

Rangieren im Digitalen Knoten Stuttgart

Erfahrungen aus dem Pilotprojekt zeigen einige Herausforderungen, Verbesserungen und Potenziale für den Betrieb mit ETCS Level 2 im Netz der Deutschen Bahn AG.

FLORIAN BENISCHKE |
DETLEF BRÜCKNER | PHILLIP MÖLLER |
MICHAEL KÜMMLING | ALEXANDER PFLUG

Die Einführung von European Train Control System (ETCS) ist – insbesondere in der Ausprägung Level 2 „ohne Signale“ (L2oS) – mit vielen Chancen und Herausforderungen verbunden. Das gilt nicht nur für die dabei meist im Fokus stehenden Zugfahrten, sondern auch für Rangierfahrten. Im Digitalen Knoten Stuttgart (DKS) konnten erste Vereinfachungen erreicht und weitere erhebliche Vereinfachungspotenziale aufgezeigt werden. Eine Reihe von im Pilotprojekt beobachteten Sachverhalten verdeutlicht, wie in einem klug gestalteten Zusammenspiel von Fahrzeugen, Infrastrukturausrüstung und Betrieb im Gesamtsystem Bahn nicht nur einfachere, kostengünstigere und effizientere, sondern auch gleichzeitig leistungsfähigere und sicherere Lösungen entstehen könn(t)en.

Rangieren

Rangieren ist das Bewegen von Fahrzeugen im Bahnbetrieb, ausgenommen das Fahren der Züge. [1] Es dient beispielsweise der Zugbildung mit Lokomotiven und Wagen, Abstell- und Bereitstellungsfahrten, der Bedienung von Gleisanschlüssen und Be- und Entladeeinrichtungen sowie Werkstätten. Nicht zuletzt wird auch in Baugleisen rangiert. Mit Ausnahme des Stärkens von Triebzügen (Tz) und dem Umsetzen von Kurswagen wird in der Regel ohne Reisende rangiert. [2, 3] Rangierfahrten erfolgen meist mit Rangierstraßen und oft ohne wirksame Zugbeeinflussung. [4] Die Zustimmung zur Rangierfahrt wird dabei häufig durch ein Sperrsignal signalisiert (Abb. 1), das das Signal Sh 1 (Fahrverbot aufgehoben) bzw. Ra 12 (Rangierfahrt erlaubt) zeigt. Die Rangierfahrt darf nur so weit wie nötig fahren, maximal bis zum Ende der Rangierstraße. Bei der Planung derartiger Signalausstattung wird zwischen regelmäßigem und nicht regelmäßigem Rangieraufkommen unterschieden. [5, 6] Rangiert werden kann jedoch auch auf mündliche Verständigung zwischen dem Triebfahrzeugführer (Tf) bzw. Lokrangierführer (Lrf) und dem Weichenwärter (heute meist der Fahrdienstleiter in dieser Funktion). [7] Zur Verständigung zwischen Rangierbegleiter und Tf sowie zum Rangieren an Ablaufbergen gibt es weitere visuelle und akustische Signale. [8]

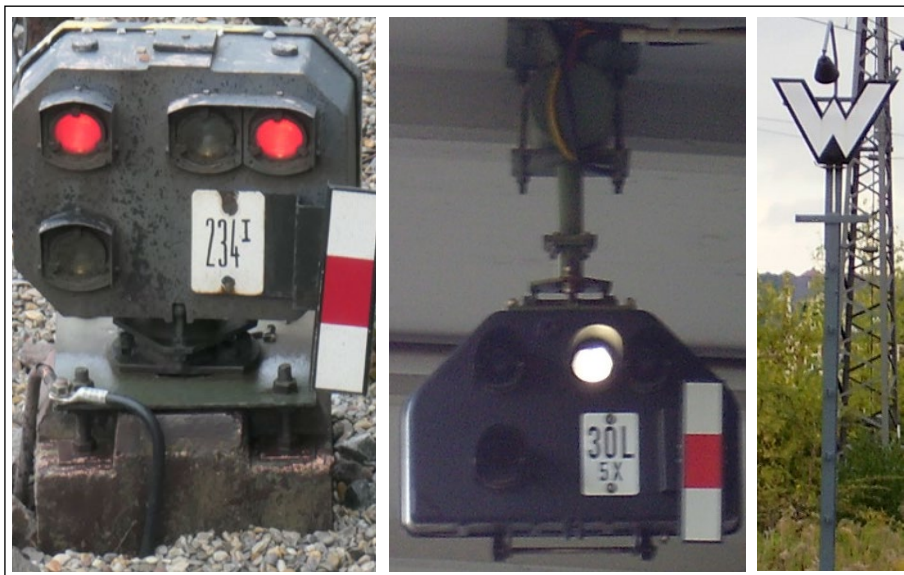


Abb. 1.: Beispiele für Rangiersignale: Sperrsignal (zeigt „Halt“, Hp 0), Zugdeckungssignal (zeigt Kennlicht) und Wartezeichen

Quelle: Michael Kümmling

Der Tf/Lrf muss die Geschwindigkeit grundsätzlich so regeln, dass er vor Hindernissen und dem Ziel zum Halten kommen kann. Dabei beträgt die zulässige Geschwindigkeit i. d. R. maximal 25 km/h, bei Fahrten im Baugleis 20 km/h sowie in Ausnahmefällen, unter Ansage des freien Fahrwegs, 40 km/h.

Rangieren im Kontext von ETCS

Obwohl mit ETCS L2oS auf viele Lichtsignale (insbesondere Vor- und Hauptsignale) verzichtet wird, sind in Bereichen, in denen regelmäßig rangiert wird, zumeist Sperrsignale (Lichtsignale) [8], vereinfacht: Lichtsperrsignale (Ls), vorzusehen. Dies wirkt dem Wunsch entgegen, den Aufwand für Leit- und Sicherungstechnik (LST) zu reduzieren. Gleichzeitig bietet ETCS einige Funktionen und Gestaltungsspielräume, darunter

- eine Reihe von Betriebsarten (Modi) des Fahrzeuggeräts wie Vollüberwachung (Full Supervision, FS) oder Fahren auf Sicht (On Sight, OS), meist mit Führerraumsignalisierung (FSS)
- eine per se genaue Positions- und Geschwindigkeitsüberwachung mit laufenden Standortinformationen (Position Reports) in einigen Betriebsarten
- sichere Zuglängen und Zugintegritätsüberwachung (optional).

Rangieren muss auch betrieblich gut handhabbar sein: So ist es beispielsweise bei Sägebewegungen oder bei Inspektionsfahrten, die

sich laufend vor und zurück bewegen, unerwünscht, jeweils einen kompletten ETCS-Startlauf mit vollständiger Zugdateneingabe, wie er vor Zugfahrten üblich ist, durchzuführen. Anschließend wäre u. a. die Rückrollüberwachung [9] von ETCS hinderlich. Die für Rangieren mit ETCS originär vorgesehene Betriebsart „Rangieren“ (Shunting, SH) hat keine derartigen Beschränkungen, beinhaltet aber wiederum keine FSS und nur eine eingeschränkte Überwachung. [10, 11, 12]

Die europäische ETCS-Spezifikation schreibt nicht vor, Rangierfahrten unter ETCS in Betriebsart SH durchzuführen. Vielmehr können Eisenbahninfrastrukturunternehmen grundsätzlich frei entscheiden (und per betrieblichem und technischem Regelwerk vorgeben), welche Betriebsarten bei welchem Betriebsverfahren genutzt werden. Die Fahrdienstvorschrift (FV) definiert den Begriff „anzei­ge­ge­führt“ nur für Züge [13]. Damit sind anzei­ge­ge­führte Fahrten im Netz der DB bislang immer Zugfahrten. Anzei­ge­ge­führte Rangierfahrten sind in ETCS – im Gegensatz zu den bisherigen Systemen PZB und LZB – heute bereits technisch in vielerlei Form möglich.

Sachverhalte im Kernknoten Stuttgart

Die ersten ETCS-Projekte der Deutschen Bahn AG (DB) wurden auch mit konventioneller LST ausgerüstet (Level 2 „mit Signalen“, L2mS, z. B. Erfurt Hbf), sodass wie gehabt und ohne ETCS rangiert werden kann. Die bisherigen L2oS-

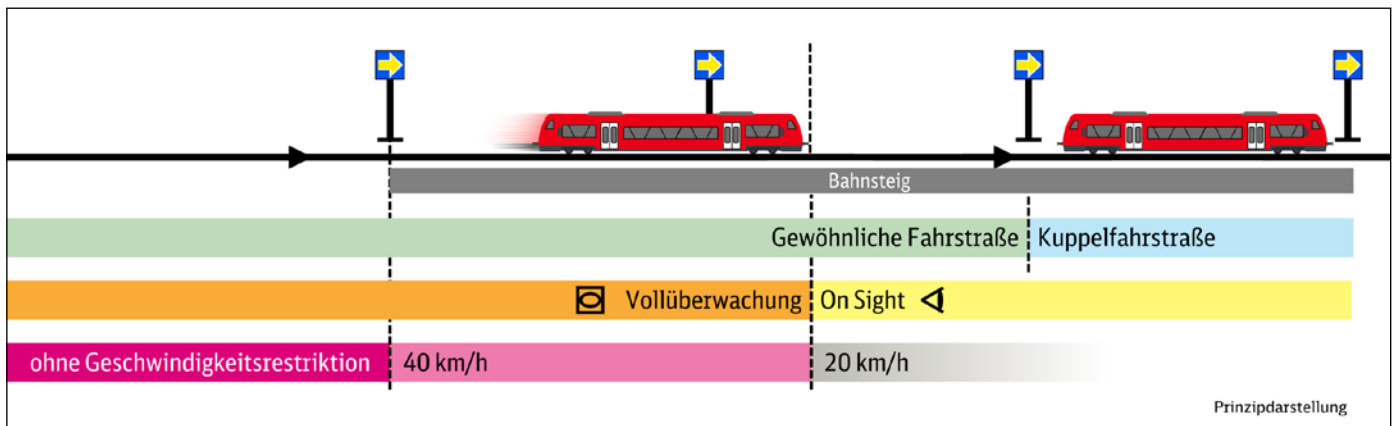


Abb. 2: Ablauf des Stärkens mittels Kuppelfahrstraße in L2oS

Quelle: DB

Bereiche (Schnellfahrstrecken VDE 8 [14] und Wendlingen – Ulm [15]) sind im Wesentlichen Strecken mit einfachen (Betriebs-)Bahnhöfen, in denen keine Ls aufgestellt wurden. Seltene Rangierfahrten erfolgen in SH.

Im Projekt DKS wird erstmals in Deutschland ein großer Knoten mit ETCS L2oS und weiterer Technik ausgerüstet. Es beinhaltet rund 500 Streckenkilometer sowie mehr als 500 Tz. [16] Das Spektrum reicht dabei von hochbelasteten Strecken mit großen Bahnhöfen (Bf) bis hin zu Nebenbahnen und umfasst sowohl Personen- als auch Güterverkehr. Ein Schwerpunkt liegt dabei auch auf der Optimierung der betrieblich-verkehrlichen Leistungsfähigkeit. [17] Bei der seit 2019 laufenden Planung des inneren Knotenbereichs (DKS-Bausteine 1 und 2), in dem ETCS L2oS in den kommenden Jahren sukzessive in Betrieb genommen wird, wurden einige Erfahrungen gesammelt:

Rangieren und Stärken im Hauptbahnhof

Der künftige Hbf in Stuttgart ist der erste große Bahnhof in Deutschland, der ohne Ls ausgerüstet wird. [18] In dem für den Hochleistungsbetrieb und reinen Personenverkehr optimierten Durchgangsbahnhof [19] waren nie regelmäßige Rangierfahrten geplant – und somit bis heute auch keine Ls. Nicht regelmäßig rangiert werden soll zur Instandhaltung, wofür Rangierstraßen ohne Lichtsperrsignale vorgesehen sind.

Ein Sonderfall ist das Stärken von Zügen: Hierfür waren zunächst gemäß DB-Lastenheft für ETCS-Level 2 (BTSF3) Ls vorgesehen, an denen anzuhalten und in SH weiterzufahren war. [20] Im Rahmen einer Innovationskooperation der DB und Hitachi Rail (als Auftragnehmer) wurde die in [21] beschriebene Lösung entwickelt: Der nachfolgende Zug fährt in FS mit 40 km/h [17] in den Bahnsteigbereich ein, wechselt vor einem als Zwischensignal dienenden Signal Ne 14 (ETCS-Halttafel) nach OS und kann ohne zusätzlichen Halt bis an den vorderen Zug heranfahren (Abb. 2). Diese Lösung vermeidet nicht nur Ls, sondern ermöglicht auch einen flüssigeren Betrieb und ist sicherer (FSS mit Geschwindigkeitsüberwachung).

Abstellbahnhof Untertürkheim

Die Zugbildung, -bereitstellung und -abstellung für Stuttgart Hbf erfolgt im Abstellbahnhof Untertürkheim. [22] Zugfahrten erfolgen mit L2oS (in der Regel in FS), Rangierfahrten mit Ls (in der Regel in SH). An wenigen Stellen, an denen ohnehin Ls vorgesehen sind, werden zusätzlich Blockkennzeichen (Bk) am gleichen Standort zur Leistungssteigerung angeordnet.

Hochleistungsblock in Vaihingen

Der Bf Stuttgart-Vaihingen liegt am südlichen Ende der S-Bahn-Stammstrecke und wird vorübergehend mit L2mS ausgerüstet. Aufgrund dichter Zugfolgen erhalten die beiden S-Bahn-Gleise Hochleistungsblock (HBL, mit Bk) auch im Bahnsteigbereich. Da in einem der Gleise auch regelmäßig rangiert wird, sind an den Bk zusätzlich Ls anzuordnen (siehe Abschnitt „Sperrsignale an Blockkennzeichen“). Deren Umfang bleibt in diesem Bereich überschaubar. Da HBL bis 2025 nur in reinen S-Bahn-Gleisen geplant werden durfte [23], wurde HBL am Bahnsteig außerhalb der Stammstrecke ausschließlich auf Vaihingen (einschließlich dem Bahnhofsteil Rohr) beschränkt.

Abstellfahrten in Vaihingen und Filderstadt

Ein Teil der in planmäßig bis zu 2,5 Minuten kurzen Abständen von Norden ankommenden

S-Bahnen wendet in Vaihingen in einer Wendeanlage unmittelbar südlich der Bahnsteige, wo zum Teil auch gestärkt und geschwächt wird. Bislang fahren die S-Bahn-Tz immer als Rangierfahrt auf Ls mit maximal 25 km/h ein und aus. Zunächst war vorgesehen, die Abstellanlage nur mit Ls auszurüsten und alle Abstell- und Bereitstellungsfahrten in OS durchzuführen, um somit

- dichter (mit HBL),
- schneller (elementscharf, 30 km/h in Abstellgleisen wg. Arbeitsschutz, 40 km/h in Weichen, 80 km/h am Bahnsteig) und
- sicherer (laufende Weg- und Geschwindigkeitsüberwachung)

zu fahren. Im Ergebnis längerer Abwägungen sowie um Änderungen an Lastenheft und FDV zu vermeiden, wird ein Mittelweg umgesetzt:

- Ausfahrten sowie Einfahrten in freie Gleise erfolgen als Zugfahrt in FS, wofür Hauptsignale aufgestellt werden.
- Einfahrten in teilbesetzte Gleise erfolgen in SH (ab dem Bahnsteig).

Die formal um einige 100 m verlängerten Zugfahrten führen zu Folgefragen, die noch in Klärung sind: beispielsweise Trassenentgelte oder vermeintliche Teilausfälle, wenn eine geplante Zugfahrt als Rangierfahrt erfolgt, wodurch eine auswertbare Zuglaufmeldung unterbleibt.

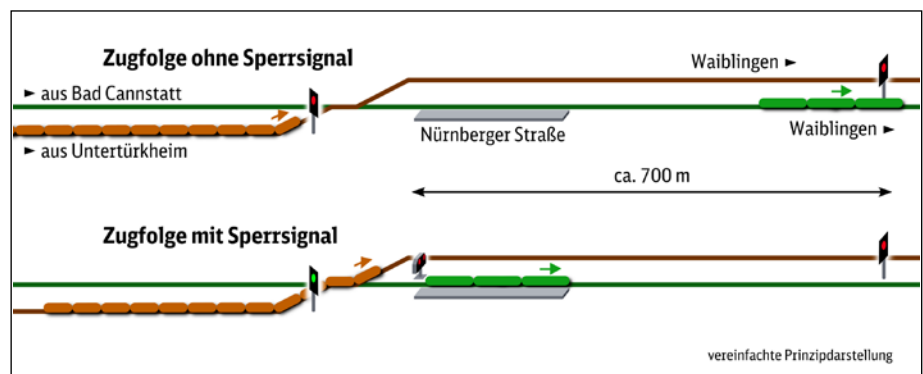
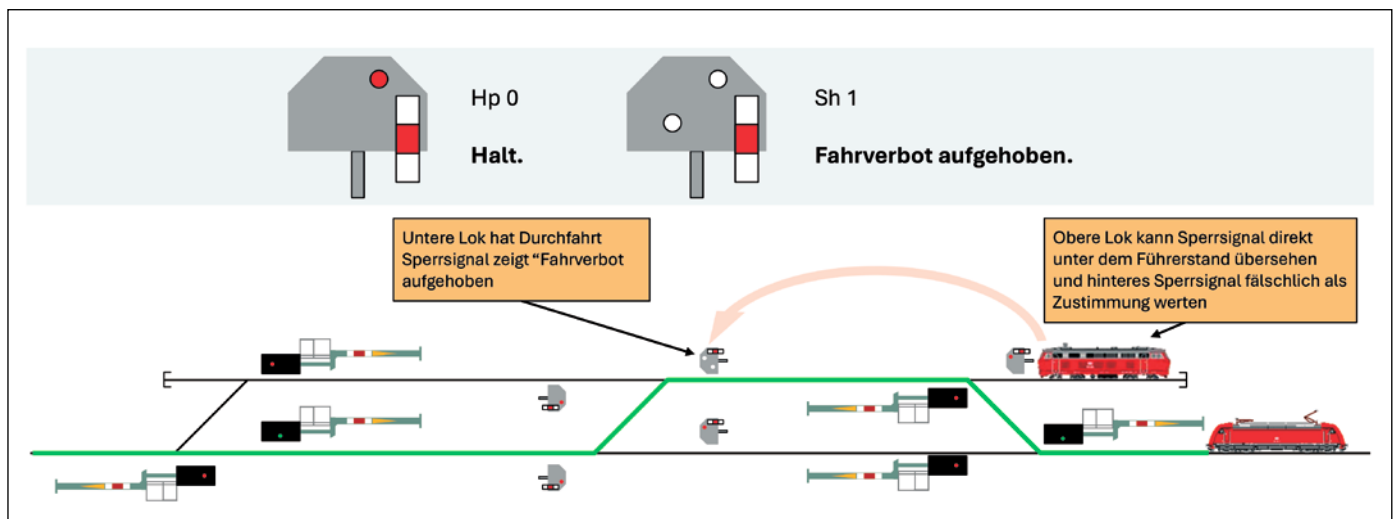


Abb. 3: Ls am Bahnsteig für rückwärtigen Flankenschutz am Beispiel Nürnberger Straße

Quelle: DB

Quelle Planauszug: DB

Für zwei der sechs Planbereiche (Böblingen und Waiblingen) liegt inzwischen eine Vorplanung vor. Hochgerechnet auf den



Quelle: DB

gesamten Ausrüstungsbereich werden im DKS-Baustein 3 nach jetzigem Stand voraussichtlich mehr als 1300 Ls notwendig sein. Beispielsweise werden in dem viergleisigen Regionalknoten Korntal 54 Sperrsignale erforderlich (Abb. 4).

Der Großteil dieser Ls ist an Bk vorgesehen: Denn in Bereichen, in denen regelmäßig rangiert wird, dürfen innerhalb (d.h. zwischen Start und Ziel) einer Rangierstraße keine alleinstehenden Bk oder Ne 14 angeordnet werden. Stattdessen ist dort ein Ls am gleichen Mast zu planen, wodurch auch eine Rangierstraße stets dort endet und eine neue beginnt.

Der entscheidende Grund für diese Vorgabe liegt darin, dass die heutige Logik der Ls am Rangiersignal den absoluten Haltbegriff Hp 0 nutzt (Abb. 1). Damit eine Zugfahrt stattfinden kann, muss das Ls den Begriff Sh 1 zeigen, da der Tf ansonsten am Signal Hp 0 vorbeifahren müsste. Ls gelten somit gleichermaßen für Zug- und Rangierfahrten. Dies kann zu einer Signalverwechslung führen, wenn eine Teilzugstraße für einen in ETCS geführten Zug eingestellt ist, das zugehörige Ls somit Sh 1 zeigt. Der Tf einer Rangierfahrt könnte dieses Signal irrtümlich auf sich beziehen und bis zum nächsten Ls fahren, obwohl der Fahrweg bis dorthin nicht vollständig gesichert sein könnte (Abb. 5). Einige derartige Fehlinterpretationen, in denen Tf von Rangierfahrten ein entferntes oder am Nachbargleis für eine Zugfahrt Sh 1 zeigendes Ls als Zustimmung für ihre Rangierfahrt auffassten, hatten Flankenfahrten zur Folge (z.B. [27, 28, 29, 30]). Mit L2oS bleibt das Problem bestehen, da Zustimmungen für Rangierfahrten in SH in der Regel ohne weitere Prüfung erteilt werden, nur einmal (beim Wechsel in SH) erfolgen und Rangierziele nicht überwacht werden. [31] Daher sind Ls auch mit L2oS noch erforderlich, wenn in SH rangiert werden muss und keine anderen Lösungen (wie Fahrten in OS) möglich sind.

Die daraus resultierende Vollausrüstung mit Ls führt im DKS-Baustein 3 zu einer Erhöhung der Planungs- und Baukosten. Sie liegen – inklusive Lieferung, Montage, Kabeltiefbauarbeiten, Gründung, Anbindung an das Stellwerk und Stromversorgung – allein im DKS-Baustein 3 im oberen zwei- bis unteren dreistelligen Millionen-Euro-Bereich. Dazu kommt ein erhöhter Aufwand zur Instandhaltung und Entstörung. Zusätzlich schränken gestörte Ls auch Zugfahrten mit L2oS ein.

Lösungsansatz

Ein Lösungsansatz sieht bereits für den signalgeführten Betrieb vor, am Ls den bekannten Signalbegriff Ra 11 „Wartezeichen“ mit dem Signalbild eines blauen Lichts einzuführen (Abb. 6). In Kombination mit einem Mastschild mit zwei schwarzen Punkten gilt:

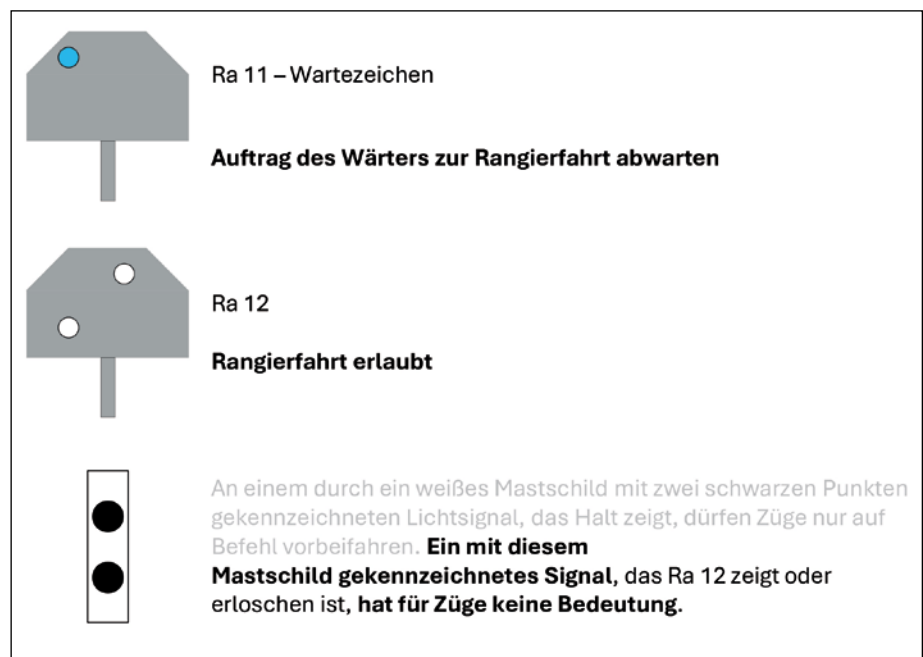


Abb. 6: Vorschlag für das neue Signalbild des Wartezeichens

Für (anzeigegeführte) Zugfahrten hat das blaue (oder erloschene) Ls keine Bedeutung – sie dürfen vorbeifahren; Rangierfahrten bzw. Fahrten in ETCS-Betriebsart SH müssen halten. Damit sinkt nicht nur das Risiko von Fehlinterpretationen, sondern der Betrieb wird robuster, da Züge an gestörten Ls ohne Befehl vorbeifahren können.

In Bereichen mit ETCS L2 und HBL ermöglicht das blaue Licht zudem eine Verringerung der Anzahl von Ls in Gänze: Durch die Veränderung der Natur des Ls hin zu einem Wartezeichen könnte dessen Aufstellung auf für das Rangieren relevante Punkte beschränkt werden. Die Umsetzung des neuen Ls mit den Signalbildern „Ra 11 – blaues Licht“ und „Ra 12 – zwei nach rechts weisende Lichter“ fördert zudem die europäische Angleichung an Signalbegriffe und Logiken in der Schweiz (unter ETCS L2) [32, 33], Österreich und Tschechien.

Zur Umsetzung dieser Lösung wären das neue Signalbild (Ra 11, Abb. 6) in der Eisenbahnsignalordnung (ESO) und dem Signalebuch (Ril 301) zu ergänzen. Da sich eines bekannten Signalbegriffs bedient wird, sind betrieblich kaum Änderungen der FV und der Betriebsregelwerke für Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) zu erwarten. Nachdem die Idee zum Signal bereits in der Arbeitsgruppe ESO Erwähnung fand, wurde die Idee 2023 im Betrieblichen Zielbild 1.2 der DB Netz AG [34] ausdetailliert. Einige Änderungen wären hingegen in der Technik erforderlich: So müssten Ls mit blauer Signallampe entwickelt und zugelassen werden. In der Stellwerksinnenanlage wäre der neue Signalbegriff einzuführen und wären Funktionsbedingungen zu ändern. Ferner müsste das Bediensystem für die neuen Si-

gnalbegriffe angepasst werden. Keine Änderungen wären hingegen voraussichtlich an ETCS erforderlich.

Resümee und Ausblick

Das Pilotprojekt DKS offenbart auch im Hinblick auf das Rangieren sowohl eine große Komplexität als auch weitreichende Chancen für Vereinfachungen, die oftmals auch leistungsfähiger und sicherer sein können. [35] Durch weiterentwickelte betriebliche Prozesse und Regelwerke sowie dem „blauen Licht“ könnte ein großer Teil der mit L2oS noch notwendigen Ls entfallen.

Ein weiteres Vereinfachungspotenzial liegt in Rangierbereichen (shunting areas), wie sie in Dänemark und Norwegen bereits mit L2oS umgesetzt werden, um darin frei und ohne zusätzliche Ls zu rangieren. [36, 37]

Darüber hinaus liegt in der 2023 im Rahmen der neuen ETCS-Baseline 4 eingeführten neuen Betriebsart Supervised Manoeuvre (SM) weiteres Potenzial. [38] Damit können auch geschobene Rangierfahrten anzeigegeführt und vollüberwacht erfolgen, wenn die Länge des vor dem Tzf liegenden Verbandes sicher (z.B. mittels Digitaler Automatischer Kupplung) bekannt ist. Um die Betriebsart nutzen zu können, müssen jedoch Fahrzeug- und Streckeneinrichtung auf Baseline 4 hochgerüstet werden und die technischen Herausforderungen bzgl. der Zugverbandlänge gelöst sein.

Wenn es gelänge, langfristig die erkannten Potenziale zu heben, wären für den Betrieb mit ETCS L2oS tatsächlich keinerlei Ls mehr erforderlich. ■

QUELLEN

- [1] Richtlinie 408.0055 Grundsätze; Begriffe, Version 9.0, gültig ab 14.12.2025
 [2] siehe auch: Homeyer, D.; Kellmeyer, H.; Köhler, B.; Krautkrämer, N.: Rangieren im Bahnbetrieb, Eisenbahn-Fachverlag, Heidelberg 2000, ISBN 978-3-9801093-5-2
 [3] siehe auch: Jelitto, M.: Rangieren. Deine Bahn 10/2020 und 11/2020 (online verfügbar)
 [4] gem. Richtlinie 483.0101 (PZB-Fahrzeugeinrichtung bedienen), gültig ab 14.12.2025, Abschnitt 14 (3) darf die PZB abgeschaltet werden, wenn vsl. länger als 30 Minuten rangiert wird. Andernfalls ist an Signalen mit 2000-Hz-Magnet die Befehlstaste zu betätigen.
 [5] Richtlinie 413.0602 (ESTW betrieblich planen), Version 2.1, gültig ab 01.03.2018
 [6] Richtlinie 819.0302 (Schutz- und Rangiersignale), Version 2.0, gültig ab 17.11.2008
 [7] Richtlinie 408.4813 (Rangieren; Vorbereiten), Version 5.0, gültig ab 14.12.2025
 [8] Handbuch 301 (Signallbuch), Version 12.0, gültig ab 15.12.2024
 [9] Unauthorised Direction Movement Protection gemäß ETCS-Spezifikation, SUBSET 026, Version 4.0.0, Abschnitt 3.14.3
 [10] Koop, K.: Rangieren unter ETCS L2, SIGNAL+DRAHT 5/2014
 [11] Koop, K.: Rangieren in ETCS-Level-2-Bereichen, DER EISENBAHNINGENIEUR 1/2016
 [12] <https://de.wikipedia.org/wiki/Shunting> (Version vom 12. Oktober 2025, 19:32 Uhr)
 [13] Richtlinie 408.0055 (Grundsätze; Begriffe), gültig ab 14.12.2025, S. 2
 [14] Daul, J.: Erfahrungen im Betrieb der ersten Strecke mit ETCS 2 ohne Signale, Deine Bahn 6/2021

- [15] Barth, P.; Eftekhari, M.; El-Hajj-Sleiman, H.; Hoffmann, M. T.; Kümmling, M.; Retzmann, M.; Rohr, F.: ETCS auf der Schnellfahrstrecke Wendlingen – Ulm, SIGNAL+DRAHT 7+8/2023 (<https://bit.ly/3EjQMbo>)
 [16] Bitzer, F.; Dietrich, F.; Grell, A.; Lammerskitten, C.; Lück, B.; Schunke-Mau, C.; von Schaper, M.-L.; Vogel, T.; Wanstrath, S.: Sachstandsbericht Digitaler Knoten Stuttgart, DER EISENBAHNINGENIEUR 1/2025 (<https://bit.ly/40EhUg3>)
 [17] Kümmling, M.; Wanstrath, S.: „Digitale“ Kapazitätssteigerungen: ein Sachstand, Eisenbahn Ingenieur Kompendium 2024 (<https://bit.ly/4CHB0fi>)
 [18] Bojic, M.; El-Hajj-Sleiman, H.; Flieger, M.; Lies, R.; Osburg, J.; Retzmann, M.; Vogel, T.: ETCS in großen Bahnhöfen am Beispiel des Stuttgarter Hauptbahnhofs, SIGNAL+DRAHT 4/2021 (<https://bit.ly/47WZLi0>). (Im gesamten Bahnhof gibt es zwei Lichtsignale: zwei Einfahrsignale, die als Zufahrtssicherungssignale dienen.)
 [19] Bitzer, F.; Kümmling, M.: Der betrieblich-verkehrliche Nutzen des Projekts Stuttgart 21, DER EISENBAHNINGENIEUR 6/2024 (<https://bit.ly/3xHzHbU>)
 [20] Variante B gemäß Lastenheft BTSF3 3.0, Kapitel 2.9 (Ls an Zwischen- und Ausfahrtsignalen Ne 14)
 [21] Barth, P.; Behrens, M.; Kümmling, M.; Mehnert, S.; Nenke, T.; Pieper, W.; Retzmann, M.; Trinckauf, J.: Innovationskooperation zur LST-Infrastruktur im Digitalen Knoten Stuttgart, SIGNAL+DRAHT 7+8/2022 (<https://bit.ly/4nec1Qz>)
 [22] Reinhardt, A.; Florax, M.: Ein Tunnelnetzwerk im Herzen von Stuttgart, DER EISENBAHNINGENIEUR 6/2024, insbes. Abb. 1
 [23] Ril. 819.0519 (ETCS-L2 Hochleistungsblock), Version 1.1, gültig ab 1.8.2021, S. 10
 [24] Behrens, M.; Eschbach, A.; Kampschulte, B.; Paltian, A.; Schöppach, M.; Wiedenroth, A.: Robuste Leit- und Sicherungstechnik im Digitalen Knoten Stuttgart, DER EISENBAHNINGENIEUR 11/2022 (<https://bit.ly/460gNtY>)

- [25] ETCS-Spezifikation, SUBSET 026, Version 4.0.0, Abschnitt 3.14.2
 [26] Ril. 819.0519 (ETCS L2 Hochleistungsblock), Version 2.0, gültig ab 1.10.2025, Abschnitt 5 enthält die vorige Einschränkung nicht mehr.
 [27] Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung (BEU): Untersuchungsbericht 60uu2015-10/011-3323 zur Zugkollision vom 28.10.2015 im Bahnhof Bonn Gbf, Version 1.0, Abschnitt 2.3
 [28] BEU: Untersuchungsbericht 60uu2017-09/008-3323 zur Zugkollision vom 18.09.2017 im Bf Augsburg Hbf, Version 1.0, Abschnitt 1.3
 [29] BEU: Untersuchungsbericht BEU-uu2020-02/004-3323 zur Zugkollision vom 16.02.2020 im Bf Würzburg Hbf, Version 1.0, Abschnitt 2.3
 [30] BEU: Zwischenbericht BEU-uu2024-04/007-3323 zur Zugkollision vom 16.04.2024 im Bf Worms Hbf, Version 1.0, Abschnitt 2.4
 [31] RBC im Netz der DB stimmen nach BTSF3 (Version 3.2 vom 19.12.2023), Abschnitt 3.9 einer SH-Anforderung grundsätzlich zu und übermitteln gemäß BTSF3.000.1788 keine Liste von Grenzbasisen.
 [32] Blaue „Zwerge“ in St-Maurice, Schweizer Eisenbahn-Revue 2/2017, S. 54
 [33] Gotthard-Teilstrecke auf ETCS Level 2 umgestellt, Eisenbahn-Revue International 10/2015
 [34] DB Netz: Betriebliches Zielbild 1.2. Stand 31.03.2023, S. 89
 [35] Weitere Beispiele siehe [16]
 [36] Barz, M.; Maschek, U.; Witschorke, M.: Anforderungen an den Rangierbetrieb in ETCS Level 2 ohne Signale, DER EISENBAHNINGENIEUR 6/2022 (<https://bit.ly/4p3VEqD>)
 [37] Witschorke, M.: Anwendbarkeit von internationalen Rangierszenarien unter ETCS L2oS. Diplomarbeit TU Dresden 2023 (<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-871526>)
 [38] https://de.wikipedia.org/wiki/Supervised_Manoevre (Fassung vom 2.11.2025)

**Florian Benischke**

Anforderungsmanager ETCS
 DB InfraGO AG, Leipzig
florian.benischke@deutschebahn.com

**Detlef Brückner**

Systemarchitekt ETCS
 DB InfraGO AG, Berlin
detlef.brueckner@deutschebahn.com

**Michael Kümmling**

Innovationsmanagement DLST
 DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH,
 Stuttgart
michael.kuemmling@deutschebahn.com

**Phillip Möller**

ehem. Transformation
 digitaler Bahnbetrieb
 DB InfraGO AG, Frankfurt a. M.
phillip.moeller@deutschebahn.com

**Alexander Pflug**

Technisches Projektmanagement
 DKS-Baustein 3
 DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH,
 Stuttgart
alexander.pflug@deutschebahn.com

Heben Sie Ihre Werbung auf eine andere Ebene ...

Advertorials in DER EISENBAHNINGENIEUR

Ein Advertorial ist mehr als eine klassische Anzeige: Es kombiniert die redaktionelle Kompetenz unserer Fachzeitschrift mit der zielgerichteten Wirkung von Werbung. In vertrauter Optik präsentieren Sie Ihr Unternehmen, Ihre Produkte oder Dienstleistungen informativ, professionell und ansprechend – selbstverständlich klar als Anzeige gekennzeichnet.

Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Hohe Aufmerksamkeit durch authentische redaktionelle Einbindung
- Vertrauensvolle Ansprache Ihrer Zielgruppe im passenden Umfeld
- Mehr Raum für Inhalte, Hintergründe und Alleinstellungsmerkmale



**DER EISENBAHN
INGENIEUR**

» Jetzt Advertorial buchen
 & Ihre Botschaft im
 passenden Umfeld platzieren

Silke Härtel
 +49 40 / 237 14 227
silke.haertel@dvvmedia.com