

Digitale Schiene

ETCS Level 2 ohne „Signale“ in einem großen Knoten



Foto: Deutsche Bahn

*Eurobalisen in dem
mit ETCS Level 2
oS ausgerüsteten
Bahnhof Merklingen-
Schwäbische Alb auf
der Neubaustrecke
Wendlingen-Ulm*

Olaf Drescher, Geschäftsführer, DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH, Stuttgart

Im Rahmen des Digitalen Knotens Stuttgart wird erstmals in Deutschland ein großer Knoten mit dem europäischen Zugbeeinflussungssystem ETCS Level 2 ohne Licht-Hauptsignale ausgerüstet. Während viele Eisenbahner*innen diesen Schritt mit einer gewissen Skepsis beobachten, hat sich die Deutsche Bahn mit ihren Partnern ganz bewusst so entschieden. Ein Abriss wesentlicher Beweggründe.



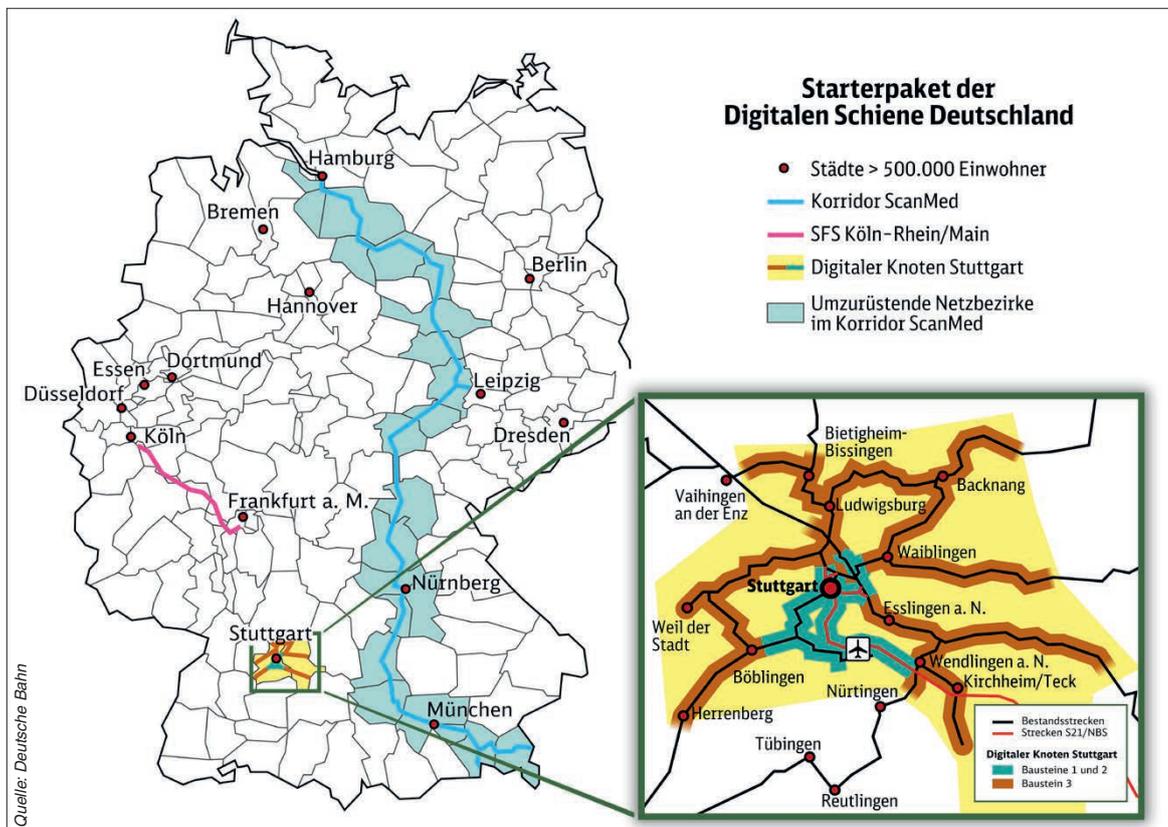


Abbildung 1: Der Digitale Knoten Stuttgart ist eines von drei Projekten im Starterpaket der Digitalen Schiene Deutschland

Im Rahmen des Digitalen Knotens Stuttgart (DKS) wird die Leit- und Sicherungstechnik (LST) in der Region auf einer Länge von rund 500 Netzkilometern ebenso umfassend wie grundlegend modernisiert. Erstmals halten damit Digitale Stellwerke (DSTW), ETCS und weitere Techniken in einem großen Knoten in Deutschland Einzug. Damit einhergehend werden zahlreiche Triebfahrzeuge entsprechend ausgerüstet. Das Vorhaben ist ein Pilotprojekt im Starterpaket der Digitalen Schienen Deutschland (DSD), in dessen Rahmen wesentliche Grundlagen für die flächenhafte DSTW/ETCS-Einführung gelegt werden (Abbildung 1).^[1]

Nachdem die Anfang 2019 abgeschlossene S-Bahn-ETCS-Untersuchung^[2] nicht nur die technische Machbarkeit von ETCS auf einer hochbelasteten S-Bahn-Stammstrecke aufzeigte, sondern (konservativ!) auch um rund 20 Prozent verkürzte Zugfolgezeiten auswies, haben sich die DB und ihre Partner entschlossen, nicht nur die Stammstrecke, sondern zunächst auch den Kernbereich des Knotens mit ETCS Level 2 „ohne Signale“ (L2oS) auszurüsten. Auf Licht-Haupt- und -Vorsignale wird dabei ebenso verzichtet wie beispielsweise auf Zusatz- und Zugpersonalsignale. Neben „Blechtafeln“ (ETCS-Halttafeln, Blockkennzeichen) verbleiben als einzige Lichtsignale zunächst Sperrsignale in Bereichen, in denen regelmäßig rangiert wird.

ETCS L2oS kommt in Deutschland bislang nur auf den Neubaustrecken der VDE 8 zum Einsatz, die von wenigen Zügen pro Stunde und Richtung befahren werden und von vergleichsweise einfachen betrieblichen Verhältnissen geprägt sind – mit viel freier Strecke und einzelnen, einfachen Überholbahnhöfen, die in der Regel ohne Halt gerade durchfahren werden. Die erstmalige L2oS-Ausrüstung in einem großen Knoten ist dem gegenüber natürlich ungleich komplexer: Wenn 2025 der neue Stuttgarter Hauptbahnhof, die Stammstrecke und weitere Bereiche mit L2oS in Betrieb genommen wird, werden über 1.500 Züge pro Tag fahren, oftmals in Abständen von zwei Minuten. Dazu kommt fast die ganze Bandbreite der Betriebsverfahren, wie Stärken und Schwächen, Wenden, beginnende und endende Zugfahrten – und natürlich Rangieren.^[3]

Alle national und international greifbaren Erfahrungen und Entwicklungen wurden auf den Prüfstand gestellt, Störungen und Abläufe analysiert, die Technik ebenso in den Blick genommen wie Kosten, Aufwände und die erzielbare betriebliche Leistungsfähigkeit. Produktive Sachdiskussionen mündeten letztlich in der Weichenstellung für L2oS.

Maximierung der Leistungsfähigkeit

Im Rahmen von Stuttgart 21 war lange Jahre eine Doppelausrüstung der Infrastruktur, mit Ks-Signalen/

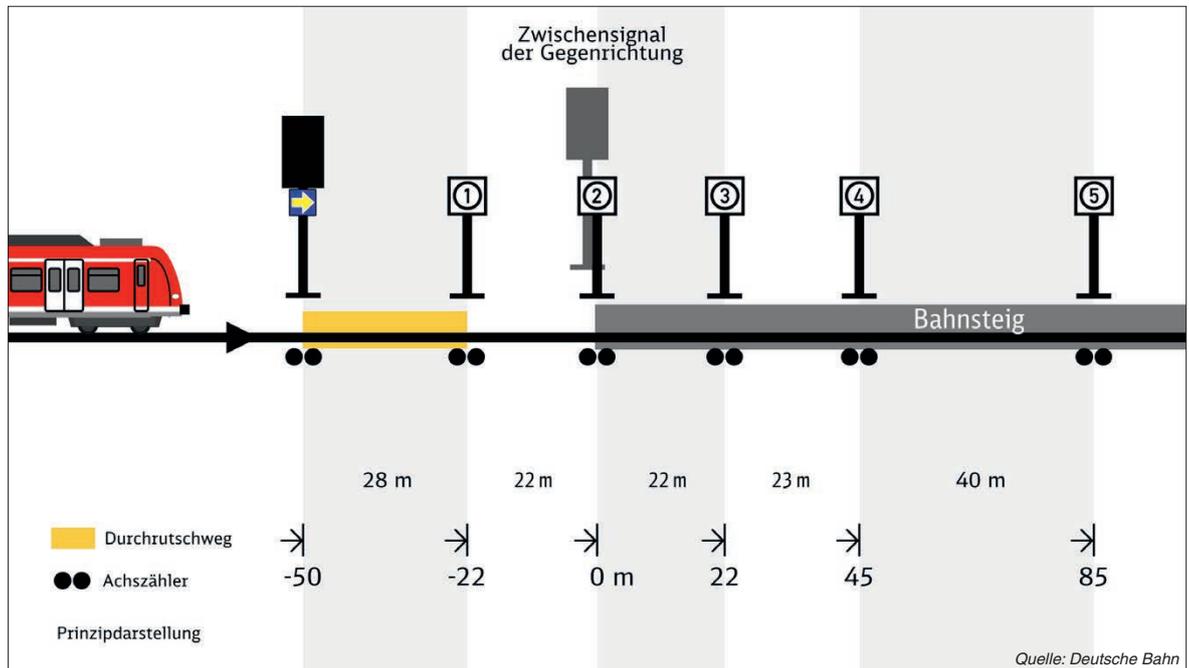


Abbildung 2:
Frühe konzeptionelle Überlegungen zu S-Bahn-ETCS, die sich als nicht umsetzbar erwiesen hatten

PZB und ETCS (Level 1 und 2), vorgesehen. Während der Nahverkehr weitgehend konventionell geplant war, sollte der Fernverkehr im Wesentlichen mit ETCS fahren. Anzeigegeführte Züge können insbesondere im neuen Hauptbahnhof von präzisen Geschwindigkeitssignalisierungen (zur Weichenspitze), kurzen Durchrutschwegen und Hochleistungsblock profitieren.

Bereits im Rahmen der S-Bahn-ETCS-Untersuchung fiel auf, wie eine derartige Doppelausrüstung der insbesondere auf der Stammstrecke verfolgten Leistungsmaximierung entgegensteht. Lichtsignale können weniger flexibel als „Blechtefeln“ angeordnet werden (Signalsicht) und verursachen durch Dunkel-schaltung etwas längere technische Laufzeiten. Auch können in einem Durchrutschweg beziehungsweise Gefahrpunktabstand eines Licht-Hauptsignals keine Blockkennzeichen angeordnet werden. Eine wünschenswerte (und mit ETCS eigentlich mögliche) weitere Annäherung an einen am Bahnsteig haltenden Zug, über das wenigstens 50 Meter (m) davorstehende „Einfahrsignal“ hinaus, war damit ausgeschlossen (Abbildung 2).

Da nach den Ergebnissen der S-Bahn-ETCS-Untersuchung ohnehin alle Triebfahrzeuge mit ETCS ausgerüstet werden sollten, stellte sich 2018/2019 die Frage, ob eine Doppelausrüstung sinnvoll ist.

Kaum Nutzen als Rückfallebene

„Wie könnt ihr bloß auf die Signale verzichten?“ ist eine der häufigsten von Eisenbahner*innen und Eisenbahnfreund*innen in Gesprächen zum DKS

gestellten Fragen. Der beinahe reflexartig geäußerte Zweifel fußt meist auf der Überlegung, das neue ETCS könne auch mal ausfallen und bewährte Signale als Rückfallebene seien dann nützlich, um nahtlos weiterzufahren.

Bei genauerem Hinsehen ist der Nutzen der Doppelausrüstung jedoch ausgesprochen gering: Fällt ETCS aus, sind auch „mit Signalen“ Befehle zu schreiben und eine Entstörung zu versuchen. Bleibt die Störung bestehen sind – so oder so – 2.000 m mit höchstens 40 Kilometern pro Stunde (km/h) zu fahren. Erst anschließend darf ein signalgeführter Zug schneller fahren, während der anzeigegeführte Zug weiter 40 km/h fährt. Abbildung 3 (Seite 31) verdeutlicht die Abläufe anhand des geltenden Regelwerks. Im Hochleistungsbetrieb in Knoten müssen derartige Störungen also eine absolute Ausnahme bleiben – egal ob „mit“ oder „ohne Signale“.

Robuste Technik

Für einen robusten Hochleistungsbetrieb „ohne Signale“ arbeiten wir an dutzenden von Optimierungen, besonders in der Technik. Da dem Funk im Betrieb mit ETCS Level 2 eine besondere Bedeutung zukommt, wird beispielsweise das erste durchgehend redundante GSM-R-Netz (Global System for Mobile Communications – Rail) in Deutschland aufgebaut (Abbildung 4, Seite 32). Beim Ausfall einer beliebigen Basisstation (BTS), einer BTS-Kette oder sogar bei einem Ausfall der darüber liegenden „Vermittlungsstelle“ (BSC) bleibt ein für ETCS ausreichendes Funkfeld bestehen. Nach demselben Prinzip werden beispielsweise auch Stellwerke und ETCS-Zentralen

gebaut. Der Ausfall einer beliebigen Komponente soll ohne spürbare Auswirkungen auf den Betrieb bleiben.

Vergessen wird häufig, dass Lichtsignale selbst eine erhebliche Störquelle sind, die wiederum Rückwirkungen auf ETCS hat. Fallen beispielsweise Leuchtmittel oder Kabel eines Signals aus, kann keine Dunkelschaltung erfolgen und damit auch keine ETCS-Fahrerlaubnis erteilt werden. Aufgrund solcher Erfahrungen entschied sich beispielsweise die Schweiz, auf der Schnellfahrstrecke Mattstetten–Rothenburg einst aufgebauete Lichtsignale zurückzubauen.^[4]

Die Infrastruktur ist bei alledem wiederum nur ein Teil der Verfügbarkeitskette, deren schwächstes Glied oft in der Fahrzeugausrüstung liegt. Der Großteil der im L2oS-Bereich verkehrenden Triebzüge werden daher – im Einklang mit Förderbedingungen des Bundes – nicht nur „irgendwie“ mit ETCS ausgerüstet, sondern in besonders robuster Weise, beispielsweise mit Cold Movement Detection, aussagekräftiger Diagnose und direkter Übermittlung von Diagnosedaten.

Ein weiteres wichtiges Element ist die dispositive Zufahrtsicherung, eine Art Früherkennungssystem der Infrastruktur für Fahrzeuge mit gestörtem ETCS. Nach dem Vorbild ähnlicher Lösungen in der Schweiz sollen gestörte Fahrzeuge damit erkannt und betriebliche Maßnahmen noch vor der letzten, in den L2oS-Bereich führenden Weiche ergriffen werden, um Auswirkungen auf weitere Züge zu vermeiden.

Robuster Betrieb

Mit einer robusten Technik allein ist es natürlich nicht getan. Damit einher gehen eine ganze Reihe von betrieblichen Optimierungen, um betriebsbehindernde Störungen möglichst zu vermeiden und deren Auswirkungen zu minimieren. So wird die erweiterte S-Bahn-Stammstrecke (Mittnachtstraße–Vaihingen) den zukünftig wohl längsten Bahnhof in Deutschland bilden, um Züge bei Störungen möglichst ohne zeit-aufwendigen Befehl zu bewegen, beispielsweise mit Vorsichtsignalen, mündlicher Verständigung oder bei Zugwenden.

Eine zentrale Bedeutung kommt auch einer schrittweisen Inbetriebnahme zu. Bereits ab Ende 2023 geht das erste DSTW, das zukünftig den Kern des Knotens steuert, schrittweise in Betrieb. Ein Vierteljahr später folgt ein erstes Stück ETCS zu Testzwecken, vorübergehend noch „mit Signalen“ für den parallel laufenden Regelbetrieb. Bis ab Spätsommer 2025 der L2oS-Hochleistungsbetrieb auf der S-Bahn-Stammstrecke sowie auf der neuen S21-Infrastruktur (Dezember 2025) aufgenommen wird, bleiben noch rund 18 Monate, um die Technik auf Herz und Nieren zu testen, Kinderkrankheiten zu beseitigen und – insbesondere – weit über 1.000 Mitarbeitenden die

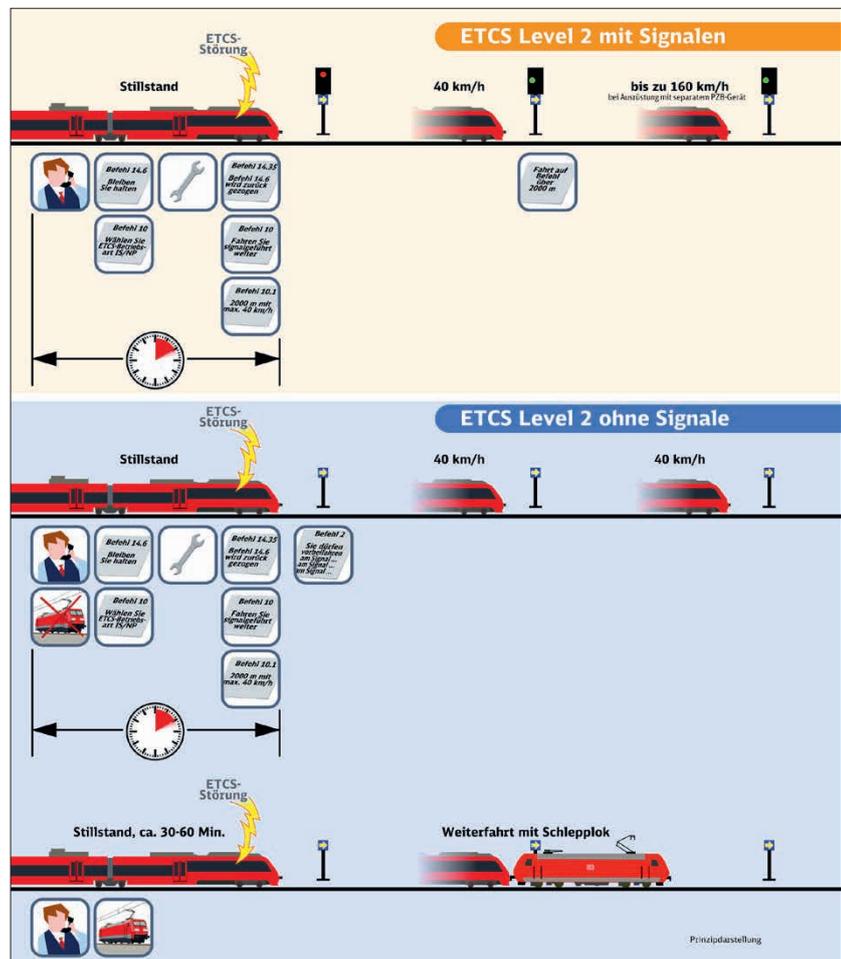


Abbildung 3: Vergleichender Ablauf nach einer ETCS-Störung „mit“ und „ohne“ Signal

Quelle: Deutsche Bahn

Möglichkeit zu geben, Erfahrungen zu sammeln. Weitere Techniken, wie ATO GoA 2, werden bewusst erst ab 2026 in Betrieb gesetzt, um unnötige Komplexität zu vermeiden.

Auf der Grundlage des einheitlichen Betrieblichen Technischen Zielbildes entstehen im Übrigen die Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb und der digitale Befehl.^[5] Beide sollen im DKS pilotiert werden und wesentlich dazu beitragen, den Regel- und Störfallbetrieb zukünftig wesentlich zu vereinfachen und uns die vielfältigen Möglichkeiten der einheitlichen, schlanken Technik aus zu nutzen.

Wirtschaftlichkeit

Wenn Fahrzeuge und Infrastruktur ohnehin mit ETCS ausgerüstet werden und robust gestaltet werden, führt eine Doppelausrüstung der Infrastruktur auch schlicht zu einem deutlich größeren Aufwand. So verursacht ein Licht-Hauptsignal – einschließlich Vorsignal, Zusatzanzeigern, Kabeln und PZB-Magneten – einen sehr viel größeren Aufwand als ein einfaches Blockkennzeichen mit Achszählpunkt und Balise. Ein beschleunigter DSTW/ETCS-Rollout ist gemäß der 2018 im Auftrag

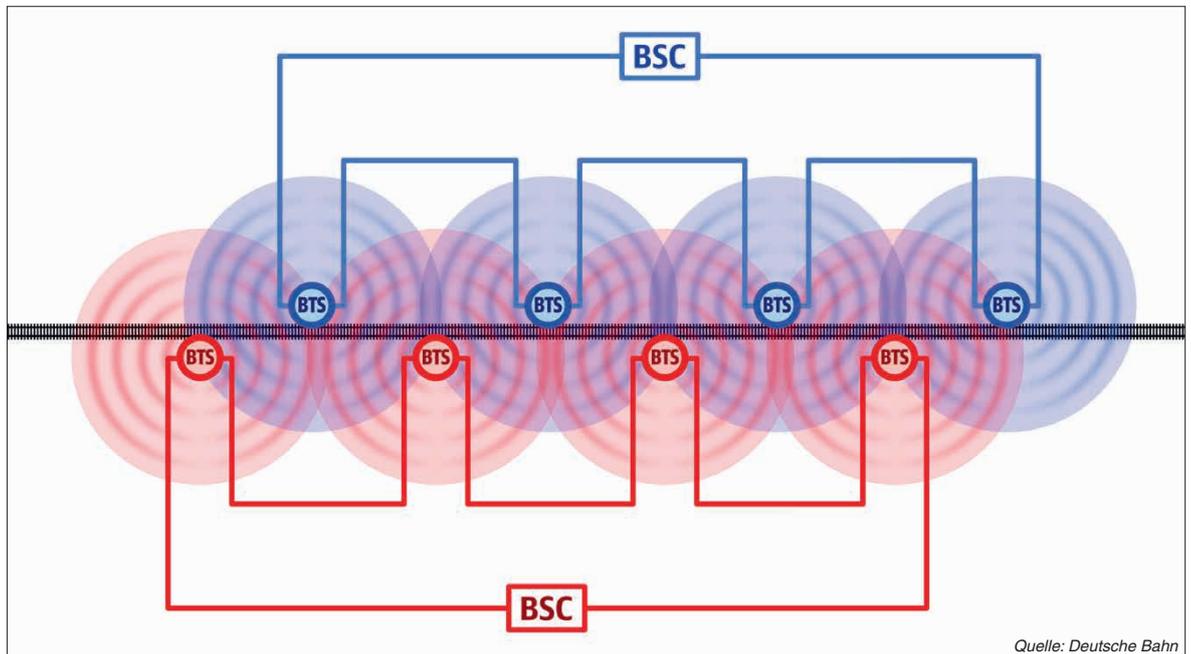


Abbildung 4:
Prinzipdarstellung des
völlig redundanten
GSM-R-Netzes für die
L2oS-Bereiche im Kern
des DKS

Quelle: Deutsche Bahn

des Bundes von McKinsey vorgelegten Machbarkeitsstudie nur „ohne Signale“^[6] wirtschaftlich.

Ausblick

Die Einführung Digitaler Leit- und Sicherungstechnik in einer sinnhaften – das heißt den Kunden tatsächlich dienenden – Weise, ist eine ebenso gewaltige wie komplexe und facettenreiche Aufgabe. Sie ist alles andere als ein Selbstläufer. Letztlich liegt an uns Eisenbahnern, die neue Technik und die damit einhergehenden Möglichkeiten nicht einfach irgendwie umzusetzen, sondern tatsächlich zu gestalten.

Die DB und ihre Partner haben im DKS gelernt, der neuen Technik mit einer gesunden Mischung aus Offenheit und gesunder Skepsis zu begegnen, dabei beinahe jeden Schotterstein umzudrehen, zu hinterfragen und nicht müde zu werden, im Sinne der Sache in vielen Details um die bestmögliche Lösung zu ringen. Dabei mehrten sich die Beispiele, in denen einfachere Lösungen nicht nur leistungsfähiger, sondern auch gleichzeitig robuster und wirtschaftlich günstiger sind.

Die ETCS-Ausrüstung „ohne Signale“ ist eine zentrale Voraussetzung, nicht nur DSTW und ETCS binnen gerade einmal anderthalb Jahrzehnten im gesamten Netz einzuführen, sondern trägt im Gesamtsystem auch wesentlich dazu bei, die Infrastruktur wesentlich besser und flexibler zu nutzen. Diese Chancen sollten ergriffen werden. ■

Quellen

- [1] Quo vadis Digitale Leit- und Sicherungstechnik? Der Eisenbahningenieur, 11/2021 (online unter: <https://bit.ly/3HV72X6>).
- [2] Ingenieurgesellschaft Machbarkeitsstudie ETCS S-Bahn Stuttgart: Untersuchung zur Einführung von ETCS im Kernnetz der S-Bahn Stuttgart, Abschlussbericht (online unter: <https://bit.ly/2Yyaw6h>).
- [3] Optimierung der Blockteilung mit ETCS Level 2 im Digitalen Knoten Stuttgart. Signal+Draht, 7+8/2021 (online unter: <https://bit.ly/3Ai0gQR>).
- [4] Rückbau der N-Signalisierung auf der Bahn-2000-Strecke der SBB. Eisenbahn-Revue International, 1/2018.
- [5] Das Betriebliche Zielbild als Basis für ein modernes und anwenderfreundliches Regelwerk. Deine Bahn, 10/2021 (online unter: <https://bit.ly/3slTdUK>).
- [6] McKinsey & Company: Machbarkeitsstudie zum Roll-out von ETCS/DSTW, Zusammenfassung der Ergebnisse. Dezember 2018 (online unter: <https://bit.ly/3r2qral>).

Lesen Sie auch

Erfahrungen im Betrieb der ersten Strecke mit ETCS 2 ohne Signale

Deine Bahn 6/2021

Digitaler Knoten Stuttgart: Digitalisierung ist kein Selbstzweck

Deine Bahn 3/2021

Mit dem digitalen Bahnbetrieb in die Zukunft der Eisenbahn

Deine Bahn 9/2020