärung des ETCS-Lastenheftes (LH) BTSF3 v3.0 [3] die Planung zunächst nicht fortgeführt werden. Die Freigabe der auf diesen LH-Stand referenzierenden ETCS-Planungsrichtlinie 819.1344 [4] ermöglichte im Jahr 2020 eine Wiederaufnahme der PT 1-Planung ETCS. Eine weitere Überarbeitung ergab sich schließlich durch einen per Weisung aktualisierten Richtlinienstand [5].

ESTW-Anpassungsplanung „ETCS-ready“

Die seit 2012 durch die Deutsche Bahn Engineering & Consulting (DB E&C) in allen relevanten Leistungsphasen geplanten abgesetzten elektronischen Stellwerke (ESTW-A) [6] wurden nach etwa zweijährigem Betrieb einer Anpassungsplanung unterzogen. Diese diente einerseits der Herstellung der aktuellen Regelwerkskonformität, da die Ausrüstung mit ETCS einen Um-

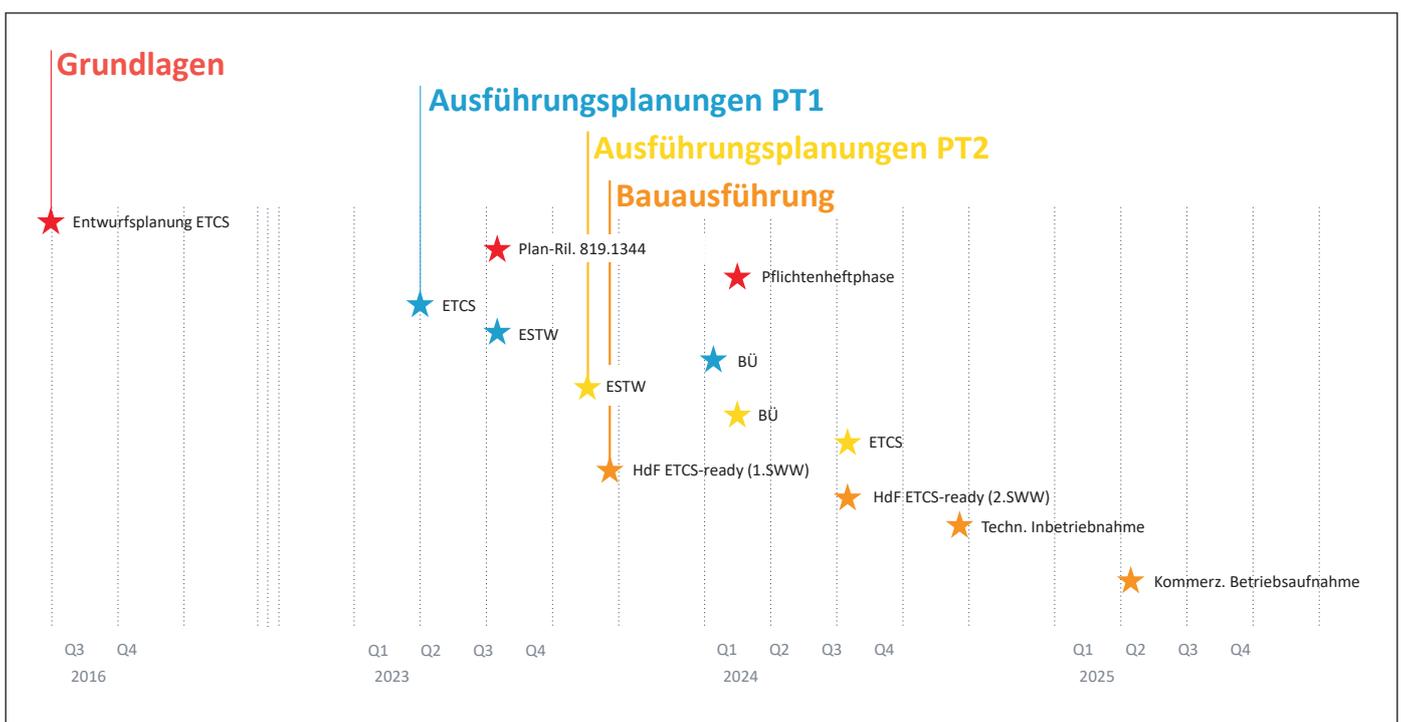


Abb. 1: Meilensteine im Projekt Elektrifizierung Knappenrode – Horka (EKH)

bau größeren Ausmaßes darstellt. Andererseits wurden die Stellwerke ETCS-fähig gemacht. Wichtige Erkenntnisse aus den Planungsarbeiten flossen in die etwa zeitgleich initiierte Arbeitshilfe „ETCS-ready“ [7] ein.

Alle Außenelemente wurden zunächst auf Übereinstimmung mit den Orthofotos und Gleisvermarkungsplänen Ingenieursvermessung (Iv) geprüft. Die Korrekturen erfolgten im regulären Verfahren neben den weiteren notwendigen Anpassungen in den ESTW-PT 1. Mit der Bestätigung der regelwerkskonformen Erstellung von Orthofotos und der weiteren Vermessungsunterlagen konnte für die Planprüfung der ESTW-PT 1 der notwendige vermessungstechnische Nachweis [8] erstellt werden. Die Solllage der Grenzzeichen der Weichen (So 12) wurde neu berechnet und Konsequenzen wie das Versetzen von Achszählpunkten (Azp) und Grenzzeichen abgeleitet (Abb. 2). Die konstruktive Anordnung der ETCS-Halt-Tafel (Ne14) fand in der Signaltabelle Teil 1 mit Regelzeichnung und Bild-Nr. Berücksichtigung. Um Redundanzen zur ESTW-Anpassungsplanung zu vermeiden, wird in der ETCS-Planung lediglich auf diesen Sachverhalt hingewiesen. Eine neue Zeile der Signaltabelle erhielt Vermerke zu Einragungen der Signale Ne 14 in das Lichtraumprofil. Hierzu war es erforderlich, gemäß Produktfreigabe Ne 14 die Zustimmung des regionalen Betriebes (Betrieb, Fahrplan, Vertrieb und Kapazitätsmanagement) zur Sicherstellung von geeigneten Umfahrungsmöglichkeiten einzuholen. Darüber hinaus erfolgte die Einrichtung einer Dunkelschaltbarkeit für die Signale mit möglichem Signalisierungswiderspruch. Für bedingte Ausstiegssignale wurde hingegen eine Dunkelschaltverhinderung für den Fahrweg in Richtung Ausstieg in der Zugstraßentabelle projektiert. Gemäß [5] i.V.m. [9]



Abb. 2: Versetzung der Grenzzeichen

waren die Nichtthallabschnitte hinter den Ausfahrtsignalen für die Realisierung einer regelwerkskonformen Signalhaltstellung durch neu eingefügte Azp auf 50 m zu verkürzen.

BÜ-Planung

Durch den Planungspartner DB E&C war für die Inbetriebnahme mit ETCS L2 der PT 1 für die ÜS/ÜSoE-BÜSA zu planen. Weil die Einschaltung andernfalls nicht den Sicherheitsanforderungen (sichere Einschaltung) genügt, darf entsprechend der Lastenheftvorgaben und Anwendungsbedingungen der Planungsrichtlinie ETCS an BÜ mit ÜS nur bei BÜ in der Ausprägung

ÜSoE mit Grundstellung der ÜS in BÜ 1 geplant werden. Ein vorhandener ÜS-BÜ war folglich auf ÜSoE umzuplanen. Zudem musste die Grundstellung der ÜS aller vorhandener ÜSoE-BÜSA von BÜ 0 auf BÜ 1 geändert werden. Für die im Zuge der ETCS-Planung projektierten gesteuerten Datenpunkte (DP) war die Kabelplanung im BÜ-PT 1 auszuplanen und darzustellen.

ETCS-Planung

Auf diese Grundlagen setzte schließlich die ETCS-Planung auf. Der Planung der zahlreichen BÜ kam dabei eine besondere Bedeutung zu. Die pauschale Vorgabe aus Subset-036 [10]



Abb. 3: Bewertung der BMM mithilfe von Orthofotos

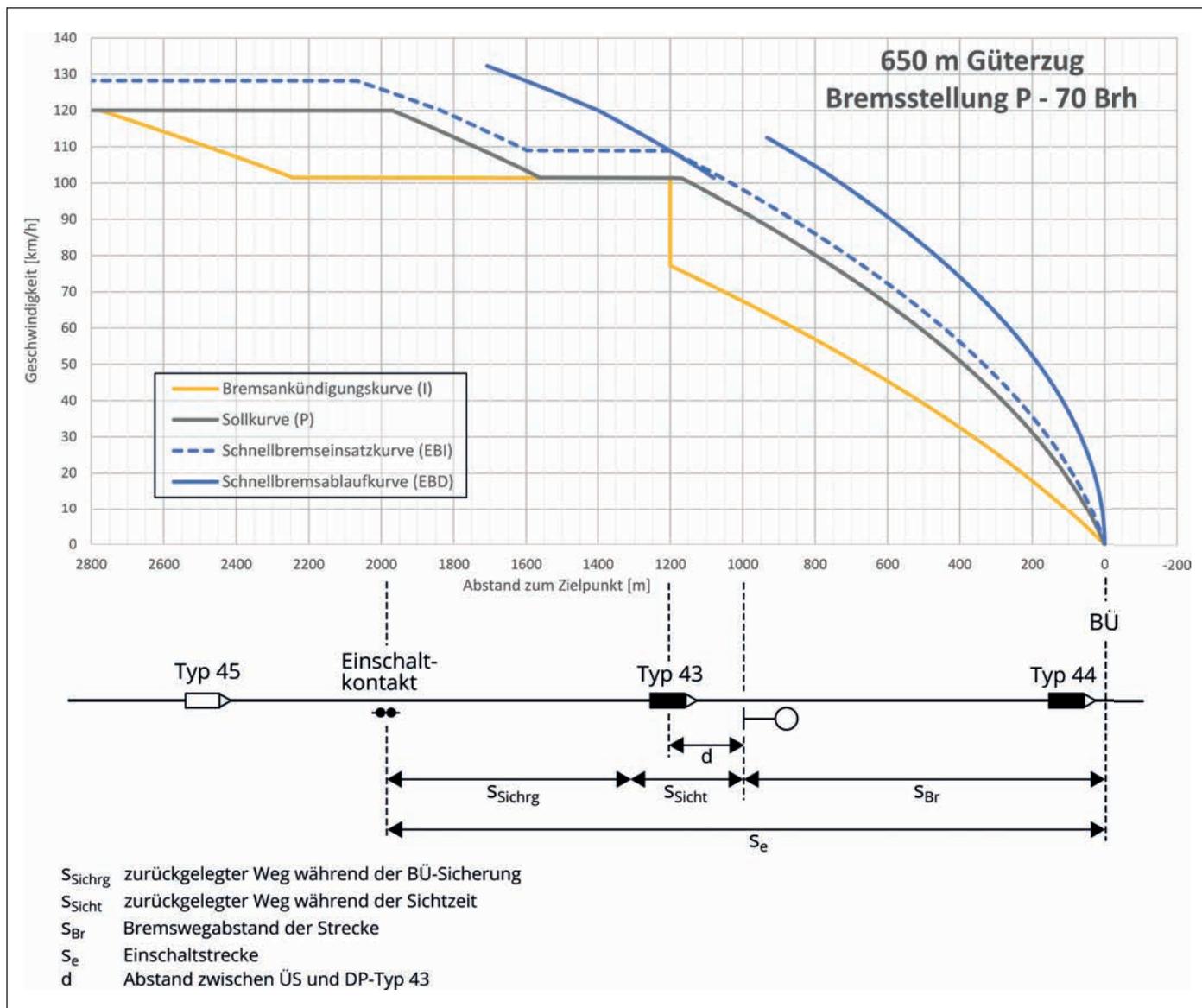


Abb. 4: Herunterbremsen an ÜS-BÜ

Quelle: [12]

stuft alle BÜ-Belagsplatten als Metallobjekte ein. Bei Ausplattungsbreiten von mehr als 10 m sind diese planerisch als große Metallmasse („Big Metal Mass“, BMM) zu behandeln, unabhängig davon, ob die Platten aufgrund enthaltener Bewehrung eine Störung verursachen (Abb. 3). Dazu waren aus jeder Befahrungsrichtung „Metallwarnungs-Datenpunkte“ zu planen und war eine Balisen-Verlegeverbotszone zu berücksichtigen. Aus diesen Betrachtungen heraus wurde beim ETCS-Anforderungsmanagement eine Untersuchung hinsichtlich der tatsächlichen Auswirkung der Belagsplatten auf die Balisenantenne angestoßen. Derzeit wird mit Unterstützung der DB Systemtechnik ein Versuchsstand aufgebaut, der zukünftig evidenzbasierte Rückschlüsse auf die tatsächlichen Beeinflussungen von Belagsplatten zulässt. So sollen nur noch jene Belagsplatten als BMM klassifiziert werden, die auch tatsächlich Störungen verursachen.

Besondere Aufmerksamkeit galt den (potenziell) flacheren ETCS-Bremskurven, die z.B. bei Güterzügen mit langen Bremswegen zu einem früheren Bremsseinsatzpunkt führen können. Der zur Verfügung stehende Bremsweg ab dem Sichtpunkt auf das ÜS (und damit dem Ort, an dem der Status des BÜ per gesteuertem DP-Typ 43 übertragen wird) wäre in einem solchen Falle nicht ausreichend. Aus diesem Grund wird mit der ETCS-Fahrerlaubnis (Movement Authority, MA), die über einen ÜSoE-BÜ führt, ein erlaubter Bremsweg (PBD) übertragen. Dieser veranlasst das Fahrzeug, auf eine Geschwindigkeit abzubremesen, aus der der rechtzeitige Halt vor dem BÜ möglich ist. Dies führt jedoch dazu, dass entsprechende Zugkonfigurationen nur mit verminderter Geschwindigkeit fahren können, unabhängig davon, ob der BÜ gesichert ist (Abb. 4). Der Sachverhalt wird in [11, 12 und 13] anschaulich beschrieben und hier daher nur angerissen. Um diese betrieblich ungünstigen Situationen weitgehend zu verhindern, kann mit Weiter-

entwicklung der Vorgaben aus dem BTSF3 und der Planungsrichtlinie ein weiterer gesteuerter DP innerhalb der zulässigen Stellentfernung zwischen der Lineside Electronic Unit (LEU) und dem DP verlegt werden (DP-Typ 46), um den ÜS- bzw. BÜ-Status möglichst frühzeitig zu übertragen.

Die Vermeidung unnötiger Bremsungen wurde gegen den Kosten- und Sperrzeitaufwand abgewogen. Das Projekt hat zur Bewertung vier Varianten mit der Infrastrukturplanung abgestimmt, von denen eine umgesetzt wurde. Der Optimierungs-DP-Typ 46 wurde nur an Stellen geplant, an denen durch Unterschreitung eines Grenzwertes (hier 1342 m gem. BTSF3) für die Distanz des DP-Typs 43 zum zugehörigen BÜ eine Geschwindigkeitsabsenkung eines ETCS-geführten Zuges gegenüber einem mit gleichem Bremsvermögen unter PZB verkehrenden Zug zu erwarten wäre. Die DP-Typen 46 wurden unter Berücksichtigung des Kabeltiefbaus an Stellen mit vorhandener Kabelquerung geplant.

Die Planung des DP 43 erfolgte in diesen Fällen grundsätzlich mit dem Mindestabstand von 1 m zum ÜS (vorhandener Kabelweg). War nach dieser Maßgabe der DP vom Typ 46 aufgrund ausreichenden Abstandes des ÜS zum BÜ nicht erforderlich, konnte der DP-Typ 43 möglichst im Maximalabstand zum ÜS geplant werden.

Bahnübergänge in der Überwachungsart ÜS / ÜSoE

Im Projekt wurden erstmalig Schnittstellen zwischen ÜSoE-BÜSA und ETCS entwickelt und implementiert. Dieser Prozess umfasste und umfasst eine Vielzahl von anspruchsvollen Fachthemen, beginnend bei der theoretischen Konzeption über die reale Produktentwicklung bis hin zur (noch ausstehenden) Baurealisierung. Besondere Schwerpunkte lagen auf der Konzeption und Umsetzung einer Verkabelung sowie der Entwicklung von Schnittstellen für BÜ, LEU und DP [14]. Dieses Konzept wurde im Projekt erstmalig angewendet, um eine standardisierte Kabelplanung zu gewährleisten und für zukünftige Projekte anwendbar zu machen. Die Erstellung einer Planungshilfe für die gewerkeübergreifende Planung (BÜ und ETCS) erfolgte in Abstimmung mit den jeweiligen Herstellern, der ETCS-Planung und der Systementwicklung. Hieraus resultierten praxistaugliche Anwen- derregeln, die auf den Erfahrungen der Hersteller basieren und in den Projekten ab dem zweiten Quartal 2024 verbindlich angewendet werden können. Für die planerischen Tätigkeiten erfolgte in einem kleinen Projektteam der Informationsaustausch, um das Verständnis der parallelierten Entwicklungen in die Planung einfließen zu lassen (Abb. 5).

Bahnübergänge in der Überwachungsart Hp

Im Projekt wurde bei den Hp-BÜSA eine besondere Herausforderung an der Schnittstelle zwischen BÜSA, ESTW, ETCS und Zuglenkung (ZL) herausgearbeitet. Im Kern geht es um die Fragestellung: Kann die MA derart zeitgerecht übermittelt werden, dass für alle Zugkonstellationen ein behinderungsfreier Eisenbahnbetrieb möglich ist? Die ETCS-Systementwicklung ging dieser betrieblichen Fragestellung mithilfe von Datenuntersuchungen realer Zugbewegungen und unter Berücksichtigung der maßgebenden Parameter für die Bremswegberechnung mittels ERA-Bremskurventool [15] nach. Dieser umfangreiche Datensatz erzeugte über einen empirischen Ansatz einen Einblick in reale Bedingungen. Diese Erkenntnisse ermöglichten konkrete planerische Hinweise, die die Leistungsfähigkeit auf Bestandsstrecken weitestgehend unbeeinträchtigt lassen. So genügt es, bei Bahnübergangssicherungsanlagen (BÜSA) im Bestand, den Anrückmelder zu versetzen, um Verbesserungen zu erzielen. Die Ergebnisse sind in einer weiteren Planungshilfe zusammengetragen [16], um die resultierenden betrieblichen Optimierungen zu legitimieren. Das Dokument befindet sich in der DB-internen Freigabe.

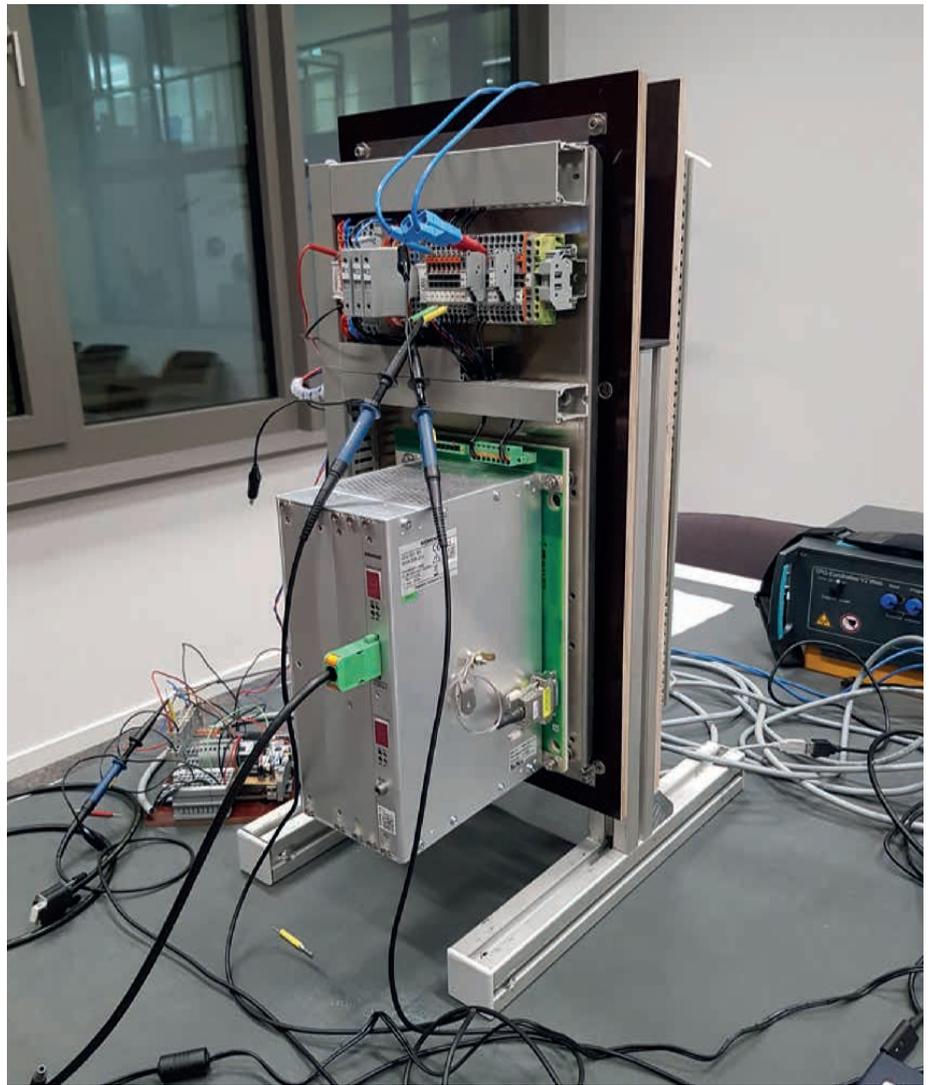


Abb. 5: Labortest für Schnittstelle LEU-BÜ

Digitale Planung

Bereits 2018 wurde in Abstimmung mit dem Projekt mit der digitalen LST-Planung begonnen. Zu diesem Zeitpunkt war ETCS im PlanPro-Objektmodell noch nicht vorhanden. Erst die PlanPro-Version 1.9.0 beschrieb ETCS modellseitig. Im weiteren Projektverlauf wurde aufgrund der eng gefassten Termin- bzw. Inbetriebnahmeketten entschieden, die produktive Planung von ESTW und ETCS weiterhin konventionell zu betreiben. Um dennoch die neue datenbasierte Planungsmethodik zu erproben, erfolgte die parallele Fortsetzung der digitalen Planung. Obwohl dieser damit lediglich die Rolle einer Nachbildung zur konventionellen Planung zukam, war sie im Hinblick auf die Weiterentwicklung von Planungswerkzeug, Datenmodell und Richtlinie, insbesondere für die ETCS-Anteile, ein wichtiger Praxistest. Im ersten Schritt wurden die Gleisnetzdaten (GND) eingelesen und die konventionellen AutoCAD-Dateien der ESTW-Planungen über eine Prosig-6-Datenbank hin zu Prosig 7 EPU migriert. Anschließend mussten die weiteren für eine ETCS-Planung nötigen Angaben wie

Durchrutschwege und Freimeldeabschnitte manuell nachgebildet werden. Um alle für den ETCS-Übersichtsplan geforderten Informationen abbilden zu können, wurde die Datenbank mit vielen weiteren Planinhalten aus unterschiedlichen Quellen gespeist, wie z.B. Eisenbahnüberführungen und Streckentrennungen der Oberleitung, ehe mit der regulären ETCS-Planung bzw. deren Nachbildung begonnen werden konnte. Während der praktischen Anwendung des Planungswerkzeugs offenbarte sich eine Vielzahl kleinteiliger Unzulänglichkeiten. Diese ließen sich, wie schon in [17] beschrieben, zwei Hauptursachen zuordnen:

- das PlanPro-Datenmodell bildete bestimmte Inhalte nicht oder nicht vollständig ab
 - das Planungswerkzeug setzte Modellanforderungen oder Planungsvorgaben nicht oder nicht mit dem richtigen Ergebnis um.
- Die identifizierten Mängel wurden im Planungsverlauf systematisch erfasst und konnten so in enger Abstimmung mit der Software- und Modellentwicklung sukzessive abgestellt werden.

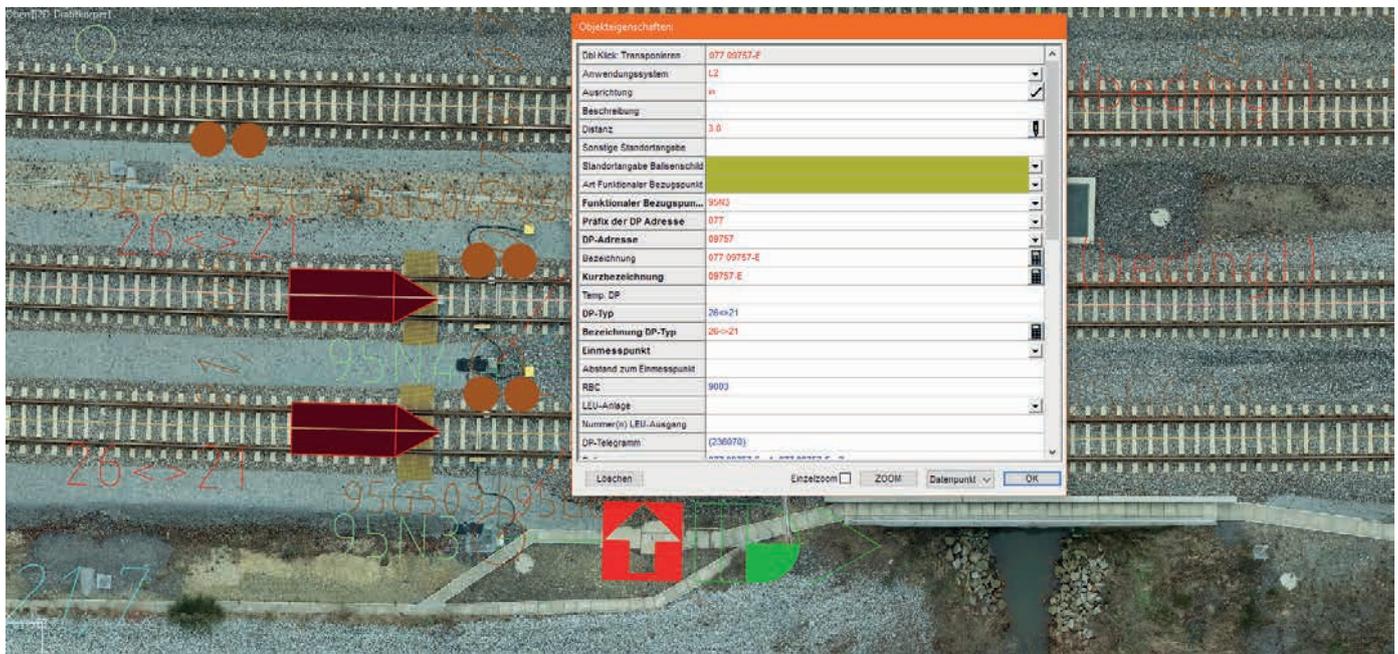


Abb. 6: ProSig-7-Impression – Objekteditor Datenpunkt

Im Planungswerkzeug selbst zeigte sich Optimierungspotenzial hinsichtlich einer einfachen, intuitiven Eingabe der Informationen (Abb. 6). Auch eine weitere Automatisierung bei immer wiederkehrenden Routineeingaben sollte vorangetrieben werden. Hierzu gab es bereits wissenschaftliche Untersuchungen, wie ein formalisiertes Regelwerk als Grundlage für Planerstellung- und Planprüfalgorithmen dienen kann [18, 19 und 20].

Mit dem Zielbild einer durchgängigen digitalen Datenhaltung im Planungsprozess (D3iP) wird an der Etablierung der digitalen Planung intensiv weitergearbeitet. Seit 2022 ist sie im Regelwerk verankert, aktuell bestehen jedoch teilweise Unschärfen in den Planungsvorgaben, die mit dem datenbasierten

Prozess schwer vereinbar sind. So finden sich zahlreiche relevante Informationen häufig nur in Fußnoten, ergänzenden Bemerkungen, oder im Erläuterungsbericht wieder, was die Übersichtlichkeit der Planunterlagen reduziert sowie deren rechnergestützte Auswertung erschwert. Im Anschluss an die Dateneingabe im Planungswerkzeug rückt daher der PlanPro-Werkzeugkoffer als DB-Eigenentwicklung zur Visualisierung und Validierung jedes PlanPro-Datensatzes in den Fokus. Bereits heute kann ein Großteil der PT 1-Unterlagen automatisiert ausgegeben werden. Die ETCS-Ausgabeformate werden aktuell noch definiert, wobei Verbesserungen gegenüber der konventionellen Darstellung eingearbeitet werden. So wird z. B. diskutiert, die funktionalen Bezugspunkte

jedes DP-Typs auch für kombinierte DP übersichtlich auszugeben.

Die digitale und georeferenzierte Planung ist das Fundament, die nachfolgenden Prozesse von Planprüfung, Montage und Abnahme in eine durchgängig digitale Projektrealisierung einzubinden [21]. Im D3iP-Teilprojekt OpAL (Optimierung Abnahme LST) werden Verfahren und Werkzeuge entwickelt, die auf die Vermeidung und frühzeitige Behandlung von Abweichungen abzielen. Damit können Projektverzögerungen aufgrund von mehreren Planungs- und Prüfläufen reduziert werden. Die Ablösung des Messrads durch koordinatenbasierte digitale Messmittel zur Bestimmung oder Überprüfung von Elementstandorten sei somit beispielhaft genannt für die positive Wirkung der durchgängigen digitalen Datenhaltung auf Qualität, Zeitaufwand und Komfort.

Die Prototypen der Werkzeuge sowie die neuen Verfahren werden derzeit im Projekt EKH (im Schatten der konventionellen Montage- und Abnahmehandlungen) erprobt (Abb. 7). Die digitale ETCS-Planung in diesem Projekt dient dafür als Datengrundlage und trägt somit auch nach Baufreigabe der konventionellen ETCS-Planung zur Bewältigung anstehender LST-Projekte bei. ■

QUELLEN

- [1] Mölke, U.: Von Knappenrode über Horka bis nach China, DER EISENBAHN-INGENIEUR 11/2018
- [2] Schmidtendorf, H.: Horka – Weglinie: Elektrifizierte deutsch-polnische Grenzstrecke mit Potential, Bahn Manager 4+5/2020
- [3] DB InfraGO: Lastenheft ETCS – Betrieblich-technische Systemfunktionen für ETCS SRS Baseline 3 V 3.0, DB-intern
- [4] Rii 819.1344A02 V 1.1, Grundsätze zur Erstellung der Ausführungsplanung PT 1 für ETCS Level 2 – Streckenausrüstung nach LH BTSF3 V 3.0, DB-intern
- [5] Weisung Nr.: 819.1344-W-101, Anlage 01, DB-intern
- [6] Schurig, J.; Schaarschmidt, V.: Stellwerksplanung für die ABS Knappenrode-Horka (Grenze), DER EISENBAHNINGENIEUR 11/2019

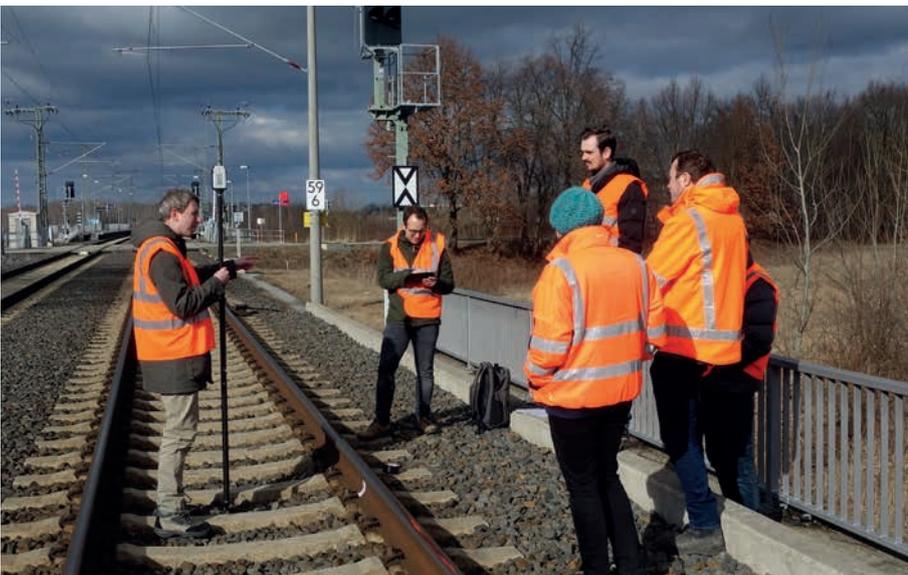


Abb. 7: Einmessung der Balisenkoordinaten

- [7] DB InfraGO: Arbeitshilfe ETCS-ready (<https://db-netz.symbioweb.com/netz/Regelwerkportal/go/ws4kd87uvu14f-9trz8va2n8140>, DB-intern)
- [8] Ril 819.1343V01 V 1.1, Grundsätze zur Erstellung der Entwurfsplanung zur Ausrüstung von Strecken mit ETCS Level 2, Dokumentation zur Prüfung der Aktualität der Planungsdaten im Bestand, DB-intern
- [9] Ril 819.0509 V 8.0, Signalhaltstellung; Freimeldeabschnitte in Ein- und Ausfahrgleisen und hinter Blocksignalen der Abzw/Üst, Seite 3, DB-intern
- [10] ERA Subset 036, S. 94 https://www.era.europa.eu/system/files/2023-01/sos3_index009_-_subset-036_v310.pdf, abgerufen am 20.02.2024
- [11] Fehlauer, L.: Auswirkungen flacher ETCS-Bremskurven auf zeitabhängige Streckenausrüstungen, Diplomarbeit TU Dresden 2018 (<https://bit.ly/3T76Xjk>)
- [12] Fehlauer, L.; Kahl, R.: Verhinderung betrieblicher Einschränkungen durch ETCS-Bremskurven an Bahnübergängen, DER EISENBÄHNINGENIEUR 8/2020 (<https://bit.ly/3FngoWJ>)
- [13] Wesolowski, M.: „Anpassungsmaßnahmen an Bahnübergangsanlagen bei der ETCS-Ausrüstung von Bestandsstrecken“, Diplomarbeit Hochschule Zittau/Görlitz 2022
- [14] DB InfraGO: Arbeitshilfe ETCS mit BÜSA ÜS/ÜSoe, Ergänzende Hinweise zu Ril 815.602x/Ril 819.1344 V 1.0, DB-intern (Entwurf)
- [15] Europäische Eisenbahngentur: Braking curves simulation tool 4.2 (https://www.era.europa.eu/system/files/2022-11/era_braking_curves_simulation_tool_en.xls?t=1708020954, abgerufen am 15.2.24)
- [16] DB InfraGO: Arbeitshilfe Hp-BÜSA unter ETCS, Ergänzung zu Ril 815.6021 und 815.5100 V 1.1, DB-intern (Entwurf)
- [17] Lübs, J. O.; Klaus, C.; Maschek, U.; Trenchel, D.: Erkenntnisse aus erster prototypischer digitaler Planung für ETCS Level 2, DER EISENBÄHNINGENIEUR 1/2022 (<https://bit.ly/3LEgthP>).
- [18] Paulmann, J.: Entwicklung eines ProSig-Algorithmus zur automatisierten Planung von Datenpunkten für ETCS Level 2, Diplomarbeit Hochschule Zittau/Görlitz 2022
- [19] Vogel, S. et al.: Teilautomatisierte ETCS L2-Planprüfung durch Formalisierung des Regelwerks, DER EISENBÄHNINGENIEUR 8/2022 (<https://bit.ly/46b9iP2>)
- [20] Vogel, S. et al.: Unterstützung der ETCS L2 Ausrüstungsplanung durch formale Modellierung des Prüfschritts für Ausstiege aus ETCS L2, DER EISENBÄHNINGENIEUR 3/2023
- [21] López, J.; Bachmann, V.: BIM@DSD: Übergreifende Standardisierung, Eisenbahn Ingenieur Kompendium 2024



Dipl.-Ing. (FH) Daniel Trenchel
ETCS-Planung
daniel.trenchel@deutschebahn.com



Dipl.-Wirt.-Ing. (FH), Dipl.-Ing. (FH) Mike Tietze
ETCS-Projektunterstützung
mike.tietze@deutschebahn.com



Dipl.-Ing. Elisabeth Kretschmer
ETCS-Planung, D3iP
elisabeth.kretschmer@deutschebahn.com



Dipl.-Ing. David Schindler
Projektingenieur LST
david.schindler@deutschebahn.com

Alle Autoren:
DB InfraGO AG, Dresden



InnoTrans 2024

24 – 27 SEPTEMBER · BERLIN

International Trade Fair for Transport Technology

THE FUTURE OF MOBILITY

CONTACT
Messe Berlin GmbH
Messedamm 22 · 14055 Berlin
Germany
T +49 30 3038 3131
innotrans@messe-berlin.de

Messe Berlin