

# Zu netzweiten Kapazitätseffekte der DSD – Impulse zur Steigerung des Nutzens

Mit ersten Elementen der digitalen Leit- und Sicherungstechnik ließe sich die netzweite Kapazität um ca. 7 Prozentpunkte steigern. Hierfür sind ein konsequenter Einsatz von ETCS Level 2 „ohne Signale“, die Beseitigung kapazitätseinschränkender Restriktionen durch intelligente Leittechnik sowie kurze Systemlaufzeiten erforderlich.



## 1. Ausgangslage

Eine Erneuerung der Leit- und Sicherungstechnik (LST) wird mit den Digitalisierungsoffensiven der Deutschen Bahn angestrebt. Unter anderem sollen dazu neue Stellwerke (z. B. Digitale Stellwerke, DSTW) und ETCS Level 2 „ohne Signale“ (L2oS) im DB-Netz eingeführt werden. Darauf können grundsätzlich weitere Schritte mit Einführung zusätzlicher Techniken aufsetzen.

In [1] wurden bereits Effekte quantifiziert, die aus einer unterstellten flächendeckenden Blockoptimierung sowie dem Einsatz von DSTW resultieren. Wesentliche Erkenntnis hieraus ist es, dass ein 1:1-Ersatz nicht ausreichend wäre, um Kapazitätssteigerungen zu erzielen. Aufbauend auf dem aktuellen Entwicklungsstand (Basis-Release Plus, BR+) und einer Reihe neuer Erkenntnisse quantifiziert eine neue Studie der quattron GmbH im Auftrag der DB InfraGO die Effekte eines theoretischen netzweiten Rollouts. Dabei werden sowohl für Strecken als auch für Knoten Hebel aufgezeigt, um den größtmöglichen kapazitiven Nutzen aus diesen ersten Elementen der digitalen LST zu erzielen.

## 2. Methodik

### 2.1. Von Mikroskopie zu Makroskopie

Zur netzweiten Quantifizierung der Kapazitätseffekte wird ein mehrschrittiges Verfahren angewendet, welches eine kombinierte Nutzung der Tools LUKS® und OnTime® vorsieht. In [2] ist das konkrete Vorgehen detailliert beschrieben. Da keine mikroskopische Modellierung des DB-Gesamtnetzes in der Zielbildausprägung von ETCS L2oS

vorliegt, werden netzweite Effekte durch so genannte Übertragungsfunktionen extrapoliert. Diese werden aus repräsentativen Teilnetzen wie folgt abgeleitet:

- Im ersten Schritt wird für repräsentative Teilnetze ein mikroskopisches Infrastrukturmodell in LUKS® aufgesetzt. Anschließend werden Mindestzugfolgezeiten (MZFZ) für den Status quo und die Zielblockteilung unter ETCS L2oS berechnet.
- Auf Grundlage dieser Zeiten werden je nach ursprünglicher Zugsicherung und Mix der Zuggattungen die Übertragungsfunktionen für jede zu untersuchende Ausprägung der Zielblockteilung unter ETCS L2oS berechnet. Diese stellen eine Berechnungsvorschrift dar, auf deren Grundlage MZFZ des Status quo in die der Zielblockteilung umgerechnet werden können. Auf Basis mikroskopischer Infrastruktur- und Fahrplandaten, die DB-seitig vorliegen, können über LUKS® alle Status-quo-MZFZ des aktuellen Fahrplans ermittelt werden.
- Für verschiedene Ausprägungen der ETCS-L2- und DSTW-Realisierung werden auf Grundlage der mikroskopischen Teilnetzmodelle Korrekturfaktoren berechnet, die darstellen, inwiefern sich die positiven MZFZ-Effekte der Zielblockteilung aus ETCS L2oS unter Berücksichtigung verschiedener Restriktionen abschwächen.

Mittels der neuen MZFZ können so für die verschiedenen Ausprägungen von ETCS L2 netzweit sowohl kapazitive Effekte über den veränderten Nutzungsgrad als auch Pünktlichkeitseffekte mit Hilfe von OnTime® berechnet werden.



**Philipp Scherer, M. Sc.**

Projektingenieur  
quattron GmbH  
philipp.scherer@quattron.com



**Dr.-Ing. Thorsten Bueker**

Geschäftsführender Partner  
quattron GmbH  
thorsten.bueker@quattron.com



**Michael Schedel, M. Sc.**

Leiter Fahrwegkapazität und  
EBWU  
DB InfraGO AG, Zentrale  
michael.schedel@  
deutschebahn.com



**Dipl.-Ing. Sascha Hardel**

Leiter EBWU Südost/Süd  
DB InfraGO AG, Zentrale  
sascha.hardel@  
deutschebahn.com

	Bestand / Referenzfall	ESTW/DSTW + ETCS L2oS im 1:1-Aufsatz	DSTW + ETCS L2mS mit Restriktionen	DSTW + ETCS L2oS mit Restriktionen	DSTW + ETCS L2oS ohne Restriktionen
Konfiguration			Basis-Release Plus (BR+)		BR+, ergänzt um TMS
Fahrstraßen-bildezeit	Bestand gemäß Infrastrukturmodell	Erhöht um 4 s, basierend auf Messungen	2 s Grundbedarf + 6 s für Signalbegriffe + 7 s für Weichenumläufe	2 s Grundbedarf + 7 s für Weichenumläufe	
Sichtzeit	12 s	0 s (als $t_{Driver}$ in Annäherungsfahrzeit berücksichtigt)			
ETCS-Systemzeiten	0 s	8 s	5 s		
v-Wechsel	Geschwindigkeit muss ab Signal erreicht sein		Geschwindigkeit wird an das restriktive Element projiziert		
Blockteilung	Bestand gemäß Infrastrukturmodell	Ne 14 und Blockkennzeichen nur an Orten aktueller Hauptsignale	Umsetzung Zielblockteilung unter Berücksichtigung von Restriktionen sowie Planungsregeln für Lichtsignale	Umsetzung Zielblockteilung unter Berücksichtigung von Restriktionen	Umsetzung Zielblockteilung
Verkehrsmanagementsystem (TMS)	Nicht unterstellt				Unterstellt, löst hier nur Restriktionen auf
ATO	Nicht unterstellt				
Fahrstraßenauflösezeit		3 s	1 s		
Fahrzeugausrüstung	100 % (relevant für Ausprägung L2mS, zwingend für L2oS)				
Bremseigenschaften	Unterstellung Fahrzeuge des Referenzfalls ohne Optimierung von Bremseigenschaften, keine Optimierung der ETCS-Bremskurven				

1: Detaillierte Aufschlüsselung der untersuchten Szenarien

**2.2. Berücksichtigung einschränkender Effekte über Korrekturfaktoren**

Aus verschiedenen einzeln durchgeführten eisenbahnbetriebswissenschaftlichen Untersuchungen (EBWU) hat sich seit der Veröffentlichung der Studie [1] gezeigt, dass die angestrebte Zielblockteilung nicht ohne weiteres umsetzbar ist [3]. Dafür verantwortlich sind insbesondere folgende Sachverhalte:

- Die Schaltabschnittsgrenzen der Oberleitungsanlage (OLA)
- Die notwendige Räumung von Bahnübergängen (BÜ)
- Das Ermöglichen behinderungsfreier Zugüberfahrten über Hp-überwachte BÜ (Hp-BÜ)

Diese drei Effekte werden im Folgenden auch als „Restriktionen“ bezeichnet. Darüber hinaus ist neben der Realisierung von ETCS L2oS ebenfalls eine Doppelausrüstung mit Lichtsignalen zu untersuchen, die immer dann erforderlich ist, wenn nicht 100% der im untersuchten Netzbereich verkehrenden Fahrzeuge eine ETCS-Ausrüstung besitzen. Basierend auf diesen Randbedingungen werden fünf Szenarien aufgesetzt und deren Kapazitäts- sowie Pünktlichkeitseffekte untersucht. Die untersuchten Szenarien sind:

- Bestandssystem (Status quo) als Referenzfall,
- ESTW/DSTW + ETCS L2oS im 1:1-Aufsatz aus Vollständigkeitsgründen zu [1],
- DSTW + ETCS L2mS „mit Restriktionen“,
- DSTW + ETCS L2oS „mit Restriktionen“,
- DSTW + ETCS L2oS „ohne Restriktionen“ mit vollumfänglich realisierter Zielblockteilung

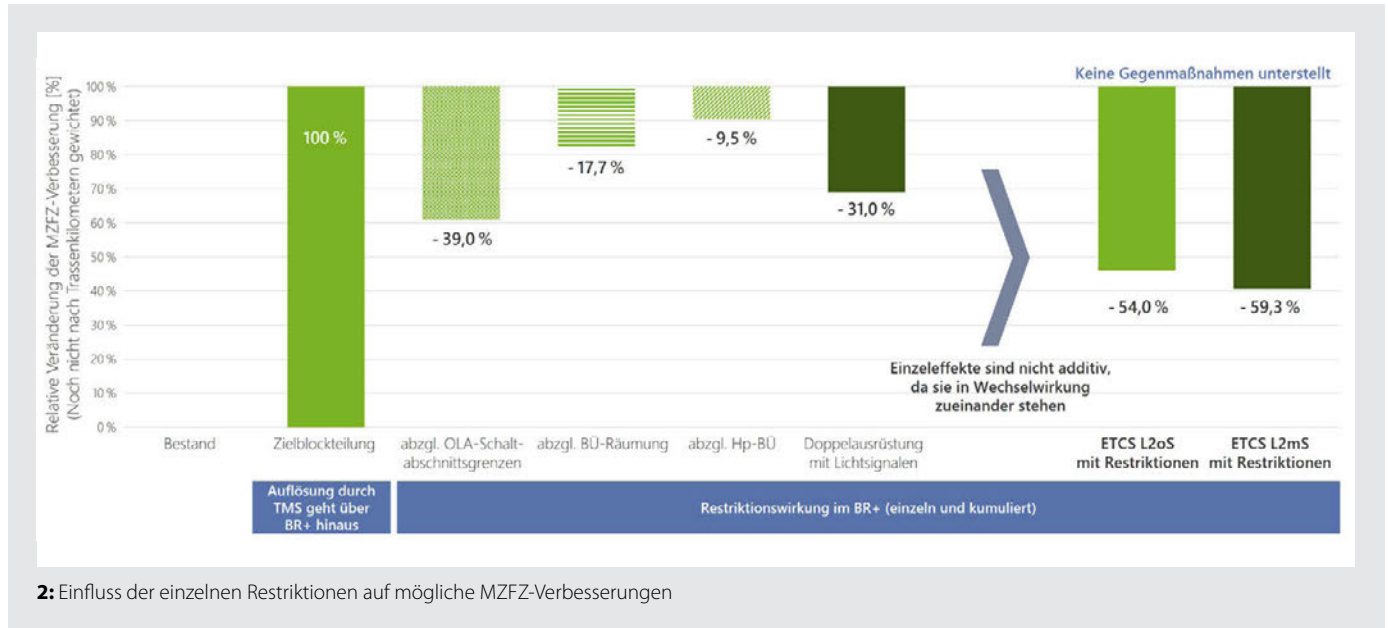
In Abbildung 1 sind die einzelnen Parameter, die in den Szenarien unterstellt werden, detailliert aufgeführt. Diese stellen ein konsolidiertes Ergebnis unterschiedlicher, bereits vorliegender Daten und Annahmen aus verschiedenen Projekten dar und wurden DB-intern abgestimmt.

Darüber hinaus wird in allen Szenarien für das BR+ unterstellt, dass einzelne weiterführende Anforderungen bereits realisiert sind (beispielsweise Übertragung mehrerer VzG-Spalten in die Logik der ETCS-Geschwindigkeitsprofile, uneingeschränkter Flankenschutz durch Ne 14). Um Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen, wird in allen Szenarien der gleiche Fahrplan betrachtet. Vor dem Hintergrund einer netzweiten Einführung von DSTW und der erwähnten Restriktionen wird im Folgenden dargestellt, wie sich die einzelnen Parameter zusammensetzen. Anschließend werden die Ergebnisse auf Kapazität und Pünktlichkeit im Detail vorgestellt.

**3. Modellhafte Berücksichtigung von Restriktionen und ETCS L2mS**

Ein kapazitiv optimiertes ETCS-L2oS-Blocklayout lässt sich auf nahezu allen Strecken in Deutschland nicht vollumfänglich realisieren, da verschiedene Gewerke die Positionierung von Signalen bzw. Blockkennzeichen an bestimmten Standorten nicht zulassen. Insbesondere auf stark ausgelasteten Strecken, auf denen eine dichte Blockteilung angestrebt wird, ist dieser Effekt von Relevanz. Eine detaillierte Beschreibung der Wirkweise der einzelnen Restriktionen kann [3] entnommen werden. Im Folgenden wird kurz aufgeführt, wie das Wirken der jeweiligen Restriktionen erklärt werden kann und welche Korrekturfaktoren sich ergeben. Diese geben an, welcher Anteil der potenziellen MZFZ-Verbesserung sich bei Wirken der jeweiligen Restriktion tatsächlich netzweit realisieren lässt:

- Die OLA-Schaltabschnittsgrenzen weisen parallel geführte Fahrdrähte auf. Zur Vermeidung thermischer Schäden an der Oberleitung dürfen Fahrzeuge in diesem Bereich nicht zum Stillstand kommen. Entsprechend dürfen im Bereich um die OLA-Schaltabschnittsgrenze keine Signale aufgestellt werden, sodass aus Signalisierungssicht hier ein



Halt vermieden werden kann. Unter Berücksichtigung der Verkehrsanteile in den relevanten, elektrifizierten Netzbe-  
reichen ergibt sich, dass sich lediglich 61,0% der potenziellen MZFF-Verbes-  
serung unter Berücksichtigung der Re-  
striktion „OLA-Schaltabschnittsgrenze“  
erreichen lassen.

- Einen Stillstand der Züge auf BÜ gilt es zu vermeiden, damit der Straßenverkehr (insb. Rettungsdienste) möglichst wenig behindert wird. Hierzu muss der Zug den BÜ vollständig räumen, bevor er zum Stillstand kommen darf. Somit können im zuglängen Bereich hinter BÜ keine Signale realisiert werden. Unter Berücksichtigung der Teilstrecken, die einen BÜ aufweisen, ergibt sich, dass 82,3% der theoretisch möglichen MZFF-Verbesserungen aufgrund der Restriktion „BÜ-Räumung“ tatsächlich realisiert werden können.
- Neben der Räumung von BÜ sind behinderungsfreie Fahrten über technisch gesicherte BÜ zu ermöglichen. Insbesondere bei Hp-BÜ ist mit deutlichen kapazitiven Einschränkungen zu rechnen, weil die BÜ-Sicherung in die Fahrstraßenbildezeit vor Erteilung einer Fahrerlaubnis einzurechnen ist. Unter Berücksichtigung der Teilstrecken mit Hp-BÜ ergibt sich, dass netzweit 90,5% der tatsächlichen MZFF-Reduktionen unter Berücksichtigung der behinderungsfreien Anfahrt auf Hp-BÜ realisiert werden können.
- Über die erwähnten Restriktionen hinaus führt die Doppelausrüstung der

Infrastruktur als ETCS L2mS dazu, dass kapazitiv mit weiteren Einschränkungen zu rechnen ist. Es müssen die Planungsrichtlinien für ETCS und herkömmliche Außensignalisierung umgesetzt und die mit beiden Regelwerken einhergehenden Restriktionen berücksichtigt werden. Diese sind u.a.:

- Kurze D-Wege, wie unter ETCS L2oS möglich, lassen sich nicht – oder nur mit deutlichen Geschwindigkeitsreduktionen – realisieren.
- Gefahrpunktabstände, die im Status quo realisiert sind, müssen gemäß heutigem Regelwerk ggf. verlängert werden, insb. bei Umsetzung dichter ETCS-Blockteilung [4].
- Zwischen einem Hauptsignal oder Blockkennzeichen und dem darauffolgenden Vorsignal muss mindestens ein Abstand von 300m eingehalten werden.
- In langen, konventionell zu bemessenden D-Weegen (teilweise > 200m) können keine weiteren Blockteilungen vorgesehen werden.

Ferner liegen unter ETCS L2mS erhöhte Fahrstraßenbildezeiten (FBZ) vor, da Zeitbedarfe für das Aufblenden der Signalbegriffe sowie die Dunkelschaltung von Signalen vorgesehen werden müssen. Wie in Abbildung 1 gezeigt, wird hier ein zusätzlicher Bedarf von sechs Sekunden angenommen. Selbst bei einem ETCS-Fahrzeugausrüstungsgrad von perspektivisch 100% (es können alle ETCS-Teilblöcke durch alle Fahrzeuge genutzt werden) lassen sich bei

einer Doppelausrüstung mit Lichtsignalen nur 69% der tatsächlich unter ETCS L2oS möglichen MZFF-Reduktionen realisieren.

Aus der Berücksichtigung aller Restriktionen kann das Szenario „DSTW + ETCS L2oS mit Restriktionen“ gebildet werden, die zusätzliche Doppelausrüstung bildet das Szenario „DSTW + ETCS L2mS mit Restriktionen“ ab. In Abbildung 2 ist dies visualisiert.

Da teilweise Restriktionen räumlich zusammenfallen und somit in Wechselwirkung zueinander stehen, sind die einzelnen Korrekturfaktoren nicht additiv. Dennoch zeigt sich, dass die theoretisch möglichen Verkürzungen der Zugfolgezeiten deutlich niedriger ausfallen, sofern keine Gegenmaßnahmen zur Beseitigung kapazitätseinschränkender Restriktionen ergriffen werden.

**4. Netzweite Kapazitäts- und Pünktlichkeitseffekte**

Mit Hilfe der netzweiten Übertragungsfunktionen, der durch diese berechneten MZFF für das Szenario „DSTW + ETCS L2oS ohne Restriktionen“ und der in Abbildung 2 dargestellten Korrekturfaktoren wird schließlich die Kapazitäts- oder Pünktlichkeitsberechnung durchgeführt. Die durchschnittlichen Ergebnisse für alle in Kapitel 2.2 aufgeführten Szenarien sind in Abbildung 3 dargestellt.

Es zeigt sich, dass sich durch die netzweite Einführung von DSTW und ETCS L2oS mit der in [1] festgelegten Zielblockteilung die netzweite Kapazität um rund 7%-Punk-

te erhöhen lässt oder die netzweite 5:59-min-Pünktlichkeit des SPFV um rund 2,5%-P. Dies setzt jedoch eine vollständige Beseitigung der in Kapitel 2.2 beschriebenen Restriktionen voraus. Lassen sich diese nicht beseitigen, so fällt der Kapazitäts- oder Pünktlichkeitseffekt deutlich abgeschwächer aus. Lässt sich darüber hinaus nur ETCS L2mS realisieren, so fallen Kapazitätsverbesserungen mit 0,8%-P. oder Pünktlichkeitserhöhungen mit 0,6%-P. nur noch marginal aus.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse insbesondere für das Szenario „DSTW + ETCS L2oS ohne Restriktionen“ ist zu berücksichtigen, dass neben der baulichen Beseitigung der Restriktionen auch technologische Lösungen in Betracht gezogen werden können bzw. müssen. Dies umfasst insbesondere ein Verkehrsmanagementsystem (TMS) [5] bzw. ein intelligentes Leitsystem, welches als Maßnahme über das BR+ hinausgeht. Damit könnten beispielsweise Fahrstraßen unter Berücksichtigung

von Zuglänge und Stromabnehmerposition gestellt werden.

### 5. Effekte im Knoten

Während sich die Effekte im netzweiten Durchschnitt mit der oben dargestellten Methode gut quantifizieren lassen, müssen in hoch ausgelasteten Knoten zusätzliche Detailuntersuchungen durchgeführt werden, um die konkreten Örtlichkeiten korrekt zu erfassen und spezifische Maßnahmen abzuleiten. Mit der Realisierung des BR+ und der damit verbundenen Einführung von DSTW und ETCS L2oS kann an relevanten Beispielknoten aufgezeigt werden, welche Kapazitätseffekte von besonderer Relevanz sind und wo ggf. Einschränkungen drohen:

- Die Ablösung performanter RSTW durch neue DSTW sowie die Einführung von ETCS L2 führt zu veränderten FBZ. Es müssen mindestens gleich kurze FBZ

erreicht werden wie alte (performante) RSTW, um den Betrieb auf derzeitigem oder höherem Qualitätsniveau abwickeln zu können und um ggf. sogar Belegungskonflikte zu vermeiden. Dies gilt insbesondere in hoch ausgelasteten Knoten mit vielen Fahrten.

- Die Neueinführung von DSTW/ETCS L2oS erfordert eine regelwerkskonforme Umsetzung, sodass der vorliegende Bestandsschutz der Anlagen nicht weiter greift. Damit einher geht die Neuprojektierung verfügbarer Durchrutschwege (D-Wege) mitsamt zugehöriger Release Speeds. In einigen Knoten kann das dazu führen, dass kurze D-Wege verlängert werden müssen, um bspw. die Bahnsteiglänge voll ausnutzen zu können. Damit geht i. d. R. eine Beanspruchung zusätzlicher Weichen einher. Somit ist die Möglichkeit paralleler Fahrten eingeschränkt.
- Eine notwendige Verkürzung der D-Wege kann dazu führen, dass verglichen zu konventioneller Signalisierung unter ETCS

**RAILWAY  
DIAGNOSTIC AND  
MONITORING  
CONFERENCE  
2025**

**08<sup>TH</sup> - 09<sup>TH</sup> APRIL 2025**  
NH HOTEL DEN HAAG

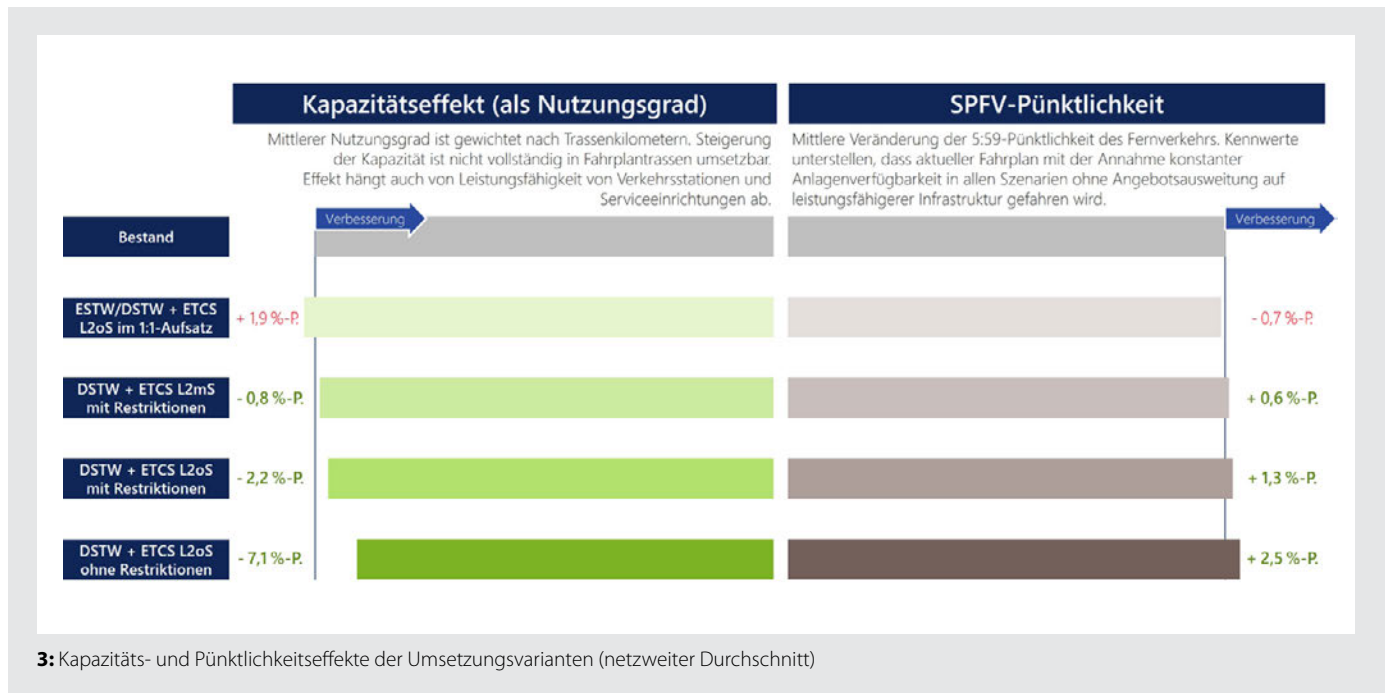
**REGISTER NOW**

REGISTER NOW:  
**[WWW.EURAILPRESS.DE/EVENTS](http://WWW.EURAILPRESS.DE/EVENTS)**

MAIN SPONSOR  
**RAILWAY SYSTEMS**  
by voestalpine

**DVV Media Group**

**Eurail press**



eine restriktivere Bremsung entlang der Überwachungskurve in den Halt erfolgt.

Während in den meisten Knoten diese Effekte gar nicht oder nur beschränkt auftreten, ist in manchen Knoten ein besonderes Augenmerk auf die Kompensation der beschriebenen Effekte zu legen. Dies kann neben einfach umzusetzenden Maßnahmen (z.B. zusätzliche Teilblöcke und Achszähler) auch größere Maßnahmen erforderlich machen, wie bspw. Spurplananpassungen. Dies umfasst ebenfalls die Weiterentwicklung von Regelwerken und Spezifikationen, sodass bspw. eine Blockteilung entlang der Bahnsteige erlaubt wird oder höhere Release Speeds zulässig werden. Grundsätzlich gilt es zu beachten, dass eine Leistungssteigerung in den Knoten notwendig ist, damit prognostizierte Kapazitätssteigerungen auf der freien Strecke und damit einhergehende Mehrverkehre auch aufgenommen werden können.

**6. Handlungsempfehlungen**

Die Ergebnisse zeigen, dass je nach Systemausgestaltung durch den Rollout von DSTW und ETCS Level 2 unterschiedlich viel Potenzial gehoben werden kann. Um Kapazitäts- oder Qualitätseffekte bestmöglich auszuschöpfen, ist ein Zusammenspiel aus baulichen, technologischen und planerischen Maßnahmen erforderlich. Um dies zu erreichen, können folgende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden:

- Eine Doppelausrüstung mit ETCS L2mS ist aus kapazitiver (aber auch betrieblicher sowie ökonomischer) Sicht nicht zielführend. Nur eine konsequente Umsetzung von ETCS L2oS bietet die Möglichkeit, Kapazitätseffekte vollumfänglich zu heben. Zur Umsetzung ist eine zügige, zeitlich korrespondierende und verbindliche ETCS-Ausrüstung aller Fahrzeuge erforderlich. Eine nachträgliche Umrüstung von ETCS L2mS auf leistungsoptimiertes ETCS L2oS ist mit hohem Aufwand verbunden. Die resultierende Anlage ist ansonsten nie gleich leistungsfähig wie eine direkt für L2oS geplante Infrastruktur [6].
- Restriktionen durch kapazitätseinschränkende Gewerke (v. a. OLA-Schaltabschnittsgrenzen, BÜ) sind durch bauliche und technologische Maßnahmen zu beheben, um die Zielblockteilung umsetzen zu können. Dies kann bspw. durch die Weiterentwicklung der Leittechnik erfolgen.
- Technologische Weiterentwicklungen und kurze Systemlaufzeiten sind erforderlich, um Kapazitätseinschränkungen zu vermeiden bzw. positive kapazitive Effekte zu erzielen. Dies ist insbesondere in hoch ausgelasteten Knoten von Relevanz.
- Das BR+ stellt einen Schritt in der Entwicklung und Umsetzung der digitalen LST im deutschen Schienennetz dar. Mögliche weitere Elemente sind vorzuziehen, um die berechneten kapazitiven Effekte schnellstmöglich nutzbar zu machen.

- Regelwerks- und Spezifikationsanpassungen sowie infrastrukturelle Kompensationsmaßnahmen bis hin zu Spurplananpassungen sind erforderlich, um kapazitäts- bzw. qualitätsmindernde Effekte des BR+ in bestimmten Knoten zu vermeiden und die Fahrbarkeit des heutigen Fahrplans sicherzustellen.

Die berechneten Kapazitätseffekte zeigen jedoch auch, dass die verkehrspolitischen Ziele der Bundesregierung (Verdopplung der Fahrgastzahlen im Fernverkehr sowie Erhöhung des Güterverkehrsanteils am Modal Split auf 25 % bis 2030) nicht einzig durch technologische Hebel (DSTW + ETCS L2oS) erreicht werden können. Hierzu sind Infrastrukturaus- sowie -neubauten erforderlich.

**7. Zusammenfassung und Ausblick**

Die Aktualisierung der netzweiten Studie zur Wirkung von digitaler LST zeigt, dass etwa 7%-P. Kapazitätssteigerung oder 2,5%-P. 5:59-min-Pünktlichkeitssteigerung des SPFV im netzweiten Durchschnitt bereits durch eine optimierte, restriktionsfreie Blockteilung realisiert werden können. Zentral ist dabei, ETCS L2oS konsequent zu realisieren sowie kapazitive Einschränkungen, die aus den verschiedenen Gewerken resultieren, durch bauliche oder technologische Maßnahmen zu beseitigen. Darüber hinaus sind kurze Systemlaufzeiten unabdingbar, um insbesondere in hoch ausge-

lasteten Knoten negative Kapazitätseffekte zu vermeiden.

Weiter unterstreicht die Studie, dass für darüber hinausgehende Kapazitätssteigerungen weitere Techniken und (Kapazitäts-) Optimierungen im Gesamtsystem Bahn (Fahrzeuge, Infrastruktur und Betrieb) erforderlich sind [7] und auch im Digitalen Knoten Stuttgart verfolgt werden [6].

Die konkrete Ausgestaltung einzelner Infrastrukturen bedarf aufgrund der räumlichen Besonderheiten mikroskopischer Detailuntersuchungen, um Maßnahmen zur Kapazitätserhöhung abzuleiten. Neben der technologischen Entwicklung sind weiterhin Um-, Aus- und Neubaumaßnahmen auch im größeren Umfang erforderlich, um die geplanten (Mehr-)Verkehre zuverlässig abwickeln zu können.

Literatur

[1] Bührsch, P.; Büker, Th.; Schotten, S.; Hardel, S.: „Vorteile und Nutzen von ETCS L2oS und DSTW im Schienenverkehr“ – In: Eisenbahn Ingenieur Kompendium. Jahrbuch für Schienenverkehr & Technik 2022, S. 223-238 (<https://bit.ly/3P8i3nq>)

[2] Scherer, P.; Hecht, J.; Franke, B.; Burkolter, D.: „Zweiseitige Betriebssimulation auf mikroskopischer Datenbasis mit OnTime und LUKS“ – In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) 72 (2023) 6 (<https://bit.ly/4gg7ZTE>)

[3] Hernández, L.; Hardel, S.: „Schaltabschnittsgrenzen und Bahnübergänge schränken Kapazitätseffekt von ETCS Level 2 ein“ – In: Signal & Draht (115) 1+2/2023 (<https://bit.ly/4cle0e0H>)

[4] Fassng, J.; Helwig, M.; Müller, P.; Keil, T.; Rosenbohm, M.; Walf, F.; Welsch, P.: „Generalsanierung der Riedbahn: Eine Zwischenbilanz“ – In: Der Eisenbahningenieur 7/2023 (<https://bit.ly/3Z5ws7u>)

[5] Küpper, M.: „Das Capacity & Traffic Management System für die Digitale Schiene“ – In: Der Eisenbahningenieur 10/2023 (<https://bit.ly/40BWDmT>)

[6] Kümmling, M.; Wanstrath, S.: „Digitale“ Kapazitäts-

steigerungen: Ein Sachstand“ – In: Eisenbahn Ingenieur Kompendium 2024 (<https://bit.ly/4cHBOfi>)

[7] Büker, Th.; Heller, S.; Hennig, E.; Reinhart, P.; Weymann, F.: „Zum verkehrlichen Nutzen der Digitalen Schiene Deutschland“ – In: Der Eisenbahningenieur 2/2024 (<https://bit.ly/3SMoME9>)

Summary

Network-wide capacity effects of DSD - impetus for increasing benefits

The first elements of digital control and safety technology could increase network-wide capacity by around 7 percentage points. This requires the consistent use of ETCS Level 2 "without signals", the removal of capacity-limiting restrictions through intelligent control technology and short system runtimes.



**ALBERT FISCHER**  
BAUUNTERNEHMEN

**ALBERT FISCHER** GmbH  
Heilswannenweg 53 ■ 31008 Elze  
Tel. 05068 / 9290-0 ■ Fax -40  
info@albert-fischer.de  
[www.albert-fischer.de](http://www.albert-fischer.de)

- Gleis- und Stadtbahnbau
- Hallen- und Industriebau
- Erd- und Bahnsteigbau
- Straßen- und Kanalbau
- Ingenieur- und Wasserbau



**Albert Fischer GmbH – Alle Bauleistungen aus einer Hand!**