

DIE BAHNINDUSTRIE.

VDB VERBAND DER BAHNINDUSTRIE IN DEUTSCHLAND E.V.

UMFASSENDES KONZEPT

INDUSTRIEBEITRAG FÜR INDUSTRIELLEN ROLLOUT DSTW/ETCS

UPDATE 2025 – DER HANDLUNGSLEITFADEN

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Weg zum Ziel	7
2.1	Zustandsbeschreibung	7
2.2	Definition des Ziels	9
2.3	Umsetzung	9
3	Grundlagen und Ausgangssituation	11
3.1	Infrastruktur	11
3.1.1	Ausgangssituation und Notwendigkeit der D-LST Modernisierung	11
3.1.2	Stellwerksausrüstung	12
3.1.3	ETCS-Ausrüstung	13
3.2	Fahrzeuge	15
3.2.1	Fahrzeugausrüstung – ETCS	15
4	Zielbild	17
4.1	Betriebliches Zielbild	17
4.2	Technisches Zielbild	18
4.3	Releases und Migrationspfade	20
5	Umsetzungsprogramm und Rahmenbedingungen	22
5.1	Rahmenbedingungen zur Beschleunigung des Rollouts	22
5.1.1	Gesetzliche Maßnahmen	22
5.1.2	Regelwerksänderungen	24
5.1.3	Finanzierungsarchitektur	25
5.1.4	Komplexitätsreduktion	29
5.2	Stufenplan zur technischen Umsetzung	32
5.2.1	Stufe I: Ablösung Alttechnik (Vorkriegstechnologie)	32
5.2.2	Stufe II: Integration Bestands D-LST in BSO (Upgrade auf DSTW-Generation 2)	34
5.2.3	Stufe III: Ablösung Spurplan Relaisstellwerke (RSTW)	35
5.3	Organisatorische Umsetzung	36
5.3.1	Verantwortung des Bundes	36
5.3.2	Rolloutorganisation	38
5.3.3	Systemautorität (Infrastruktur)	39
5.3.4	Taskforce	40
6	Summary	41
	Abkürzungen und Begriffsdefinitionen	42
	Impressum	43

Executive Summary

Um in Deutschland einen flächendeckenden Rollout Digitaler Stellwerke (DSTW) und des europäischen Zugbeeinflussungssystems European Train Control System (ETCS) in den kommenden 25 Jahren erfolgreich abzuschließen, braucht es jetzt:

Rahmenbedingungen zur Beschleunigung des Rollouts

1. Verbindliche Ziele festlegen und deren Erfüllung verfolgen
2. Regelwerke vereinfachen, Prozesse digitalisieren
3. Finanzierung vereinfachen, Planungssicherheit schaffen
4. Komplexitätsreduzierung in Technologie und Abwicklungsprozess

Stufenplan zur technischen Umsetzung

5. Stufenplan – Stufe I: Ablösung Alttechnik
(Umfang ca. 40.000 Stelleinheiten)
6. Stufenplan – Stufe II: Integration Bestandstellwerke in BSO
(Umfang ca. 40.000 Stelleinheiten) Upgrade auf DSTW-Generation 2
7. Stufenplan – Stufe III: Ablösung Spurplan RSTW
(Umfang ca. 110.000 Stelleinheiten)

Organisatorische Umsetzung

8. Verantwortung des Bundes durch Gründung einer Koordinierenden Stelle für Infrastruktur- und Fahrzeugausrüstung
9. Etablierung einer Rolloutorganisation für die Digitalisierung der LST
10. Schlagkräftigen institutionalisierte Systemautorität für Technik
11. Task Force zur Komplexitätsreduzierung

1 Einleitung

Ein integrierter europäischer Eisenbahnraum ist wichtiger Bestandteil der Europäischen Union. Die verpflichtende Ausrüstung europäischer Korridore mit dem European Train Control System (ETCS) wird künftig mehr als 20 verschiedene nationale Zugbeeinflussungssysteme ersetzen und den grenzüberschreitenden Verkehr so erleichtern. Digitale Zugsicherungssysteme ermöglichen darüber hinaus Fahren in dichteren Taktfolgen, wodurch mehr Züge auf gleicher Strecke eingesetzt werden können. Für Fahrgäste bedeutet das, kürzere Fahr- und Wartezeiten bei maximaler Pünktlichkeit. Für die Wirtschaft heißt ETCS höhere Kapazität, Zuverlässigkeit und Resilienz des Netzes.

In Kombination aus moderner Stellwerkstechnik und von der Infrastruktur in Teilen auf die Fahrzeuge verlagelter Signaltechnik entsteht ein leistungsfähigeres Schienennetz, das den Bahnbetrieb der Zukunft sichert. Die flächendeckende ETCS-Ausrüstung in Deutschland legt die Basis für die Digitalisierung und weitere Automatisierung des Schienenverkehrs und gleicht so auch die absehbare Fachkräfte-lücke im Fahrdienstpersonal aus.

Die digitale Ausrüstung für Bahnstrecken und Fahrzeuge wird vor allem am Standort Deutschland entwickelt und produziert. Die Bahnindustrie in Deutschland exportiert die digitale Schiene seit vielen Jahren weltweit führend, etwa nach Norwegen, Schweden, Spanien oder in die Schweiz. Jetzt darf Deutschland nicht hinter seine Nachbarn zurückfallen. Aktuell sind knapp 40 Prozent der Stellwerke digitalisiert. Diese Erneuerung begann in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts. Die Erneuerungsrate stieg dabei nicht stetig, sondern hat in den letzten Jahren sogar abgenommen und beträgt im Mittel rund 1 % pro Jahr. Ein „weiter so“ hätte eine Erneuerungsdauer von weiteren, mindestens 60 Jahren zur Folge. Das wäre deutlich zu langsam. Notwendig ist das Drei- bis Fünffache der bisher erreichten Erneuerungsrate digitaler Leit- und Sicherungstechnik, um die Modernisierung der Schiene in den nächsten 25 Jahren erfolgreich abzuschließen.

Die Unternehmen der Bahnindustrie benötigen eine langfristige Perspektive, um die für einen Hochlauf notwendigen Investitionen zu tätigen und ihre Ressourcen entsprechend aufzubauen. Das erfordert wiederum eine konsequente Strategie des Bundes für die synchrone ETCS-Aus- und Umrüstung von Infrastruktur und Schienenfahrzeugen, die mit einer langfristig gesicherten Finanzierung hinterlegt ist. Nur in gemeinsamer Verantwortung können Politik, Betreiber und Industrie die Zukunft einer digitalen, resilienten und klimafreundlichen Mobilität auf der Schiene realisieren.

Mit dem vorliegenden Papier möchte der Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) e. V. eine auf Minimierung von Prüf- und Zulassungsaufwand optimierte Zielarchitektur und ein auf die Minimierung von Verantwortungsschnittstellen ausgerichtetes Update seines Konzeptvorschlages von 2019 zum industriellen ETCS-

Rollout beisteuern. Hiermit sollen die betrieblichen Anforderungen der Deutschen Bahn AG erfüllt und der netzweite Rollout in knapp zwei Dekaden erreichbar werden. Die wesentlichen Schwerpunktthemen sind nachfolgend in 11 Blöcken zusammengefasst, die als Empfehlungen für verschiedene Expertengruppen des Sektors dienen sollen.

Das vorliegende VDB-Rolloutkonzept fokussiert die Erreichung der kurz- und mittelfristigen Ziele zur infrastrukturseitigen Digitalisierung der Leit- und Sicherungstechnik im Netz der DB InfraGO. Um den Blick auf das jetzt Notwendige nicht zu verstellen, wurden langfristige technische Weiterentwicklungen im Bereich der Leit- und Sicherungstechnik, die weiterhin gemeinsam mit Industrie und DB InfraGO AG vorangetrieben werden müssen, bewusst nicht betrachtet.

Die hier enthaltenen infrastrukturseitigen Maßnahmen sind so ausgerichtet, dass sie zukünftige Weiterentwicklungen nicht behindern. Zudem wird vorausgesetzt, dass erst die digitale Fahrzeugausrüstung auch darauf aufbauende technische Innovationen ermöglicht. Das VDB-Konzept skizziert eine für Weiterentwicklungen notwendige technologische Basis, die zukünftig mit neuen und rückwärtskompatiblen Systemen zusammen betrieben werden kann. Diese Weiterentwicklungen sollten sinnvollerweise europäisch flankiert sein.

2 Weg zum Ziel

2.1 Zustandsbeschreibung

Aufgrund des hohen Anteils überalterter Stellwerke, in einer unüberschaubaren Vielfalt von Technologien, wird der flächendeckende Betrieb für die InfraGO zunehmend unwirtschaftlich. Der Netzzustandsbericht der DB InfraGO 2023 vergibt der Stellwerkstechnik mit der Schulnote 4.02 die schlechteste Bewertung aller Infrastrukturkomponenten des Schienennetzes. In diesem wird festgehalten, dass die jährliche Erneuerung von Leit- und Sicherungstechnik (LST)-Anlagen stetig von über 4.000 auf zuletzt ~2.500 Stelleinheiten (STE) zurückgegangen ist. Geht man von einer mittleren jährlichen Erneuerungsrate von 3000 STE aus, muss mit einer Modernisierungsdauer von 60 Jahren – d. h. bis 2085 – gerechnet werden. Das mittlere Alter der Technik würde dann ca. 50 Jahre betragen.

Der Weg zu einem modernen, wirtschaftlich betreibbaren Schienennetz in Deutschland führt, auch angesichts des demografischen Wandels, nur über eine drastische Beschleunigung um das drei bis fünffache des derzeitigen Ausrollens moderner digitaler Leit- und Sicherungstechnik (D-LST). Allein wegen der EU-Ausrüstungsverpflichtung ist ein ETCS-Rollout alternativlos. Vor dem Hintergrund der Abkündigung der gegenwärtig für Geschwindigkeiten >160 km/h erforderlichen Linienzugbeeinflussung (LZB) ab 2030, ist ein beschleunigter ETCS-Rollout darüber hinaus auch für den langfristigen Erhalt der Hochgeschwindigkeitstrassen erforderlich.

Erste Erfolge im Sinne extrem beschleunigter Projektumsetzung haben Bahn, Industrie und die beteiligten Institutionen des Sektors durch ein Vorgehen des radikalen Pragmatismus bereits bei den „Schnellläufer-Projekten“ für die streckenseitige LST-Modernisierung erzielen können. Doch insgesamt zeichnet sich derzeit ab, dass weder die streckenseitige noch die fahrzeugseitige Ausrüstung mit ETCS in notwendiger Geschwindigkeit und Umfang anläuft. Die Synchronisierung des Ausbaus strecken- und fahrzeugseitiger Technik wie auch der entsprechenden Finanzierung stellt dabei eine der größten Herausforderungen dar.

Bereits in den Jahren 2018 und 2019 wurden eine Machbarkeitsstudie¹ und ein Konzeptvorschlag² für den industriellen Rollout einer beschleunigten Ausrüstung mit digitaler Leit- und Sicherungstechnik vorgelegt. Keines der terminlichen Ziele wurde jedoch in der tatsächlichen Umsetzung des Gesamtkonzeptes erreicht. Dieser Umstand wird regelmäßig in Berichten z. B. durch den Bundesrechnungshof kritisch angemahnt.

¹ Machbarkeitsstudie zum Rollout von ETCS/DSTW; McKinsey, Dez. 2018

² Umfassender Konzeptvorschlag für ein industrielles Rollout DSTW/ETCS, Verband der Bahnindustrie in Deutschland 2019

Im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) hat die Beratungsgesellschaft McKinsey & Company im Herbst 2024 eine „Machbarkeitsstudie zum Rollout ETCS/DSTW und weiterer Technologien des digitalen Bahnsystems“ vorgelegt (im Folgenden „McK 2“). Dabei handelt es sich um eine Folgestudie zu der 2018 vorgelegten Untersuchung „Machbarkeitsstudie zum Projekt ‚Zukunft Bahn‘ (ETCS/NeuPro)“. Während McKinsey in seiner ersten Studie (2018) noch von einem Start der umfassenden D-LST Modernisierung im Jahr 2025 und einem erwarteten Abschluss für das gesamte deutsche Netz bis 2040 ausging, kommt die Folgestudie (2024) derselben Beratungsgesellschaft zu einem frühestmöglichen Abschluss des Programms im Jahr 2043 und „wiederholt (...) mit Nachdruck die Empfehlungen von 2018, die bisher nicht oder nicht umfassend umgesetzt wurden“. In dieser Folgestudie haben Informationen aus allen relevanten Institutionen des Eisenbahnsektors inklusive der Bahnindustrie Eingang gefunden. Diese Studie sowie die in den letzten fünf Jahren gesammelten Umsetzungserfahrungen in Projekten der Digitalisierung und die Empfehlungen der vom BMDV eingesetzten „Beschleunigungskommission Schiene (BKS)“ bilden die Grundlage für die Fortführung des Konzeptvorschlages des VDB für einen industriellen Rollout von DSTW und ETCS.

Die zentrale Erkenntnis dieser Studien für die LST-Modernisierung lautet:

Die LST-Modernisierung geht viel zu langsam voran, geplante Zieltermine des Gesamtvorhabens werden weit verfehlt. Nicht ausschließlich die Steigerung der Kapazität des Fahrweges erzwingt inzwischen die LST-Modernisierung, sondern schlicht die Sorge um die Aufrechterhaltung des Betriebes der Eisenbahn in der Fläche und in den Hochgeschwindigkeitsverbindungen.

Dabei kommt der Ausrüstung mit ETCS-Level 2 eine zentrale Bedeutung zu. Sie bildet die Grundlage für effiziente und kostengünstige Streckenmodernisierungen ohne Signale. Die Beschleunigung der Streckenmodernisierung lässt sich nur mit einer ETCS-Level 2 Ausrüstung ohne Signale erreichen.

Die Folgestudie McK2 nennt fünf entscheidende Rahmenbedingungen für einen umfassenden Modernisierungsrollout, die z. T. bereits in der ersten Studie genannt aber bisher nicht geschaffen wurden:

- 1| Aufbau einer stringenten Programmsteuerung und Entscheidungshoheit (im Bundesministerium)
- 2| Langfristige Finanzierung und Vergabe
- 3| Koordinierte deutschlandweite Fahrzeugumrüstung
- 4| Standardisierung der Planungs-, Zulassungs- und Inbetriebnahmeprozesse
- 5| Aufbau einer gebündelten Verantwortung für digitale LST in der Infrastruktur

Die seit Jahren schleppende in Kraft Setzung der erforderlichen Rahmenbedingungen, lässt eine Programmumsetzung bis 2043 überaus ambitioniert erscheinen.

2.2 Definition des Ziels

Das überragende Ziel ist eine schnellstmögliche Verbesserung der Verfügbarkeit des Netzes in der Fläche, sowie der langfristige Erhalt der Hochgeschwindigkeitsverkehrs in Deutschland. Die durchgängige Modernisierung der Leit- und Sicherungstechnik spielt hierbei eine zentrale Rolle. Hierzu müssen die netzwerkbasierte Digitale Leit- und Sicherungstechnik sowie das europäische Zugsicherungssystem ETCS schnellstmöglich auf das gesamte Netz ausgerollt werden. Um dieses hochkomplexe Ziel zu erreichen, sind transparente Kennzahlen (Key Performance Indicator (KPI)) und ein Zieljahr erforderlich, sowie eine für die konsequente Zielerreichung geeignete Organisation. Von diesem Ziel leiten sich ambitionierte Teilziele für Strecken- und Fahrzeugausstattungen ab, die im gesamten Sektor die Einführung umfassender Prozessänderungen und Ressourcenverstärkungen erfordern.

2.3 Umsetzung

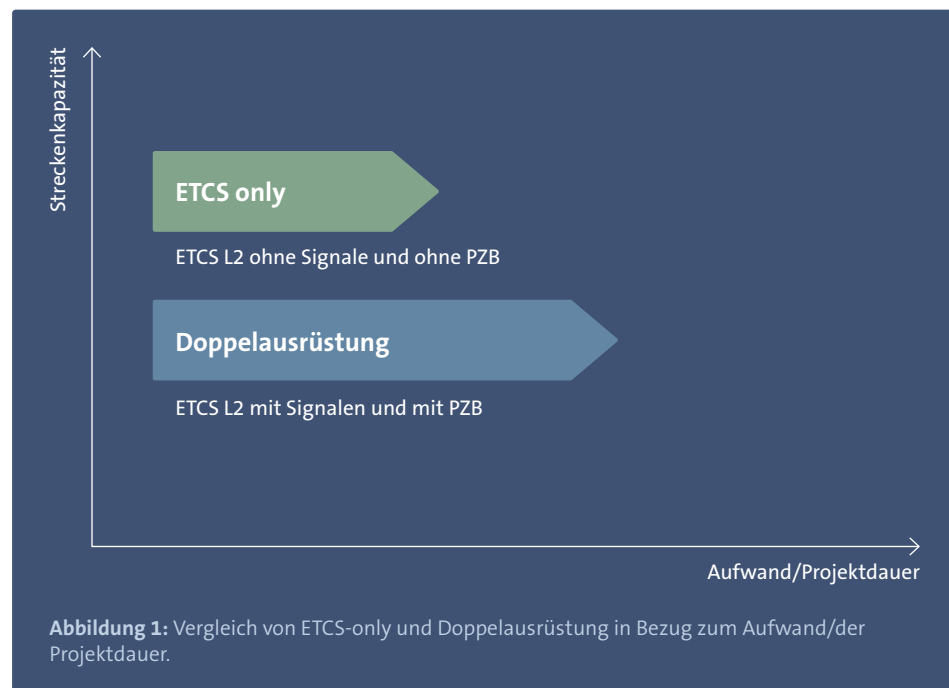
Unter dem Druck des demografischen Wandels ist die Modernisierung der ältesten und personalintensivsten Netzinfrastrukturkomponenten durch D-LST mit Priorität voranzutreiben. Dabei ist, in Ermangelung einer genügenden Anzahl mit ETCS ausgerüsteter Fahrzeuge, in einer ersten Phase bis zu einem verbindlich fest definierten Zeitpunkt die Doppelausrüstung (PZB und ETCS) der Infrastruktur erforderlich. Die unmittelbar größte Bedeutung für den Erhalt der Geschäftsfähigkeit der DB InfraGO in der Fläche hat die Modernisierung der Stellwerke mit ETCS-fähigen Digitalen Stellwerken (DSTW) der Generation 1 oder folgende (vgl. [Abbildung 4](#)). Die so ausgerüsteten Strecken lassen sich in der zweiten Phase leicht mit ETCS nachrüsten, wenn die Verfügbarkeit der ausgerüsteten Fahrzeuge gegeben ist.

Um das Ziel einer gesamthaften Modernisierung realistisch zu erreichen ist eine um das 3–5 fache gesteigerte Ausrüstungsgeschwindigkeit mit modernen DSTW notwendig. Da nicht von einer beliebigen Vermehrung der hochspezialisierten Ressourcen in Planung, Prüfung und Zulassung auszugehen ist, müssen in allen Projektphasen beschleunigte Prozesse eingesetzt und die dazu notwendigen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Die derzeitige, um Faktoren zu langsame, Modernisierung ist ihrerseits eine Quelle kostentreibender Überkomplexität. Die erforderliche Beschleunigung der Projektabwicklung des Rollouts erfolgt neben der Änderung prozessualer Mechanismen durch die konsequente Ausrüstung der Infrastruktur ohne ortsfeste Signalisierung und somit auch ohne die PZB. Diese ETCS-only Streckenausrüstung bedingt die Ausrüstung der Infrastruktur mit D-LST und der Fahrzeuge mit ETCS.

Durch diese Art der Ausrüstung wird ein höchst einfaches Zieldefinitions- und Ergebnismonitoring möglich. Der Zielparameter/die Kennzahl „Rate in Betrieb genommener ETCS-Strecken [km]“ enthält sämtliche komplexen Parameter, die zu seiner Einhaltung erforderlich sind. Bei dem Ziel die vollständige Netzmodernisierung innerhalb von 25 Jahren zu erreichen, ergibt sich bei faktisch relevanten auszurüstenden 33.000 km ein Ziel von mehr als eintausend Kilometern, die mit ETCS-Full Supervision in jedem Jahr in Betrieb zu nehmen sind. Dies erfolgt vorzugsweise auf

Basis von L2, abhängig von den Anforderungen der jeweiligen Strecke sind auch Ausführungen in Level 1 denkbar.

Sämtliche Teilziele wie Stelleinheiten p.a. oder Fahrzeugausrüstungen p.a. münden in dieses summarische Ziel, zu dessen Erreichung eine zentrale Programmsteuerung berichtspflichtig sein muss. Nur auf der Grundlage einer umfassenden Rolloutplanung für ETCS und ihrer konsequenten Einhaltung kann der auf Dauer beste Weg der Streckenmodernisierung frühzeitig beschritten werden.



3 Grundlagen und Ausgangssituation

3.1 Infrastruktur

3.1.1 Ausgangssituation und Notwendigkeit der D-LST Modernisierung

Die in 2019 ermittelten Grundlagen gelten in ihrer grundsätzlichen Form auch heute noch. Im Jahr 2023 erreichten die im Rahmen von Ersatz und Hochrüstung modernisierten Stelleinheiten mit 2.505 STE den tiefsten Stand seit 2015. Seit dem Jahr 2017 ist, abgesehen von der Inbetriebnahme eines Abschnittes auf der Strecke Berlin–Dresden sowie im Bereich Wendlingen–Ulm, der Anteil der Strecken mit ETCS basierter Leit- und Sicherungstechnik nicht signifikant erhöht worden. Zur Einordnung und Orientierung werden aus diesem Grunde die Bestandszahlen aus dem ursprünglichen Konzeptvorschlag aus 2019 an dieser Stelle wiederholt. Weniger als 1/5 der im Fahrdienst Beschäftigten steuerten 2018 mit Hilfe Digitaler Stellwerke den Betrieb, über die Hälfte aller im Fahrdienst tätigen Mitarbeiter arbeiteten mit Vorkriegstechnologien.

Vorkriegstechnologie

Bauformen Mechanisch, Elektro mechanisch, Drucktastentechnik

Anzahl Stellwerke	ca. 1.700
Stelleinheiten	ca. 40.000 (23 pro STW)
Fahrdienstpersonal	ca. 7.100 (Anteil etwa 53 %)

Wirtschaftliche Nutzung nicht mehr möglich!

Nachkriegstechnologie

Bauformen Spurplan-Stellwerke mit HV-Signalisierung (DR-Gebiet HI)

Anzahl Stellwerke	ca. 1.100
Stelleinheiten	ca. 110.000 (100 pro STW)
Fahrdienstpersonal	ca. 4.200 (Anteil etwa 32 %)

häufig wirtschaftliche Nutzungsdauer überschritten, abgängig

Digitale Technologie

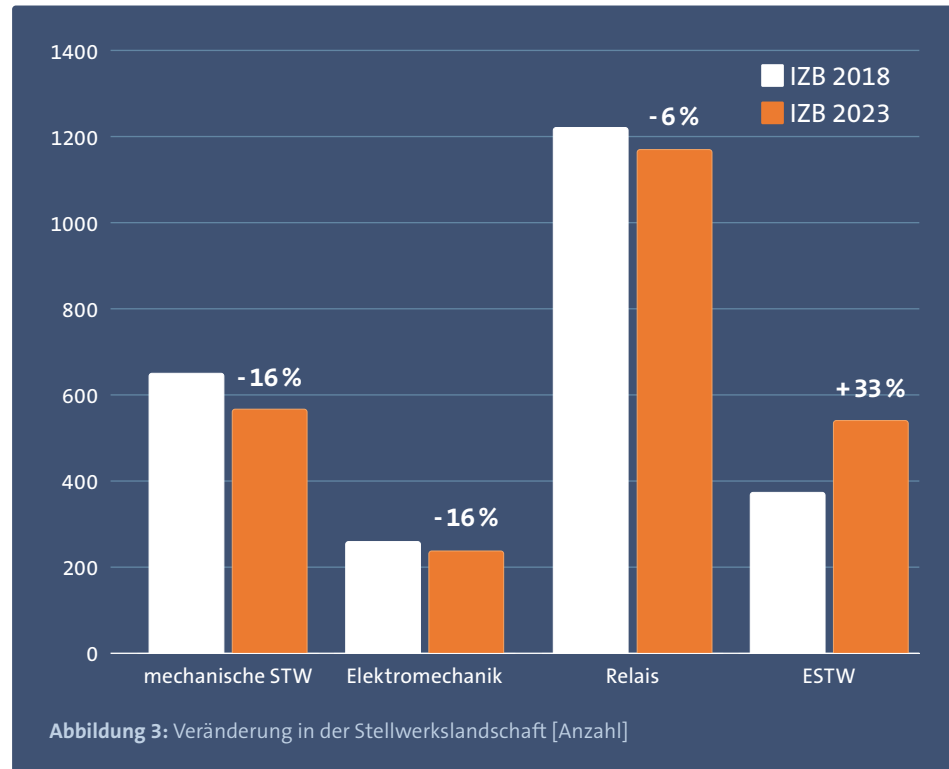
Bauformen ESTW mit KS

Anzahl Stellwerke	ca. 350
Stelleinheiten	ca. 85.000 (240 pro STW)
Fahrdienstpersonal	ca. 2.100 (Anteil etwa 16 %)

Modernisierungs- und Standardisierungsbedarf

Abbildung 2: LST-Ausrüstungsstand (Stand 2018)

Die Veränderungen der LST-Infrastruktur im Zeitraum von 6 Jahren (2018–2023)³ in Bezug auf steuernde Signalanlagen bei einem Gesamtbestand von 3.833⁴ Stellwerken zeigt Abbildung 3.



3.1.2 Stellwerksausrüstung

Die Digitale Leit- und Sicherungstechnik, als Basistechnologie für die Ausrüstung heutiger und zukünftiger Stellwerke, repräsentiert den Wandel hin zu netzwerk-basierten Systemen. Dabei folgt die D-LST, die in der Generation elektronischer Stellwerke bereits seit den 1990'er Jahren Befehle digital verarbeiteten – also auch digitale Stellwerke sind – dem Trend zur Nutzung von (vorhandenen) Netzwerken zur Übertragung von Meldungen und Befehlen. Es ist nicht so sehr die Frage, welcher D-LST Generation der jeweilige Stellwerkstyp angehört, als vielmehr, ob heute installierte und zu installierende Systeme, kompatibel zu zukünftigen Systemen gestaltet sind. Maßgeblich hierfür ist, dass die Anforderungen zukünftiger Generationen rückwärtskompatibel formuliert werden und somit eine Migration der Bestandssysteme zulassen. Es ist festzustellen, dass dies mit der heutigen Anforderungslage nicht in Gänze der Fall ist. Dies ist jedoch für die Sicherung heute zu tätiger Investitionen und die zukunftsichere Zuordnung von knappen Entwicklungs- und Zulassungsressourcen zwingend notwendig.

Einen Überblick grundlegender Merkmale verschiedener D-LST Generationen gibt die Abbildung 4.

³ Infrastrukturzustands- und -entwicklungsbericht der DB InfraGO, April 2024

⁴ Stand Ende 2023 inklusive ESTW-A

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zu früheren Systemen ist die Standardisierung an den sogenannten Systemschnittstellen. Hierdurch ist es möglich, Teilsysteme verschiedener Hersteller anzubinden (Bedienung/RBC/Bahnübergang und DSTW-Nachbarstellwerke).

	D-LST Generation			
	0	1	2	3
Merkmale (Auszug)	ESTW	ESTW	DSTW SE	DSTW advanced
Ausrüstungsbeginn (variiert je nach Ausrüster und Funktion)	ca. 1990	ca. 2000	ca. 2015	ab ca. 2028
ETCS-fähig	✗	✓	✓	✓
Bedienung zentralisierungsfähig	✗	✓ Steuerbezirke in Betriebszentralen	✓ ohne ETCS Bedienung*	✓ Integriertes Leit- und Bediensystem
Standardisierungsfähig (in Bezug auf netzwerkfähige Systemschnittstellen) Herstellerunabhängigkeit	✗	✓ ILS · RBC	✓ ILS · RBC · CC	✓ ILS · RBC · CC · LX
Migrationsfähig**	✓ bei Teilerneuerung der Hardware und KS-Signalisierung	✓ zu Generation 2 und folgende	✓ zu Generation 3 und folgende	✓ zukünftige Generationen

* ab 2020
** Voraussetzung für die Migrationsfähigkeit sind abwärtskompatible Anforderungen zur vorausgegangenen Generation
ILS Stellwerk-Stellwerk RBC Stellwerk-ETCS CC Stellwerk-Bediensystem LX Stellwerk-Bahnübergang

Abbildung 4: Überblick über die D-LST Generationen

Bereits der 2019 formulierte VDB-Konzeptvorschlag für den Rollout von DSTW/ETCS sieht an der Schnittstelle von Systemen die Einführung von Standards als wichtig an und limitiert diese auf die betrieblich und technisch notwendigen sowie wirtschaftlich sinnvollen Schnittstellen. Die derzeitige Anforderungslage einer vollständigen herstellerübergreifenden Kompatibilität geht weit über dies hinaus und ist dadurch Quelle von Überkomplexität und ausufernden Prozessen in Zulassung und Rollout. Die vom BMDV in Auftrag gegebenen Studie zur Neuausrichtung der Gesamtstrategie ETCS kommt übereinstimmend zu der Aussage „... die Verzögerung in der Entwicklung von digitalen Stellwerken (DSTW) macht eine Überprüfung des 2018 entwickelten Zielbilds nötig.“⁵

3.1.3 ETCS-Ausrüstung

ETCS ist für viele zukünftige digitale Betriebsführungssysteme die Basis, auf welcher die weiteren Assistenz- und Automatisierungssysteme aufsetzen, quasi vergleichbar mit dem Betriebssystem eines PC, ohne welches dort keine Applikation lauffähig ist. Um ETCS einführen zu können, bedarf es der D-LST-Generation 1 oder höher.

Die durchgehende Führerstandssignalisierung, welche ETCS technisch umsetzt, ist für Geschwindigkeiten > 160 km/h verpflichtend. ETCS ist gleichfalls als einheitliches europäische Zugsicherungssystem seitens der EU vorgeschrieben und mittelfristig auch für das deutsche LZB-Streckennetz technisch ein Muss.

Mit dem End of Life der heutigen Linienförmigen Zugbeeinflussung (LZB) in spätestens fünf Jahren, steht neben ETCS keine technologische Alternative für schnelle Verkehre, mehr zur Verfügung. Zirka 3.500 km der Hochgeschwindigkeitsstrecken werden gegenwärtig mit der LZB gesichert. Somit sind auch diese Strecken zügig mit der europäisch standardisierten Zugbeeinflussung ETCS-Level 2 zu modernisieren, um weiterhin mit hohen Geschwindigkeiten befahren werden zu können.

Der Einführung von ETCS-Full Supervision kommt, über ihre absolute Alternativlosigkeit bei der Erneuerung der kontinuierlichen Zugbeeinflussung hinaus, eine besondere Bedeutung zu. ETCS ist nicht nur die technische Basis zukünftiger Kapazitätssteigerungen, sondern in ihrer finalen Ausprägung, ohne Signale und ohne PZB, Mittel zur Kostensenkung in der LST-Infrastruktur.

Gleichlautend wird für diese Ausrüstungsvariante des Netzes im Bericht von McKinsey im August 2024 betont: „Die vorliegende Untersuchung bestätigt die Gesamtwirtschaftlichkeit des Vorhabens, (...). Auch die Basistechnologien DSTW und ETCS als Grundlage der Digitalen Schiene werden bestätigt.“⁶ Die Wirtschaftlichkeit von ETCS-Level 2 ist trotz gleichzeitiger Förderung der Umrüstung von Bestandsfahrzeugen auf ETCS-Doppelausrüstung gegeben. Anders verhält es sich bei einer Doppelausrüstung der Infrastruktur durch den Bund ohne Fahrzeugausrüstung. Laut McKinsey ist dies mit einem Einsparungspotenzial von rund 20 % im Bereich der Infrastruktur die kostengünstigste der verglichenen Ausrüstungsvarianten.

Die notwendige, gleichzeitige Ausrüstung von Fahrzeug- und Streckenkomponenten für das Funktionieren von ETCS ist die Herausforderung bei der europaweiten Modernisierung der LST. Deren Ausrüstung ist in der Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität für die Teilsysteme Fahrzeuge und fahrzeugseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (TSI ZZS 2023) durch die Europäische Verordnung⁷ geregelt. Für Neufahrzeuge⁸, die ab Inkrafttretender TSI im September 2023 beauftragt wurden und zukünftig beauftragt werden, ist dies verpflichtend vorgeschrieben.

Am Ende steht das Ziel einer effizienten Streckenausrüstung unter völligem Verzicht auf Gleisfreimeldung und ortsfesten Signalen auf europäisch interoperablen Korridoren und schließlich auch in der Fläche des Netzes.

⁶ McKinsey Studie „Neuausrichtung der Gesamtstrategie zur Digitalisierung der Schiene“ August 2024

⁷ Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2023/1694 der Kommission vom 10. August 2023 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union und zur Aufhebung der Verordnung (EU) 2016/919

⁸ Von wenigen Ausnahmen abgesehen (z. B. gelbe Flotte) in Realisierung befindliche Projekte

3.2 Fahrzeuge

3.2.1 Fahrzeugausrüstung – ETCS

Die größte Herausforderung der ETCS-Fahrzeugausrüstung ist nach wie vor die Umrüstung der Bestandsfahrzeuge. Fahrzeughalter und Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) stehen vor der Herausforderung, erhebliche Investitionen in die Bestandsfahrzeuge vornehmen zu müssen, ohne dass diese selbst wirtschaftliche Vorteile dieser Investitionen verzeichnen können. Insofern ist die Förderung der ETCS-Umrüstung von Fahrzeugen für Pilot- und Serienprojekte umzusetzen. Nachweislich ist die Förderung aus Haushaltsmitteln des Bundes wirtschaftlicher, als die deutlich teurere Doppelausrüstung der Infrastruktur mit konventioneller und digitaler Leittechnik, die ohne Fahrzeugumrüstung erforderlich wäre, um allen Bestandsfahrzeugen die Fahrt auf dem Bundesschienennetz zu ermöglichen. Ganz abgesehen von den Kosten, die bei nicht fristgerechter Umsetzung europäischer Ausrüstungsverpflichtungen entstünden.

Die detaillierte Analyse der Bestandsflotte (ca. 17.296 Fahrzeuge) zeigt, dass ca. 12.750 Fahrzeuge mit ETCS nachzurüsten sind, um einen flächendeckenden Betrieb zu gewährleisten.

Es gibt unter Berücksichtigung von Eingrenzungsfaktoren 111 Baureihen mit mindestens 257 Varianten. Bei Modifikationen der Fahrzeuge über die Einsatzdauer hinweg und möglichen Umrüstungen gleicher Varianten mit unterschiedlichen Lieferanten von ETCS-OBUs-Ausrüstungen kann die Variantenanzahl auf 350–400 anwachsen. Dies bedeutet, dass mit großer Wahrscheinlichkeit ca. 350 Fahrzeuge, sogenannte First-of-Class (FoC)-Fahrzeuge, prototypisch projektiert, umgebaut, getestet und zugelassen werden müssen.

Die Ausrüstung der einzelnen Baureihen der Bestandsflotte folgt dem Prinzip der FoC-Ausrüstung und Typgenehmigung. Das heißt, dass für das erste Referenzfahrzeug einer Baureihe bzw. einer Variante exemplarisch das Engineering, die Installation, die Tests und die Zulassung durchgeführt werden. Die Dokumentation des FoC-Fahrzeuges dient als Grundlage für die Serienumrüstung der jeweiligen Baureihe/Variante.

Dabei benötigt die FoC-Umrüstung eine um mindestens den Faktor 20 längere Durchlaufzeit als die Serienumrüstung. Die entstehenden Einmalkosten (Fix-Kosten oder One-off-Costs) sind um diesen Faktor entsprechend höher und können von Eigentümern bzw. Haltern kleiner und mittlerer Fahrzeugflotten wirtschaftlich kaum abgebildet werden. Die FoC-Umrüstung aller Fahrzeuge der Bestandsflotte bildet in Summe den kritischen Pfad des ETCS-Rollouts. Entsprechend ihrer Fahrzeugcharakteristik und der geeigneten Integrationslösung lassen sich die Fahrzeugbaureihen in die FoC-Cluster einteilen. Innerhalb der Ausrüstungscluster ergibt sich je Baureihe mindestens ein FoC-Cluster. Die Komplexität wird durch die Anzahl der Varianten innerhalb einer Baureihe erhöht.

Fahrzeuge, die mit ETCS um- bzw. nachgerüstet werden, müssen alle einen Zulassungsprozess entsprechend dem europäischen 4. Eisenbahnpaket durchlaufen. Die Nachrüstung von ETCS eines bestehenden Fahrzeugtyps bzw. bestehender Fahrzeuge stellt eine Änderung dar, für die grundsätzlich eine neue Genehmigung erforderlich ist. Der personelle und zeitliche Aufwand ist ein erheblicher Faktor bei der Nachrüstung von Fahrzeugen.

Eine neue Typgenehmigung hat einen verwaltungstechnischen Durchlauf bei den Zulassungsbehörden (European Union Agency for Railways (ERA) oder/und nationale Zulassungsbehörden) von bis zu sieben Monaten. Umso mehr gilt auch für ETCS wie oben bereits für DSTW gefordert, dass neue Anforderungen rückwärtskompatibel mit bereits standardisierten und implementierten Versionen sein müssen. Das bietet in diesem Fall eine zusätzliche Herausforderung, weil die Anforderungen in europäischen Gremien formuliert werden. Andererseits bedeuten die staatlichen Förderleistungen für die ausrüstenden EVU bei Inkompatibilitäten der Technik kaum abschätzbare finanzielle Obergrenzen. Gegebenenfalls ist ein Design-Freeze/Festschreibung von 10 Jahren notwendig, um das Vertrauen der investierenden Transportunternehmen zu sichern.

Alles in Allem ist die Dringlichkeit der Förderung der Fahrzeugnachrüstung für das Gelingen des ETCS-Rollouts zu betonen und schnellstmöglich in einer konkreten Förderrichtlinie abzubilden. Eine genauere Betrachtung kann dem Umfassenden Konzeptvorschlag für die Aus- und Umrüstung von Schienenfahrzeugen mit ETCS-Bordgeräten des VDB aus dem Jahr 2020 entnommen werden.

4 Zielbild

4.1 Betriebliches Zielbild

Das seitens der DB AG aufgestellte betriebliche Zielbild definiert die grundsätzlichen Anforderungen für eine Betriebsführung auf Basis eines neuen, integrierten und digitalisierten Verkehrssteuerungssystems. Wesentlicher Treiber dieser neuen betrieblichen Ausrichtung ist die Integration des standardisierten europäischen Zugbeeinflussungssystems ETCS. Dieses verlangt einen höheren Grad an Standardisierung der betrieblichen Funktionen im gesamten Netz.

Im Rahmen der Erreichung des Zielbildes sollen die für die Steuerung verantwortlichen D-LST-Systeme an den Systemschnittstellen austauschbar (interchangeable) realisiert werden. Für eine neu zu konzipierende D-LST-Technik ergeben sich aus diesem betrieblichen Zielbild folgende Anforderungen und Rahmenbedingungen:

- Anwendung der Zugbeeinflussung ETCS, Entfall von PZB und LZB
- Einheitliche, vereinfachte Betriebsführung in allen Stellwerken, mit neuer Fahr-dienstvorschrift
- Identische Bedienung aller digitalen Stellwerke aus ~120 Bedienstandorten
- Echtzeitfähige Integration der Disposysteme in die Bedienung mit dynami-scher Lenkplanverwaltung
- Digitaler Befehl/Fahrerlaubnis
- Fahren im dynamischen Raumabstand/virtuelle Blöcke
- Bahnübergangsanlagen (BÜSA) mit gleisbezogener Fahrstraßenüberwachung
- Verwendung digitaler Technik mit Standardisierung der Kommunikations-schnittstellen zu den für die Interoperabilität betroffenen Systemen: Bedien-system, ETCS, Stellwerk, BÜSA

Neben diesen Anforderungen bleiben die Anforderungen der grundlegenden Stell-werksfunktionen (der F-Lastenhefte) erhalten.

Mit Hilfe dieses neuen betrieblichen Zielbildes soll die Leistungsfähigkeit und Ver-fügbarkeit des Netzes signifikant verbessert werden. Die höhere Zentralisierung der Bedienung in Bedienstandorten soll eine zuverlässige und flexible Adaption lokaler Gegebenheiten ermöglichen. Gleichfalls berücksichtigt das Zielbild die demo-grafische Entwicklung der Gesellschaft in Bezug auf das notwendige Betriebs-personal.

4.2 Technisches Zielbild

Das 2019 formulierte Zielbild des VDB-Konzeptvorschlags geht von einer Architektur gemäß der Betriebssteuerungsstrategie der DB Netz AG aus dem Jahre 2017 mit zentralisierter Bedienung aus ca. 120 Bedienstandorten aus (welche ca. 500 iUZ steuern). Kern der Überlegung war, ausschließlich die Bedienung aus der Fläche in sogenannten Bedienstandorten zu zentralisieren. Wesentlich ist das Ziel, eine einheitliche Bedienbarkeit der Stellwerke verschiedener Hersteller mittels des neuen, integrierten Leit- und Bediensystem (iLBS) zu ermöglichen. Dieses Bediensystem sowie die, für die Anbindung verschiedener Hersteller geschaffene, standardisierte Systemschnittstelle (SCI-CC), wurde in der Zwischenzeit entwickelt, erprobt und zugelassen. Das iLBS ist in der Version der Baseline 7 bereits an einigen Stellen bei der DB InfraGO im produktiven Einsatz.

Die Architektur des Gesamtsystems ist unter anderem auch darauf auszurichten, einen herstellerübergreifenden identischen Plan-Teil 1 (PT1) erzeugen zu können, durch welchen eine Verschlankung der Planung und somit die Beschleunigung von Projekten gelingt. Die [Abbildung 5](#) stellt die grundsätzliche Architektur der D-LST dar.

Neben der Zentralisierung der Bedienebene wird derzeit durch die DB InfraGO auch die Konzentration von zentralen Technikkomponenten in bundesweit ca. 50 sogenannten Technikstandorten (TSO) erwogen. Aufgrund der Netzwerkfähigkeit des Zielsystems wird diese Technikkonzentration, welche grundsätzlich bereits in der ersten D-LST-Generation möglich ist, weiter erleichtert. Starke IT-Security ist in diesem Fall sowohl von Gesetzes wegen als auch aufgrund der aktuellen weltpolitischen Bedrohungslage erforderlich. Das erhöht zwangsläufig die Komplexität und Betriebskosten des Systems, um dieselbe Verfügbarkeit wie bei dezentralen Systemen zu erreichen (z. B. die Diversität von Software, geografischer Redundanz, Anforderung an die Gebäudeausrüstung und -Sicherheit o. ä.). Letztendlich hängt die Verfügbarkeit der bundesweiten Eisenbahninfrastruktur bei einer derartigen Zentralisierung von der Verfügbarkeit der dann an wenigen Standorten hochkonzentrierten D-LST-Komponenten ab. Die Vorgabe, in beigeestellten Schränken firmenspezifische Hardware zu verbauen, ist im Gesamtprozess hemmend und vertuernd.

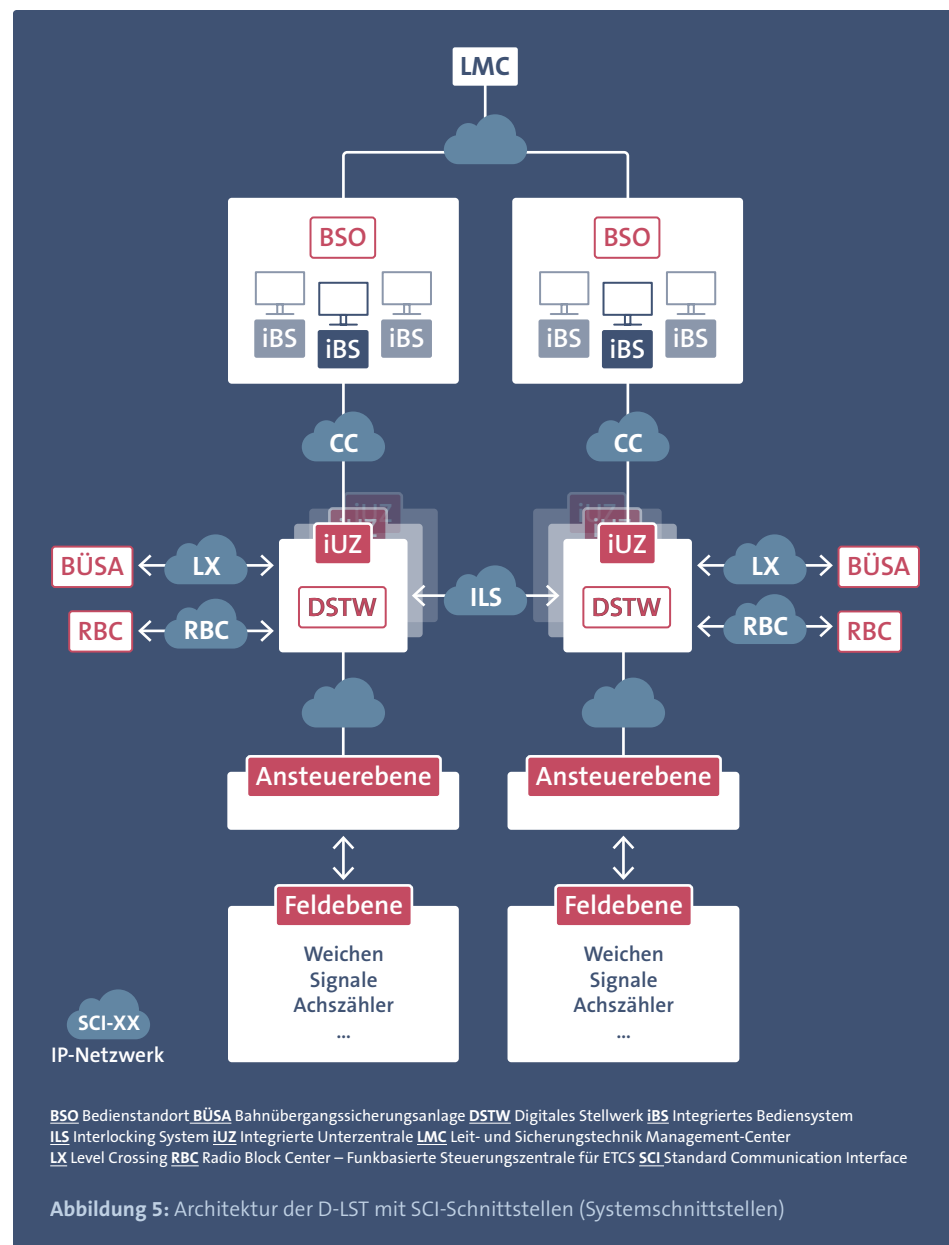
Die Konzentration der Technik an wenigen zentralen Punkten (TSO) sollte so lange ausgesetzt werden, bis die Fragen

- zur tatsächlichen technischen Verfügbarkeit
- zum flächendeckenden Vorhandensein des bahnbetriebliche IP-Netz (bbIP)
- zur IT Security sowie dem Zertifikatsmanagement
- zu Spannungsversorgung und Redundanzkonzept
- zum Musteraufbau
- und zum Umgang mit den betrieblichen Auswirkungen aus fehlender Verfügbarkeit des Netzwerkes

befriedigend beantwortet wurden.

Eine Austauschbarkeit (Interchangeability) im Gleisfeld, geht über die zwischen DB InfraGO und VDB vereinbarte Standardisierung der Systemschnittstellen hinaus.

Die von der DB InfraGO über die bereits sehr komplexen Systemschnittstellen hinaus formulierten Gleisfeldschnittstellen dienen der Anbindung einzelner Feldelemente im Gleisfeld deren Controller in einem Feldelemente-Anschlusskasten (FEAK), -Anschlusschrank (FEAS) oder einem -Anschlussmodul (FEAM) angeordnet sind. Diese Schnittstellen bilden die Basis für entsprechende Entwicklungen in den Unternehmen. Je nach Ausprägung werden aus den aufgeführten Elementen (Anschlusskasten, Anschlusschrank, Anschlussmodul) einzelne Außenanlagenelemente, Gruppen von Außenanlagenelementen oder größere Ansammlungen von Außenanlagenelementen angesteuert. Die Schnittstellen dienen dem Zusammenwirken von Innenanlage (iUZ) und Außenanlagen.



Eine ausschließlich vom Standardisierungsgedanken geleitete Kompatibilität im Gleisfeld trägt weder dazu bei, die Komplexität zu begrenzen, noch die notwendige Beschleunigung in der Projektabwicklung zu erreichen.

Eine beliebige und vollumfängliche Austauschbarkeit der Komponenten im Gleisfeld ist mit erheblichen technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen und Risiken verbunden. Grundsätzlich ist es jedem Hersteller aber möglich mittels einer Systemintegration andere Hersteller in sein Gesamtkonzept zu integrieren.

Eine wesentliche Komponente innerhalb des Gesamtsystems stellt hier ETCS dar, das einen großen Schritt in Richtung einer beschleunigten Projektrealisierung ermöglicht. Denn im Zielsystem ETCS L2 oS wird auf die Ausrüstung ortsfester Signalisierung und punktförmiger Zugbeeinflussung als paralleles Zugsicherungssystem verzichtet. Erst dieser Verzicht ermöglicht es, die Vorteile der Technologie voll auszuschöpfen (ETCS-only Strecken). Voraussetzung ist jedoch die Ausrüstung aller auf diesen Strecken verkehrenden Fahrzeuge mit ETCS-Zugsicherung. Nicht ausgerüstete Fahrzeuge können auf ETCS-only Strecken nicht verkehren, sie werden vor Einfahrt in diese Strecken technisch abgewiesen.

Bei einer Vollausrüstung des Netzes auch in der Fläche bietet sich die Chance, auf lange Sicht die Modernisierung und Hochrüstung von Leistungsmerkmalen des Verkehrs im Netz weitgehend auf die Erneuerungszyklen der Fahrzeuge zu fokussieren. Voraussetzung ist dabei die Ausstattung des Netzes mit den Steuerungs- und Übertragungskomponenten von ETCS. Beispielhaft sei hier die Funktion ETCS L3 hybrid genannt, bei dem die Funktionalität eines Moving Block (dichtes Fahren im Raumabstand) bereits bei einer Vollausrüstung der Infrastruktur mit Komponenten von ETCS L2 funktionsfähig ist.

Ein wichtiges Element für das Zusammenwirken von Stellwerk und ETCS ist der für beide Systeme regulatorisch zwingend vorzuschreibende, gleiche territoriale Wirkungsbereich. Durch diese Bedingung wird es ermöglicht, Komplexität aus dem Gesamtsystem zu nehmen und, nicht weniger wichtig, auch klare Verantwortlichkeiten für die Fahrwegsicherung in Fällen von Störungen eines oder beider Systeme seitens des Bedienpersonals zu erreichen und so Missverständnisse zu vermeiden. Im Weiteren wird auch die Möglichkeit nicht verstellt, DSTW und ETCS innerhalb eines innovativen Systems in integrierter Weise, ohne äußere Schnittstellen realisieren zu können.

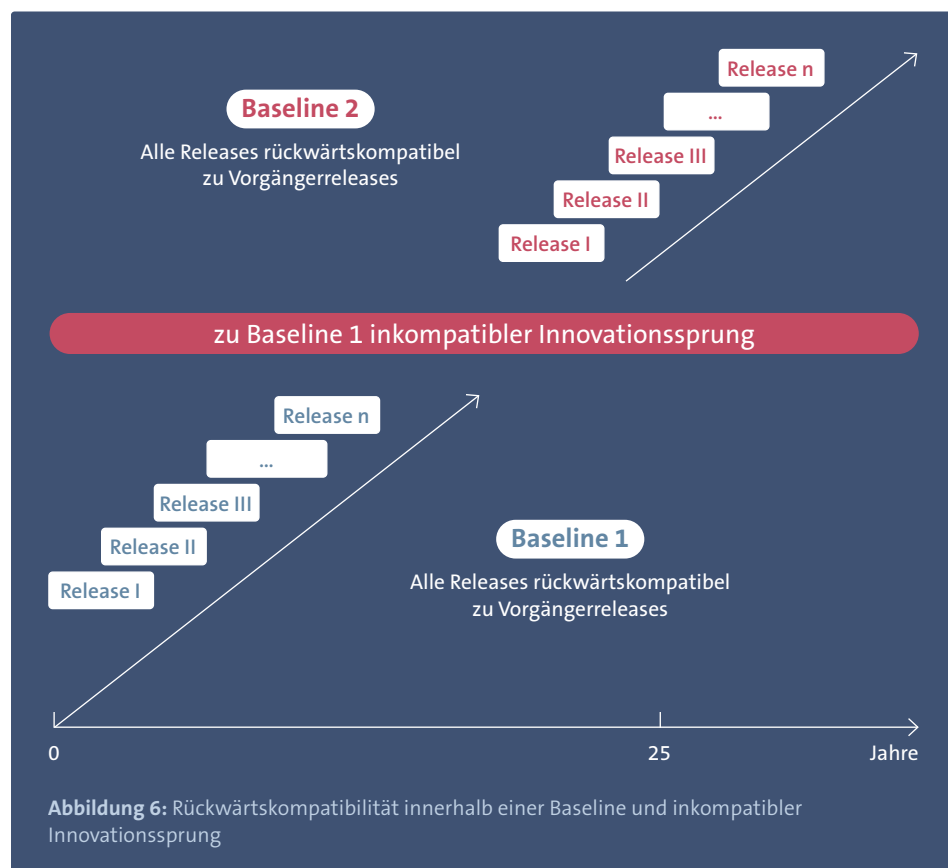
4.3 Releases und Migrationspfade

Zur schnellen Modernisierung der LST des deutschen Schienennetzes ist ein komplett neuer Ansatz nicht das geeignete Mittel. Die Erneuerung dieser hochkomplexen, ausgedehnten Infrastruktur kann nur evolutionär erfolgen. Wie bereits 2019 dargelegt, liegt einer der wesentlichen Erfolgsfaktoren eines über Dekaden auszurollenden technischen Systems in der Sicherstellung der Rückwärtskompatibilität zukünftiger Systemgenerationen zu heute installierten Systemen. Die Stabilität und Rückwärtskompatibilität neuer oder geänderter Anforderungen

ist entscheidend für die Geschwindigkeit des Rollouts und der Weiterentwicklung der Technologie.

Als notwendiger Zwischenschritt hin zum DSTW werden in den verbleibenden Jahren Stellwerke nach gültigen Verträgen realisiert. Diese sollen bereits an die entstehenden BSO angebunden werden und müssen kompatibel mit denen ab 2028 zu realisierenden DSTW sein. Gesteuert und begleitet werden muss dieser Prozess durch die, 2024 innerhalb der DB geschaffene organisatorische Einheit, die Systemautorität. Die Herstellung der Migrationsfähigkeit und Kompatibilität muss neben anderen, die vordringliche, kurzfristige Priorität der Systemautorität sein. Gelingt es nicht diese Abwärtskompatibilität zukünftiger DSTW herzustellen, so sind heute laufende Investitionen mit dem Rolloutbeginn ab dem Jahr 2028 ff. teuer nachzurüsten und werden in der Bahnindustrie und den zulassenden Stellen vsl. immense Ressourcen beanspruchen.

Mit einer Gewährleistung der Abwärtskompatibilität geht einher, die Grundsätze einer Baseline mindestens 25 Jahre einem Design-Freeze zu unterziehen. Abwärtskompatible Weiterentwicklungen finden abseits des laufenden Rollouts parallel in eigenen Releases statt und fließen nach deren Zulassung in den Rollout ein. So wird sichergestellt, dass Weiterentwicklungen und Zulassungen den Rollout nicht unterbrechen und neue Releases an die bereits installierte D-LST kompatibel angebunden werden können. Hierdurch kann das erforderliche Rolloutvolumen für eine Modernisierung der D-LST-Infrastruktur bis 2050 erreicht werden.



5

Umsetzungsprogramm und Rahmenbedingungen

5.1 Rahmenbedingungen zur Beschleunigung des Rollouts

Eine beschleunigte und effiziente Umsetzung des Rollouts bedarf zielgerichteter Änderungen in den Bereichen Regelwerke und Prozesse, Gesetze und Verordnungen, Finanzierung, Vergabe und Technik. Ziel all dieser Änderungen muss sein, die Komplexität der jeweiligen Themengebiete zu reduzieren und zu verschlanken. Komplexität hindert an vielen Stellen die Beschleunigung des Rollouts, beginnend bei der Definition der Anforderungen, über die Architektur des Gesamtsystems, die Planung und den Bau bis hin zu Betrieb und Instandhaltung. Während die Technik und die Regelwerke durch die DB InfraGO verantwortet werden, werden Anpassungen an Gesetzen und Verordnungen beim Bund und der nachgeordneten Behörde, dem Eisenbahn Bundesamt (EBA), verortet. Beide Bereiche können wesentlich zur Verschlinkung des gesamten Prozesses beitragen.

Nicht zuletzt haben die Finanzierungslogik von Bestands- und Bedarfsnetz maßgeblich Anteil am Gelingen eines industriellen Rollouts. Hier wird der Grundstein für die Planungssicherheit im Sektor und damit die Grundlage für einen über Jahre andauernden Ressourcen- und Kapazitätsaufbau im Sektor gelegt.

Diese Rahmenbedingungen und deren notwendige Anpassung für das Erreichen einer maximalen Rolloutgeschwindigkeit werden in den folgenden Abschnitten thematisiert.

5.1.1 Gesetzliche Maßnahmen

Für seine Beschleunigung ist es erforderlich, gesetzliche Regelungen zu schaffen, die den Rollout als ein Projekt übergeordneten gesellschaftlichen Interesses festschreiben. Beim Fehlen derartiger Regelungen besteht die Gefahr, dass sich die derzeitige Abwärtsspirale von zu langsamer Erneuerung, obsoletter Infrastruktur, sinkender Effizienz in der Betriebsführung, fehlenden Ressourcen für den Betrieb, dadurch steigender Ineffizienzen und dadurch sinkender Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit des Systems Eisenbahn verfestigt.

Das Hauptaugenmerk aller gesetzlichen Regelungen muss darauf liegen, Planungssicherheit für alle Stakeholder herzustellen. Dies gilt für die Industrie, die Ressourcen und Kapazitäten für den Rollout aufbauen und bereitstellen will, wie auch für die DB InfraGO, die in die Lage versetzt werden muss, eine langfristige, stabile Rolloutplanung zu formulieren und nicht zuletzt für die EVU/Fahrzeughalter, welche

die notwendigen technischen Voraussetzungen der Fahrzeuge für einen ETCS-only Betrieb schaffen müssen. Der Bund trägt für das Erreichen dieser Planungssicherheit eine maßgebliche Verantwortung.

Ein Weg, gesetzliche Regelungen zu schaffen, ist die von allen Experten des Bahnsektors 2023 in der Beschleunigungskommission Schiene (BKS) vorgeschlagene Vorgehensweise der Festschreibung innerhalb eines Artikelgesetzes, dem sogenannten „Moderne-Schiene-Gesetz“.

Wesentliche, im „Moderne Schiene Gesetz“ zu regelnde Inhalte sind:

- die Verankerung langfristiger, über Legislaturperioden hinausgehender, Finanzierungsinstrumente
- die personifizierte Verantwortlichkeit des BMDV für die Koordination des Rollouts von ETCS-Infrastruktur **und** Fahrzeugausrüstung im Rahmen vorgegebener zeitlicher wie inhaltlicher Ausrüstungsziele
- generelle Zulässigkeit gesamthafter Vergaben an industriell geführte Generalunternehmer (nicht nur im Rahmen von Ausnahmetatbeständen)⁹
- Ermächtigung und Verpflichtung der nachgeordneten Verwaltungsbehörde (EBA), rolloutbeschleunigende Sonderregelungen z. B. in der Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung (EIGV) zu erlassen
- Ermächtigung des EBA bei Migration von Bestandsstellwerken auf D-LST-Generationen 2 ff., den Bestandsschutz (beispielsweise der bei der ursprünglichen Planung angewandten Regelwerke) durch Erlass entsprechender Ausnahmetatbestände aufrecht zu erhalten
- Zulassen von Abweichungen für das Durchbrechen der klassischen Leistungsphasen nach HOAI für den Rollout
- Verpflichtung des EBA, die Anerkennung von Prüfsachverständigen für Abnahme und Planprüfung drastisch zu beschleunigen
- Ausnahmetatbestand schaffen, der eine Fahrzeugneuzulassung nach Einbau von ETCS-OnBoard Units obsolet macht
- Zuwendungsunschädlichkeit von nachlaufenden Maßnahmen nach Digitalisierung von ganzen Netzbezirken und Umleiterstrecken für die Sanierung der Hochleistungskorridore im 1:1 Ersatz gemäß Stufe I dieses Konzepts (u. a. für nachlaufende Bahnsteigsanierungen, Oberbausanierung ...) feststellen
- Zuwendungszulässigkeit trotz bestehender Restbuchwerte vorausgegangener Zuwendungen in die Stellwerksinfrastruktur¹⁰ zulassen ggf. mit Schwellenwerten für deren Zulässigkeit (dies muss auch für Maßnahmen des vorausgegangenen Anstrichs gelten)

⁹ Clustermaßnahme „Vergabe und Vertrag“ aus den Handlungsempfehlungen der Beschleunigungskommission Schiene; Abschlussbericht vom 13.12.2022

¹⁰ Handlungsempfehlungen der Beschleunigungskommission Schiene; Abschlussbericht vom 13.12.2022

#1 Fazit

Verbindliche Ziele festlegen und deren Erfüllung verfolgen

- Die Ziele für den D-LST Rollout im deutschen Eisenbahnnetz, sind durch den Bund als Eigentümer und Zuwendungsgeber verbindlich festzulegen und mit geeigneten, langfristig wirkenden Finanzmitteln auszustatten.
- Eine gesamtheitliche Verantwortung zur Koordination des Rollouts von ETCS-Infrastruktur und Fahrzeugausrüstung muss damit einher gehen.
- Ein wirksames Controlling/Monitoring zur zielgerichteten Umsetzung (Vorschlag: in Betrieb genommen Kilometer ETCS Level 2) ist einzurichten.
- Der gesamthafte Rollout sollte in einem Zeitraum von 25 Jahren umgesetzt werden.
- Diese notwendigen Rahmenbedingungen sollten in einem „Moderne Schiene Gesetz“ geregelt werden.

5.1.2 Regelwerksänderungen

Es ist festzustellen, dass sich die Situation seit Veröffentlichung des ersten VDB-Konzeptvorschlages in 2019 in Bezug auf die Prozesse kaum verändert hat. Das Ziel einer Verschlankung und Digitalisierung wurde bisher nicht erreicht. Es ist im Gegenteil festzustellen, dass beispielsweise für die D-LST im Rahmen der Ausschreibungsverfahren zum Volumenvertrag erhebliche Mehrbelastungen, beispielsweise durch die bisher nicht vorhandene, sogenannte Systemqualifizierung u. v. a., eingebracht wurden. Der Prozess der Zulassung von Systemen und Komponenten der D-LST wird hierdurch belastet.

Aus Sicht der Industrie sind die zusätzlichen Prozesse umgehend zu eliminieren und die Verschlankung und Vereinfachung des gesamten Prozesses, von der Anforderungsspezifikation bis zur Prüfung und Abnahme der Projekte, in Angriff zu nehmen.

Speziell sollten die folgenden Punkte dabei in den Fokus rücken:

- Verzicht auf Mehrfachprüfungen identischer Sachverhalte innerhalb der Projekte, um die Ressourcen der Prüfsachverständigen (PSV-PP und PSV-AP) zu entlasten
- Einführung von Einphasenplanungen (gemeinsame Erstellung signaltechnischer Planteile 1 und 2; u. a. auch durch den Auftragnehmer)
- Verpflichtende Einführung des Building Information Modeling (BIM) für nachfolgend aufgeführte Punkte der Realisierungsprojekte:¹¹

¹¹ Handlungsempfehlungen der Beschleunigungskommission Schiene; Abschlussbericht vom 13.12.2022

- digitale Vermessung als Voraussetzung von D-LST Projekten und Nutzung von BIM-Datenmodellen und Methoden bei der Prüfung und Abnahme von D-LST Anlagen
- Digitalisierung von Genehmigungs-, Prüf- und Abnahmeprozessen
- Nutzung digital aufgenommener (as built) Daten für die Anlagenabnahme, Verzicht auf nochmalige manuelle Aufnahme (z. B. für die Standorte von Komponenten)
- Weitgehende Verlagerung der Abnahmeprozesse/Handlungen in die Testzentren der Herstellerindustrie
- entscheidend für die Beschleunigung des Rollouts ist im Abschluss vorgenannter Maßnahmen ein mehrjähriges Regelwerks-Freeze einzuführen

#2 Fazit

Regelwerke vereinfachen, Prozesse digitalisieren

- Ermächtigung und Verpflichtung der nachgeordneten Verwaltungsbehörde (EBA), rolloutbeschleunigende Sonderregelungen zu erlassen, z. B. in der EIGV
- Nutzung digitaler Methoden in allen Phasen von Planung, Genehmigung, Abnahme und Prüfung verbunden mit der verpflichtenden Nutzung von BIM
- Angemessener Regelwerks-Freeze durch Aufsichtsbehörde und DB InfraGO
- Entfall des neu definierten Prozesses der Systemqualifizierung

5.1.3 Finanzierungsarchitektur

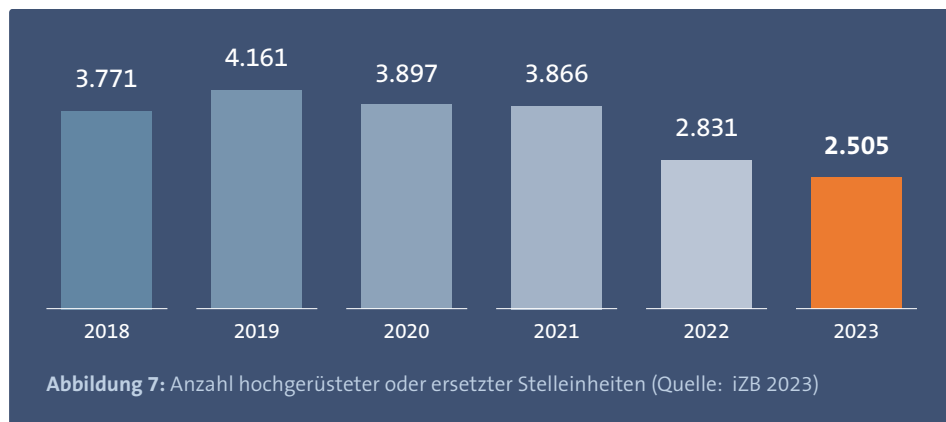
Die derzeitigen Rahmenbedingungen der Finanzierung von Sanierungsprojekten des Bestands- und Bedarfsnetzes der Infrastruktur der DB InfraGO sind gekennzeichnet von höchst komplexen Zusammenhängen verschiedenster Vereinbarungen, Programmen, Sondertatbeständen und Haushaltstiteln. Dabei sind die Regeln, was u. a. die Bezuschussung und Eigenbeteiligung der DB InfraGO sowie deren administrative Umsetzung betrifft, höchst unterschiedlich gestaltet. Dies führt zu Fehlanreizen, höheren Kosten und hohem zeitlichen Aufwand im Rahmen der Erarbeitung von Finanzierungsvereinbarungen als auch bei der Verwendungsprüfung bei allen im Prozess Beteiligten.

Vielen der fast 200 Finanzierungsgrundlagen ist gemein, dass sie von haushaltspolitischen Erwägungen in Bezug auf Höhe, Inhalt und Laufzeit abhängig sind. Sanierungsprojekte hingegen sind in der Regel Legislatur-übergreifend und müssen unabhängig von kurzfristigen politischen Einflüssen sein, wenn sie zur schnellen und dauerhaften Verbesserung der Infrastruktur des Netzes beitragen sollen. Im

Rahmen einer Partei- und fachübergreifend eingesetzten Kommission¹² ist die Erkenntnis der fehlenden Passfähigkeit der derzeitigen Finanzierungsarchitektur zu den aktuellen Herausforderungen Konsens gewesen. Zur Erreichung einer schnellstmöglichen, grundlegenden Sanierung des bundeseigenen Netzes der DB InfraGO ist es dringlich, die Finanzierungsarchitektur zu verschlanken und somit ihre Handhabbarkeit zu verbessern.

Neben der Vermeidung hoher administrativer, bürokratischer Aufwände im Rahmen der Finanzierung ist auch der wirksame Mittelabfluss zu betrachten. Eine langfristige Investitionsstrategie muss auf einen Hochlauf, also eine konstant steigende Investitionskurve statt plötzlichen Geldregen setzen, damit der Markt die zur Verfügung gestellten Mittel auch verbauen kann. In den vergangenen Jahren wurden trotz gesteigerter Investitionen in die DB-Infrastruktur im Bereich der LST weniger Stelleinheiten ersetzt bzw. hochgerüstet. Allein im Bereich der LuFV finanzierten Modernisierungsmaßnahmen wurden zwischen 2019 und 2023 ca. 40 % weniger Stelleinheiten modernisiert (Abbildung 7).

Es ist zwingend erforderlich in allen betroffenen Gewerken entsprechende Kapazitäten aufzubauen, damit ein Rollout in der erforderlichen Größenordnung (siehe McKinsey) möglich wird. Doch es fehlt bislang der langfristige finanzielle wie strategische Planungshorizont.



Es bedarf verlässlicher und belastbarer Aussagen, mehr noch, einer klaren politischer Willensbekundung zum D-LST Rollout, welche mit der Änderung genannter Finanzierungsregeln einhergehen müssen. Sowohl ein Auf und Ab der Finanzierung als auch Umpriorisierungen im Bundeshaushalt oder politische wie strategische Kurswechsel wirken maximal verzögernd auf die Rolloutgeschwindigkeit. Erst eine kontinuierliche und belastbare Finanzierungszusage ermöglicht es den Stakeholdern, innerhalb von 3-4 Jahren die entsprechenden Kapazitäten und Ressourcen aufzubauen, die für einen industriellen Rollout erforderlich sind. Strohfeuerfinanzierungen sind an dieser Stelle fehl am Platze und treiben aller Voraussicht nach nicht den Output, sondern die Preise der Realisierung.

Die notwendigen Änderungen hin zur besseren Finanzierungsarchitektur eines gemeinwohlorientierten Netzes müssen kleinteilige bürokratische Regelungen strei-

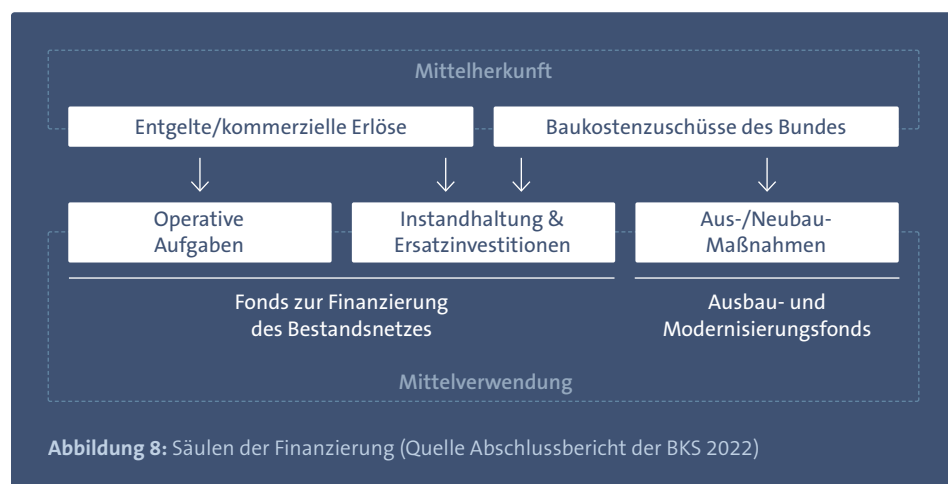
¹² Beschleunigungskommission Schiene 13.12.2022

chen und ausschließlich einer schnellen, hochwertigen und leistungsoptimierten Modernisierung dienen.

Die Finanzierungssystematik muss so angepasst werden, dass sie die nachfolgenden Anforderungen erfüllt:

- Drastische Minimierung der Finanzierungsregelungen auf Basis einheitlicher Finanzierungsregeln und -bedingungen
- Kontinuität und Langfristigkeit des finanziellen Engagements des Bundes
- Unabhängigkeit von kurzfristigen politischen und haushälterischen Einflüssen/Legislaturen
- Herstellung von Planungssicherheit für die Branche mit dem Ziel, einen Gleichklang von Finanzierungs- und Kapazitätshochlauf zu erreichen
- Output-orientierte Finanzierungsregeln sowie deren Controlling mit minimalen Kennzahlen auf Basis einer politischen Zielvorgabe für das Netz (z. B. ausgerüstete ETCS-Streckenkilometer)
- Verzicht auf Genehmigung von Einzelmaßnahmen, Einführung parlamentarischer Kontrollverfahren der sachgerechten (Output-orientierten) Mittelverwendung
- Vereinfachung und Verschlinkung der Verwendungsprüfung (Stichprobenprüfung)
- Mittelzuflüsse aus haushaltsunabhängigen Quellen und längerfristigen Zusagen des Bundes (Verpflichtungsermächtigungen) beispielsweise für einen 10-Jahreszeitraum

Auf Grundlage von vom Bund vorgegebenen und nachprüfbaren Investitionszielen ließen sich die genannten Themen umsetzen, wenn die Finanzierung auf zwei Säulen umgestellt würde.



Dabei stellt eine Säule das Bestandsnetz (Instandhaltung und Ersatzinvestitionen) und die zweite Säule den Aus- und Neubau (heutiger Bedarfsplan) dar. Für die Erreichung einer kontinuierlichen Finanzierung über Legislaturperioden hinweg bietet sich eine Fondslösung an. Jede der beiden Säulen müsste aus je einem Schieneninfrastrukturfonds gespeist werden. Ein Fonds stellt dabei den Mittelzufluss für den

Bestand und die Instandhaltung sicher und ein zweiter Fonds sichert die kontinuierliche Finanzierung von Aus- und Neubau ab.

Gespeist werden die Fonds durch kontinuierliche Mittelzuflüsse aus dem Bundeshaushalt. Die Entgelte und Erlöse aus dem Betrieb der Infrastruktur fließen zu 100 % in den Bestandsnetz-Fonds und stellen so eine Zuflussquelle dar. Bestehende Finanzierungsprogramme sollten den einzelnen Fonds inhaltsbezogen zugeordnet werden, so dass es zu keinem Bruch derzeitiger Finanzierungen kommt.

Ein weiterer Schwerpunkt im Rahmen der Finanzierung ist die Förderung der ETCS-Ausrüstung der Fahrzeug-Bestandsflotten in Deutschland. Ohne eine solche Förderung kommt die ETCS-only Ausrüstung der Strecken nicht in Gang, da es für Halter und Betreiber von Bestandsfahrzeugen derzeit keine wirtschaftlichen Anreize für eine Umrüstung auf ETCS gibt.

Der VDB fordert seit Jahren, die Nachrüstung der Bestandsflotten mit 100 % zu bezuschussen. Dabei liegt der Hintergrund der Forderung in der Aufteilung der Funktion von ETCS auf das Fahrzeug und die Infrastruktur. Die Funktionsfähigkeit des Systems ETCS ist nur bei der Gleichzeitigkeit der Ausrüstung von Fahrzeugen und Strecken gegeben. Die Finanzierung der Fahrzeugausrüstung mit ETCS stellt einen Übergangszustand dar. Der Übergang ist gekennzeichnet von einer, im ersten Schritt doppelt auszurüstenden Infrastruktur (ETCS, PZB und ortsfesten Signale) und der, durch die Umrüstung der Bestandsfahrzeuge möglichen kostengünstigeren ETCS-only Ausrüstung der Strecken bei Vorhandensein einer genügenden Anzahl mit ETCS ausgerüsteter Fahrzeuge, im zweiten Schritt.

Die zusätzliche Finanzierung der Fahrzeugnachrüstung mit ETCS ist nachgewiesenermaßen¹³ volkswirtschaftlich die kostengünstigste Art der Finanzierung der Infrastruktur der DB InfraGO. Durch diesen Schritt kann der Bund auf die kostspielige Doppelausrüstung der Infrastruktur mittelfristig verzichten. Für die Minimierung des Aufwandes sowohl bei der Zuwendung als auch der Verwendungsprüfung, ist die Förderung der Fahrzeugnachrüstung als eine pauschale Förderung zu gestalten.

Für die schnelle ETCS-Fahrzeugausrüstung wird empfohlen, push und pull Maßnahmen zu kombinieren. Das heißt neben der Förderung der Ausrüstung der Fahrzeuge, sollte der Trassenpreis für derart ausgerüstete Fahrzeuge gesenkt werden und so der Anreiz einer schnellen Umrüstung für die EVU und Fahrzeughalter gesetzt werden.

¹³ Machbarkeitsstudie zum Rollout von ETCS/DSTW; McKinsey, Dez. 2018

#3 Fazit

Finanzierung vereinfachen, Planungssicherheit schaffen

- Schaffung einer mehrjährigen Finanzierung über politische Legislaturperioden hinweg
- Deutliche Vereinfachung der Finanzstruktur über zwei Säulen bestehend aus Bestandsnetz (Instandhaltung und Ersatzinvestition) und Aus- und Neubau (heutiger Bedarfsplan)
- Finanzierung der ETCS-Ausrüstung der Fahrzeug-Bestandsflotten in Deutschland. Volkswirtschaftlich ist dies die kostengünstigste Art der Finanzierung der Infrastruktur der DB InfraGO

5.1.4 Komplexitätsreduktion

Die an die D-LST derzeit gestellten Anforderungen sind gekennzeichnet von Überkomplexitäten, welche einen industriellen Rollout behindern und somit einer gezielten, schnellen Modernisierung entgegenstehen. Die Komplexitäten sind mannigfaltig und von den technologischen Anforderungen an das System D-LST bis in die Prozessebene der Realisierung vorhanden. Es gilt diese Komplexitäten zu identifizieren und abzustellen. Entlang der Wertschöpfungskette sind die größten Effekte einer gezielten Komplexitätsreduktion

- im Anforderungsmanagement
- bei Planung und Bau

zu erzielen.

Anforderungsmanagement

Im Rahmen der Technikverantwortung werden Anforderungsspezifikationen auf Bit- und Byte-Ebene erarbeitet. Im weitesten Sinne kann davon gesprochen werden, dass Lösungen erarbeitet werden, die die Industrie dann lediglich umsetzt. Dabei ist die Entwicklung innovativer Lösungen ureigenste Aufgabe der Industrie und sollte dies auch weiterhin sein. Innovative Ideen können durch die Industrie bei zu hoher Wertschöpfungstiefe der Anforderungsspezifikationen durch die DB InfraGO nur noch schwerlich im Wettbewerb eingebracht werden. Deutlich erkennbar ist diese Problematik an einer überkomplexen Standardisierungsvorgabe von Hard- und Software bis ins letzte Detail.

Dabei sollte klar sein, dass sich nur technische Systeme durchsetzen können, die wirtschaftlichen Prämissen folgen und Innovationen zulassen können. Das derzeitige System, welches die Anforderungen nicht wie sonst üblich auf funktionaler Ebene spezifiziert, sondern Lösungsbeschreibungen vorgibt, verlagert künftige In-

novationen komplett auf die Spezifikationsebene – namentlich die DB InfraGO – und bremst so Innovationen im Marktwettbewerb aus. Dieses (Anforderungs-) System ist schnellstmöglich auf funktionale Anforderungsbeschreibung, auf Basis des betrieblichen Zielbildes, zurückzuführen.

#4 Fazit

Komplexitätsreduzierung

- Die Komplexitätsreduzierung auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette, ist das zentrale Element, um dem Primat „Menge und Geschwindigkeit“ zu folgen
- Die DB InfraGO sollte sich auf ihre Rolle als Betreiber konzentrieren und funktionale Anforderungen auf Basis ihres betrieblichen Zielbildes liefern
- Dort, wo die Beschreibung technischer Lösungen unabdingbar erscheint, müssen die Anforderungen (speziell IT-Security) eindeutig definiert sein
- Die Innovationskraft der Industrie, die auf nationalen wie internationalen Projekten beruht, ist maximal zu nutzen
- Auf die Austauschbarkeit steuernder Komponenten im Gleisfeld wird verzichtet
- RBC und Stellwerke sind, bei beibehaltener Systemschnittstelle, territorial deckungsgleich auszuführen

Planung und Bau

Eine signifikante Reduzierung des Planungs-, Planprüfungs- und Prüfungsaufwandes ist durch Vermeidung von immer neuen Prozessen möglich und muss durch die Weiterentwicklung des Regelwerkes zur weiteren Prozessvereinfachung führen. Dies ist u. a. durch die Einführung digitaler Planungs- und Abnahmeprozesse sowie der konsequenten Anwendung des BIM möglich.

Im Rahmen der Realisierung und des Baus kann die maximale Beschleunigung des Rollouts für die Umsetzungsstufen I und II dieses Konzepts (vgl. Kapitel 5.2) durch ein neues Vergabe- und Verantwortungskonzept erreicht werden. Das Konzept beinhaltet im Wesentlichen die Generalunternehmerschaft der Industrie und wurde im Rahmen des sogenannten Schnellläuferprogramms erfolgreich erprobt. Die Reduktion der Komplexität im Rahmen der Projektabwicklung wird durch Reduktion der äußeren Verantwortungsschnittstellen erreicht. Der in der DSD-Partnerschaft entwickelte Volumenvertragsgedanke¹⁴ greift dieses Konzept auf und ist in der Folge konsequent anzuwenden.

¹⁴ Nach EU-weiter Ausschreibung wurde ein erster Volumenvertrag im Dezember 2024 vergeben

Der Ende 2024 geschlossene Volumenvertrag zwischen DB AG und Bahnindustrie ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zum DSTW. Der Branche ist es damit erstmalig gelungen, für die Lieferung und den Bau von D-LST einschließlich ETCS einen langfristigen Vertrag mit fester Abnahmeverpflichtung zu schließen. Das bietet der Industrie höhere Planungssicherheit und ermöglicht eine Kapazitätssteigerung für neue Signaltechnik in kürzerer Zeit. Das ist der richtige erste Schritt, um in der Zukunft den deutlich höheren Bedarf an Modernisierungen erfolgreich bewältigen zu können. Auf dieser Basis lassen sich ab 2028 DSTW, bedient aus Betriebsstandorten (BSO), inklusive ETCS realisieren.



Erfolgsmodell LST Schnellläuferprojekte

Aufgabe: Im Rahmen einer Initiative der DSD Partnerschaft von DB, EBA und VDB wurden Mitte 2020 exemplarisch vier Schnellläuferprojekte ins Leben gerufen. Die Vergabe erfolgte Ende 2020. Im Ergebnis wurden die Projekte Kleve-Kempen, Finnentrop, Wörth-Germersheim und Ansbach realisiert. Die Projektlaufzeit wurde zwischen 20 und 81 Monate verkürzt. Das entspricht einer Beschleunigung der üblichen Projektlaufzeit um einen Faktor Zwei bis Vier.

Erfolgskriterien: Dies war möglich durch das iterative Vorgehen in Bezug auf die klassischen Leistungsphasen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), konkret durch die Optimierung der Leistungsphasen 1-4 und 6 bei LST-Projekten. Die Vergabe erfolgte nach gemeinsam erarbeiteter Aufgabenstellung:

- » BIM Erfassung des IST-Zustandes und Ausführungsplanung aller Gewerke als Teil der Auftragnehmerseitigen Leistung
- » Ganzheitliche Finanzierung zum Projektstart vorhanden
- » Abwicklung als GU Modell



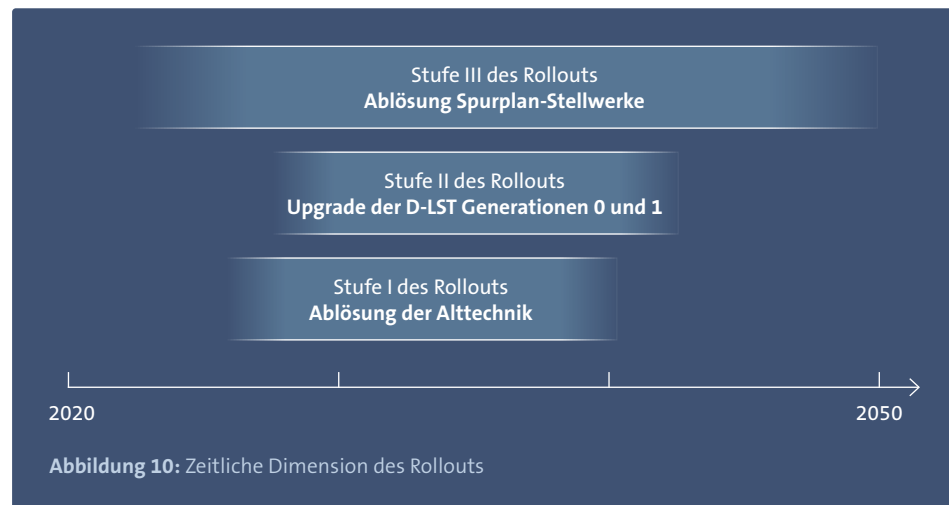
Abbildung 9: Beschleunigungskommission Schiene; Abschlussbericht vom 13.12.2022

Eine weitere wesentliche Voraussetzung für die Beschleunigung liegt in der, ebenfalls im Rahmen der DSD-Partnerschaft erarbeiteten Forderung, ausschließlich generisch zugelassene Technik in Realisierungsprojekten anzuwenden. Komplexe Zulassungen erfolgen in separaten Zulassungsprojekten. Bei Berücksichtigung aller vorgenannten Komplexitätsreduktionen in Rolloutprojekten, lässt sich die Projektlaufzeit von 58 Quartalen auf 12 Quartale reduzieren.

5.2 Stufenplan zur technischen Umsetzung

Das 2019 vom VDB vorgeschlagene Umsetzungsprogramm ging für die technisch-infrastrukturelle Umrüstung des Netzes der InfraGO im Kern von drei Stufen eines D-LST-Rollouts aus:

- Stufe I** Ablösung der Alttechnik
- Stufe II** Upgrade ESTW
- Stufe III** Ablösung Spurplan-Stellwerke.



Diese Herangehensweise stellt sich als zielführend heraus und kann auch weiterhin als Leitschnur des zukünftigen Handelns verstanden werden. Im Rahmen dieser Umsetzungsstufen werden alle heute vorhandenen Stelleinheiten digitalisiert oder einem Upgrade unterzogen.

Im Folgenden sollen die Erkenntnisse des Projektes „DSD-Partnerschaft“, einem gemeinsamen DB-Industrieprojekt, der Beschleunigungskommission Schiene sowie die gesammelten Praxis-Erfahrungen der vergangenen Jahre einfließen. Der im VDB-Konzeptvorschlag 2019 skizzierte Programmaufbau hat in seiner grundsätzlichen Form weiter Bestand. Er wird hier nicht wiederholt, sondern ergänzt und geschärft.

Der Fokus soll auf das jetzt Notwendige gelegt werden, um die dringliche Modernisierung aller vorhandener LST Stelleinheiten der DB-Infrastruktur voranzutreiben.

5.2.1 Stufe I: Ablösung Alttechnik (Vorkriegstechnologie)

In der Stufe I wird die flächenhafte Ablösung der Alttechnik mit immerhin ~40.000 Stelleinheiten durchgeführt. Für eine schnelle Umsetzung dieser Stufe gehen die Experten der Bahnindustrie von einem 1:1 Ersatz unter Beibehaltung des Betriebsprogramms mit ggf. nachlaufenden Maßnahmen aus. Für die Unschädlichkeit dieses Vorgehens in Bezug auf die Zuwendungsfähigkeit nachlaufender Maßnahmen

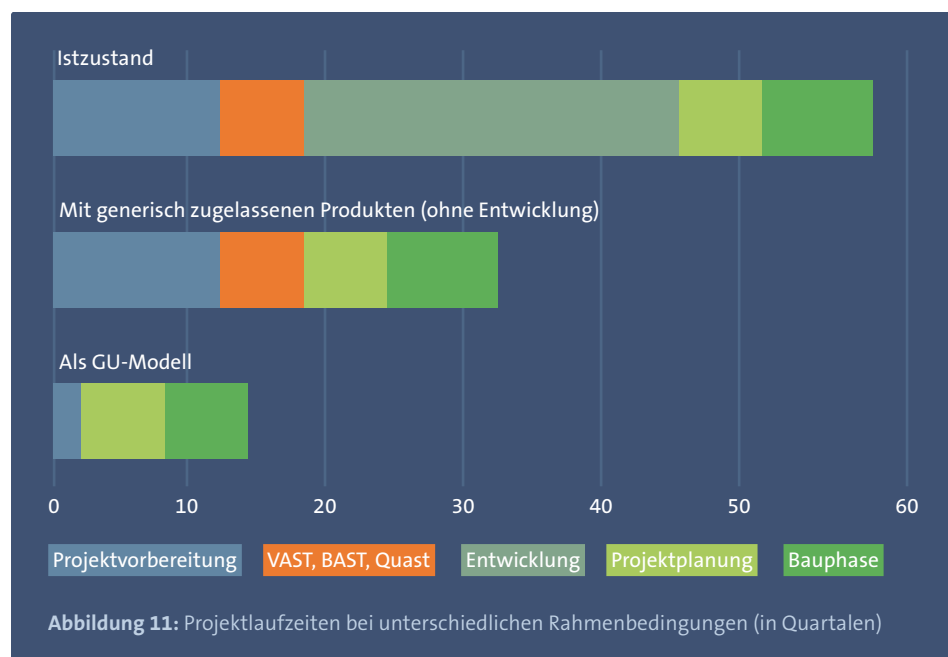
siehe Kapitel 5.1.1. Vorlaufend werden BSO-Standorte und (Bedien-) Räumlichkeiten errichtet.

Aufgrund des demografischen Wandels hat diese Stufe der Modernisierung höchste Dringlichkeit. Mehr als die Hälfte des Stellwerkspersonals steuern heute nur knapp 20 % der Stelleinheiten des Netzes der InfraGO. Durch das baldige Ausscheiden der Babyboomer-Generation aus dem Arbeitsleben stellt sich die enorme Herausforderung, die Bedienung mittelfristig sicherzustellen.

Durch moderne D-LST lässt sich die Bedienung in Bedienstandorten konzentrieren und innerhalb dieser flexibel aufteilen. Diese Konzentration zu bedienender ~40.000 Altstellwerks-Stelleinheiten in Bedienstandorten stellt die Lösung o.g. Herausforderung dar, weil sie nur 1/7 des derzeit notwendigen Personals der Altstellwerke benötigt. Die damit ebenfalls einhergehende Vereinfachung des Regelwerks und der Instandhaltung seien hier nur stellvertretend für viele weitere positive Effekte erwähnt.

Durch Einsatz generisch zugelassener Produkte und kontinuierlicher Vergaben (z. B. auf Basis des DSTW-Volumenvertrages) wird im Ergebnis die demografische Resilienz durch den Einsatz digitaler Technik in der Fläche erreicht.

Die Stufe I des vorliegenden Umsetzungsprogramms geht von der Nutzung des Volumenvertrages als Vertragsbasis im Rahmen einer GU-Abwicklung mit maximalen Beschleunigungseffekten und Verzicht auf langwierige Planungsphase gemäß der DSD-Partnerschaft aus. Die Laufzeit derartig aufgesetzter Projekte reduziert sich von 58 Quartalen auf ~12 Quartale¹⁵.



Für die Erreichung einer effizienten Abwicklung im Rahmen des industriellen Rollouts, definierten die DSD-Partner großflächige, netzbezirksweise Vergaben als Basis

¹⁵ Ergebnis der DSD-Partnerschaft DB-VDB (11.04.2023)

der Abwicklung. Dabei ist die BSO-Strategie der InfraGO führend und stellt grundsätzlich die territorialen Grenzen der Ausrüstung und Vergabe dar.

#5 Fazit

Stufenplan – Stufe I: Ablösung Alttechnik (Umfang ca. 40.000 Stelleinheiten)

- Modernisierung der personalintensiven Alttechniken, unter Beibehaltung des Betriebsprogramms (1:1 Ersatz), durch zugelassene, serienfähige Stellwerkssysteme
- Umgehende Umsetzung der Projekte auf der Basis des Volumenvertragsmodells in flächenhafter Ausdehnung von Netzbezirken
- Die Bedienung wird in vorbereiteten Bedienstandorten (BSO) konzentriert

5.2.2 Stufe II: Integration Bestands D-LST in BSO (Upgrade auf DSTW-Generation 2)

Ziel dieser Stufe ist die Ertüchtigung (Migration) von Bestands-ESTW in die D-LST Generation 2 (vgl. [Abbildung 4](#)) in der Größenordnung von ~40.000 Stelleinheiten.

Dabei werden ausschließlich die, bereits mit moderner KS-Signalisierung ausgerüsteten ESTW migriert. Im Rahmen der Migration werden die ESTW mit standardisierten Systemschnittstellen ausgestattet. Derart migrierte Stellwerke sind ETCS fähig und können in die parallel entstehenden Bedienstandorte integriert werden.

Dieses Programm ist ein Muss, da hierdurch ein kompletter Abriss und Neubau dieser, in der Regel 10–20 Jahre alten ESTW vermeidbar ist. Der größte Vorteil, neben den gegenüber einem kompletten Neubau geringeren Kosten, ist die erreichbare Geschwindigkeit der Umrüstung und Integration in die Bedienoberflächen der Betriebsstandorte. Die Umrüstungsgeschwindigkeit ergibt sich u. a. aus dem, in diesem Fall minimal erforderlichen, Planungs- und Genehmigungsaufwand. Im Weiteren können sämtliche Außenanlagen erhalten werden.

Durch die der Migration immanente Ertüchtigung auf ETCS, leistet dieses Programm auch einen Beitrag zum LZB-Obsoleszenz Management. Bekanntermaßen sieht die LZB ab 2030 ihrem End-of-Life entgegen.

Seitens der Hersteller sind entsprechende Migrationskonzepte in der Schublade und in Einzelfällen auch bereits realisiert worden. Für die generische Anwendung ist es erforderlich, den Bestandsschutz der zu migrierenden Stellwerken zu erhalten (vgl. Forderung an den Gesetzgeber, [Kapitel 5.1.1](#)). Durch diese Regelung ist ein aufwändiger Umbau im Rahmen der Migration abwendbar und ein Investitionsschutz der bestehenden Infrastruktur abbildbar.

Unter o.g. Voraussetzungen werden die Bestandsstellwerke eigenständig und schnell durch die Hersteller auf die Generation 3 gehoben und sukzessive an die entstehenden BSO angeschlossen.

#6 Fazit

Stufenplan – Stufe II: Integration Bestandstellwerke in BSO (Umfang ca. 40.000 Stelleinheiten) Upgrade auf DSTW-Generation 2

- Bestands-ESTW mit KS-Signalsystem werden in die D-LST der Generation 2 migriert.
- Die ESTW werden mit den standardisierten Systemschnittstellen ausgestattet und sind ETCS-fähig.
- Die Bedienung wird in vorbereiteten Bedienstandorten (BSO) konzentriert.
- Es ist sicherzustellen, dass der Bestandsschutz für die bisherigen Stellwerke im Rahmen des Umbaus nicht aufgehoben wird

5.2.3 Stufe III: Ablösung Spurplan Relaisstellwerke (RSTW)

Diese Stufe der D-LST Ausrüstung des Bestandes enthält alle nicht in den Stufen I und II erfassten ~110.000 LST-Stelleinheiten („Projektdefinition und -priorisierung überwiegend nach Korridor- und Oberbauprojekten“¹⁶). Enthalten sind hierin auch die, auf die Hochleistungskorridore entfallenden ~20.000 Stelleinheiten. Dabei ging die Bahnindustrie nicht davon aus, die Realisierung unter den Bedingungen einer Vollsperrung realisieren zu können. Es ist festzustellen, dass Vollsperrungen ein weiterer Turbo hin zu einem sanierten Netz sein können. Erste sichtbare Erfolge zeichnen sich ab (Inbetriebnahme des ersten Hochleistungskorridors, der Riedbahn, im Dezember 2024).

Die im Rahmen der Sanierung der Hochleistungskorridore angedachten Vollsperrungen setzen zusätzlich die Ertüchtigung von Umleiterstrecken mit D-LST im Rahmen der Stufe I voraus, sollten nicht regelmäßig Schienenersatzverkehre eingerichtet werden.

¹⁶ Umfassender Konzeptvorschlag für ein industrielles Rollout von DSTW/ETCS des VDB aus 2019

#7 Fazit**Stufenplan – Stufe III: Ablösung Spurplan RSTW
(Umfang ca. 110.000 Stelleinheiten)**

- Im Vorfeld der Korridorsanierungen und möglichen Vollsperrungen von Korridoren müssen entsprechende Umleiterstrecken ertüchtigt werden. Diese müssen im Rahmen des im Programm I fixierten Flächenrollout durch den 1:1 Ersatz vorlaufend realisiert werden
- Zwingende Ablösung veralteter LST im Rahmen aller Korridor- und Oberbauprojekte

5.3 Organisatorische Umsetzung

5.3.1 Verantwortung des Bundes

Die Forderung nach einer schlagkräftigen Rolloutorganisation hat an Aktualität nichts verloren. Die ursprüngliche Empfehlung, zwei Zweckgesellschaften unter Beteiligung des Bundes zu schaffen war zielführend, ist jedoch in Bezug auf die Strategie- & Technologie-Gesellschaft durch die Realität überholt worden. Zwar wurde eine DSD GmbH als Tochtergesellschaft der DB InfraGO gegründet, ihre Arbeit im Sinne des industriellen Rollouts gemäß dem VDB-Konzept 2019 hat diese jedoch nie aufgenommen. Diese Aufgabe übernahm die DB InfraGO, teilweise in Zusammenarbeit mit der Industrie in Form der DSD-Partnerschaft.

In Bezug auf die Notwendigkeit der Koordination von Fahrzeug- und Streckenausrüstung, also der Ausrüstung mit DSTW und ETCS, existiert innerhalb des Sektors kein Erkenntnis- sondern ein Umsetzungsproblem. Der politische Wille, ETCS als zukünftiges System der D-LST voranzubringen, bedarf einer Steuerung, welche einerseits die Verlässlichkeit der gesteckten Ziele und andererseits die Verfügbarkeit mit ETCS ausgerüsteter Fahrzeuge sicherstellt.

Wir befinden uns seit Jahren in dem Dilemma, dass die ETCS-Ausrüstung mit Verweis auf die fehlende Ausrüstung der jeweils anderen Seite nicht vorangetrieben wird (für den jeweils eigenen Beginn der ETCS-Ausrüstung zeigt die „Strecke“ auf fahrzeugseitig fehlende Ausrüstung; das „Fahrzeug“ zeigt auf die streckenseitig fehlende Ausrüstung).

Dieses Dilemma zu beenden und verlässliche Ausrüstungsziele zu verabreden, können weder die DB-InfraGO noch die Fahrzeughalter/-Betreiber leisten. Die InfraGO nicht, weil sie aufgrund der Finanzierungsrisiken keine Ausrüstungsziele über Dekaden hinweg verbindlich eingehen kann und die Betreiber von Bestandsfahrzeugen nicht, weil ihnen Kosten durch Umrüstungen entstehen, denen auf der anderen Seite kein Mehrwert gegenübersteht. Anders verhält es sich bei Neufahrzeug-

projekten, die ab Inkrafttreten der TSI ZZS 2023 im August 2023 gestartet wurden. Hier ist die ETCS Ausrüstung zwingend.

Ließe man alles wie es ist, wäre davon auszugehen, dass eine Sättigung des Marktes mit in ausreichender Zahl ausgestatteten Neufahrzeugen, Ende des Jahrhunderts eintritt. Bis dahin muss der Steuerzahler die teuerste und langsamste aller Lösungen, die Doppelausrüstung der Infrastruktur der InfraGO mit PZB, ortsfesten Signalen und ETCS, finanzieren.

Wenn es dementsprechend kein technisches Momentum gibt, den Kreislauf zu durchbrechen, muss ein politischer Wille an dessen Stelle treten. McKinsey beschreibt dies in seiner Studie mit den Worten: „Es bedarf einer zentralen Gesamtsteuerung und der Systemführerschaft im BMDV. Es ist eine Einzelprojektübergreifende Finanzierung sicherzustellen, die die DB in großvolumige Langfristverträge mit der Industrie übersetzen muss.“¹⁷ Gleichlautend ist die Forderung aus der Beschleunigungskommission Schiene: „(...) Durch das BMDV ist eine Steuerung zu etablieren, die der Größe der einmaligen Aufgabe angemessen ist.“¹⁸ Nur durch diesen Schritt wird der Kreislauf von fehlender ETCS-Fahrzeugausrüstung und deshalb notwendiger doppelt ausgerüsteter Infrastruktur durchbrochen.

Es bedarf also weiterhin einer Zweckgesellschaft des Bundes, welche Infrastruktur und Fahrzeugausrüstung koordiniert, die Haushaltsmittel des Bundes für Infrastruktur und Fahrzeugumrüstungen sicherstellt und den Interessenausgleich der Stakeholder wahrnimmt. Dabei muss der Bund keinesfalls diese Aufgabe eigenständig und mit eigenem Personal ausführen. Vielmehr sollte ausschließlich die Zielvorgabe, die Finanzierung und das Ergebnis-Controlling ureigenste Aufgabe des Bundes sein. Steuerung, Umsetzung undwicklungsaufgaben lassen sich durch externes Management verlässlich abwickeln.

Fahrzeugausrüstung; Push and Pull Maßnahmen kombinieren

Im Rahmen der Beschleunigungskommission Schiene wurde der Gedanke der Kombination von „Push und Pull-Maßnahmen (...) und (...) (eine) fördernde Trassenpreisgestaltung (...)“ als überlegenswert angesehen. Mit der Begründung, dass „(...) mit ETCS ausgerüstete Fahrzeuge weniger Ressourcen in Anspruch nehmen.“¹⁸ Dabei ist den Fahrzeug-Betreibern innerhalb eines zu definierenden, abgegrenzten Zeitraums eine Finanzierung der mit den ETCS-Umbauten in Zusammenhang stehenden Kosten zu garantieren. Analog sind für mit ETCS umgerüstete Fahrzeuge die Trassenpreise zu reduzieren. Entsprechende, darauf gerichtete Förderrichtlinien für die ETCS-Umbauten sind zu erstellen.

¹⁷ McKinsey Studie „Neuausrichtung der Gesamtstrategie zur Digitalisierung der Schiene“ August 2024

¹⁸ Handlungsempfehlungen der Beschleunigungskommission Schiene; Abschlussbericht vom 13.12.2022

#8 Fazit

Verantwortung des Bundes

- Übernahme von Verantwortung beim Bund durch Gründung der Koordinierenden Stelle für die Infrastruktur- und Fahrzeugausrüstung
- Die Koordination von Infrastruktur und Fahrzeugausrüstung wird durch die Systemführerschaft des Bundes und eine übergreifende Finanzierung sichergestellt.
- Der Bund stellt so einen Interessenausgleich über alle Stakeholder hinweg sicher

5.3.2 Rolloutorganisation

Die Aufgabe des Rollouts moderner D-LST in kürzester Zeit ist eine Mammutaufgabe, vergleichbar mit der nach der Wiedervereinigung erforderlichen Zusammenführung der Eisenbahnnetze von Deutscher Reichsbahn und Deutscher Bundesbahn. Hier, wie auch in Großprojekten der DB AG, haben sich Projektgesellschaften bewährt, welche das ausschließliche Ziel der wirtschaftlichen, termingerechten Umsetzung verfolgen. Dies sollte auch für den Rollout von D-LST gelten. Dabei erscheint es sinnvoll den Bund entweder über die koordinierende Funktion (vgl. [Kapitel 5.3.1](#)) oder in Form einer Beteiligung in diese Projektgesellschaft einzubeziehen.

Wesentlich ist, eine Abgrenzung für diese Projektgesellschaft zu definieren. Sie wird ausschließlich für die Stufen I und II wirksam. Die Stufe III ist innerhalb der Organisation Infrastrukturplanung und -projekte der DB InfraGO unter der Systemführung des Bundes (vgl. [Kapitel 5.1.3](#)) abzuwickeln. Hier liegt das Hauptaugenmerk auf Korridorprojekten und der Hochleistungskorridorsanierung.

Alle Organisationen müssen Verantwortung für die Umsetzung politischer Zielvorgaben tragen, die über ausgereifte Zwischenziele und anhand von Meilensteinen nachzuhalten sind. Fehlsteuerungsanreize der Vergangenheit sind zu überwinden. Die Organisationsform muss derart gestaltet sein, dass sie Entscheidungen beschleunigt und Verantwortlichkeit fördert.

#9 Fazit

Rolloutorganisation

- Etablierung einer Rolloutorganisation für die Digitalisierung der LST
- Übernimmt die Bestellerfunktion für die Stufen I und II des Rollouts
- Bund ist beteiligt, gibt die Ziele vor und stellt Mittel bereit
- Ist dem übergeordneten Ausrüstungsziel und Zieltermin verpflichtet

5.3.3 Systemautorität (Infrastruktur)

Die bisherige Stellwerkslandschaft ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl verschiedener Systeme und Technologien. Das Rollout DSTW/ETCS soll diese heterogene und durch viele Insellösungen gekennzeichnete Techniklandschaft durchbrechen. Mit dem Rollout der ersten D-LST-Generationen wird sichtbar, dass es sehr schnell wieder zu Insellösungen und Inkompatibilitäten kommt, wenn neue Anforderungen und Funktionen neben bereits installierten Systemen notwendig werden.

Hier kommt die Verantwortung des Betreibers ins Spiel. Nur der Betreiber kann dies durch eine autorisierte Organisation, eine institutionalisierte Systemautorität, steuern.

Die Schaffung einer diesbezüglich „(...) verantwortlichen Systems Authority zur Priorisierung und Stabilisierung der technischen Anforderungen (...) welche auf einer klaren Unterscheidung zwischen Lebenswichtig und nice to have basiert“¹⁹, wurde durch die branchenweite Beschleunigungskommission Schiene eingefordert.

Ein erster Schritt ist mit der Einrichtung der Organisationseinheit der Systemautorität innerhalb der DB InfraGO gegangen worden. Die Größe und Komplexität dieser Aufgabe können nicht hoch genug eingeschätzt werden und Bedarf entsprechender Durchsetzungskraft innerhalb der DB InfraGO.

Im Rahmen eines strukturierten Releasemanagement muss die Systemautorität die erneute Fragmentierung des Netzes in immer neue, inkompatible D-LST-Insellösungen sowie in der Instandhaltung unbeherrschbaren technische Vielfalt der Systeme unterbinden. Die Systemautorität ist für die Strukturierung und die grundsätzliche Freigabe aller (zukünftigen) Anforderungen an die technischen Systeme, Sicherstellung der Rückwärtskompatibilität zu bereits installierten Systemen und Schaffung eines Baseline- und Releasemanagements zur Beschleunigung und zur Sicherung getätigter Investitionen, in der Industrie (F&E Investitionen) und der installierten Basis (Investitionen des Bundes in die Infrastruktur der DB InfraGO) verantwortlich. Die Migrationsfähigkeit herzustellen und abzusichern ist eine der wesentlichen Aufgaben eines Releasemanagement innerhalb einer verantwortlichen Systemautorität. Dabei prüft und verantwortet die Systemautorität die Rückwärtskompatibilität neuer Anforderungen ggü. den beauftragten oder bereits in Betrieb befindlichen Systemen.

Die Systemautorität ist der Erfüllung des betrieblichen Zielbildes und der Beschleunigung des Rollouts verpflichtet. Mit der Konzentration auf das betrieblich Notwendige, nicht das technisch Mögliche, ist sie auch autorisiert und angehalten, ein mehrjähriges Design-Freeze auszusprechen, wie es innerhalb der DSD-Partnerschaft durch die Bahnexperten empfohlen wurde.

¹⁹ Handlungsempfehlungen der Beschleunigungskommission Schiene; Abschlussbericht vom 13.12.2022

#10 Fazit

Systemautorität

- Etablieren bzw. Stärken einer schlagkräftigen institutionalisierten Systemautorität für die Strukturierung und die grundsätzliche Freigabe aller Anforderungen an die technischen Systeme, Sicherstellung der Rückwärtskompatibilität und Schaffung einer Baseline und eines Release-managements zur Beschleunigung des Rollouts

5.3.4 Taskforce

Die von der DB InfraGO vorgeschlagene Task Force wird seitens der Industrie unterstützt. Dabei sieht die Industrie die Hauptstoßrichtung in der Reduzierung der Komplexität von Anforderungen an das technische System D-LST, der mit ihrer Implementierung verbundenen Prozesse und der weitgehenden Minimierung des Prüfungs- und Zulassungsaufwandes.

Vorgenannte Herausforderungen und speziell die Prozesse bei Planung, Bau und Abnahme sowie der Instandhaltung sollten in einem möglichst interdisziplinären Team auf eine Komplexitätsreduzierung hin untersucht werden. Die Überlegungen müssen mit einer auf beschleunigte Abwicklung ausgerichteten Interchangeability-Strategie für das Gesamtsystem einhergehen. Alle Anforderungen, Prozesse und Erwartungen sind auf die maximale Beschleunigung des D-LST-Rollouts auszurichten. Dabei ist „nice-to-have“ von „lebenswichtig“ zu trennen und radikal zu priorisieren. Das betriebliche Zielbild gibt hierfür den Rahmen vor. Handlungsfelder müssen schnellstmöglich identifiziert und Handlungsempfehlung daraus abgeleitet werden.

Die Umsetzung der Empfehlungen sollte durch das Management nachgehalten und incentiviert werden. Im Ergebnis wird Komplexität aus dem System eliminiert und der Rollout so beschleunigt.

#11 Fazit

Task Force

- Für die Aufgabe der Komplexitätsreduktion ist eine Task Force zu gründen und deren Empfehlungen in tägliches Handeln zu überführen, nachzuhalten und regelmäßig neu zu justieren, um den D-LST-Rollout smart zu ermöglichen und zielgetreu abzuschließen.

6

Summary

Die mit der Vernachlässigung von Investitionen einhergehende Zustandsverschlechterung des deutschen Eisenbahnnetzes ist aufzuhalten, wenn es gelingt, das bestehende Umsetzungsproblem in den Griff zu bekommen. Der Rollout moderner D-LST trägt entscheidend zu der Verfügbarkeitssteigerung des Netzes bei. Für diesen Rollout braucht der Sektor Planungssicherheit zum Aufbau von Kapazität und Schlüsselressourcen. Die hierfür nötigen Finanzierungsinstrumente sind aus wenigen und mit einheitlichen Rahmenbedingungen versehenen Fonds zu speisen. So kann der Sektor seine Leistungsfähigkeit in wenigen Jahren ausbauen, um das Volumen zu installierender D-LST um den Faktor 4 erhöhen und somit den D-LST Rollout in 25 Jahren bewerkstelligen zu können.

Alle Stakeholder des Sektors sowie die entsprechenden Prozesse bzgl. der auszurollenden Technologien müssen sich dem Ziel der Erhöhung der Umsetzungsgeschwindigkeit unterordnen. Die Verantwortung für diese Technologien sowie für deren notwendige Bedingungen wie bspw. der Rückwärtskompatibilität, Releases und deren Endtermine müssen an zentraler Stelle gebündelt sein. Es ist pragmatisch dabei das Notwendige von „nice-to-have“ zu trennen.

Folgerichtig ist neben der Steuerung auch eine Output-Kontrolle erforderlich, die unkompliziert alle Voraussetzungen subsummiert und über zentrale KPI monitort. Hier wird vorgeschlagen die Anzahl in Betrieb genommener ETCS-Streckenkilometer als Ziel-KPI zu verankern. Diese Zielgröße umfasst alle Vorstufen, wie Planung, Realisierung und Ausrüstung mit digitalisierten Stellwerken sowie die notwendige Anzahl an ausgerüsteten Fahrzeugen für die Inbetriebnahme von ETCS. Es sind dabei Controllinginstrumente wie Zwischenmeilensteine für die sichere Erreichung von Fernzielen im Sinne einer Projektrendanalyse einzufügen.

Abschließend muss es auch bei der Beschaffung der modernen D-LST zu weiteren großvolumigen Vergaben und neuen Zusammenarbeitsmodellen kommen, um die heute durch viele Schnittstellen geprägte, kleinteilige Abwicklungsstruktur zu durchbrechen und mehr Geschwindigkeit als auch Verlässlichkeit in der Ausrüstung zu erreichen.

Abkürzungen und Begriffsdefinitionen

BIM

Building Information Modeling

BKS

Beschleunigungskommission Schiene

BMDV

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

BSO

Betriebsstandorte

BÜSA

Sicherungsanlage für Bahnübergänge

DB AG

Deutsche Bahn AG

DiB/iBS

Design integrierter Bedienplatz – ein von der DB Netz AG 2012 geführtes Projekt für die integrierte Bedienung von LST, Dispo, DBMAS und Tk (Ziele: modular, variabel, integriert, systemunabhängig, hardwareneutral) im Fern- und Ballungsnetz sowie im Regionalnetz. Das Produkt wird ein integriertes Bediensystem iBS sein

DSD

Digitale Schiene Deutschland

DSTW

Digitales Stellwerk, technologisches Konzept der neuesten Stellwerkstechnik

EBA

Eisenbahn Bundesamt

EIGV

Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung

ESTW

Elektronisches Stellwerk, Technologie der aktuellen Stellwerkstechnik

ETCS

European Train Control System, elektronisches Zugbeeinflussungssystem mit abgestufter Funktionalität (L1 LS, L1 FS, L2, L2 oS und L3)

ETCS-only

Im Zustand ETCS-only befinden sich keine Class-B-Zugsicherungen mehr auf dem Fahrzeug. PZB90- oder LZB-Bediengeräte wurden bei Bestandsfahrzeugen entfernt bzw. bei Neufahrzeugen nicht mehr eingerüstet

EVU

Eisenbahnverkehrsunternehmen (öffentlich und privat)

EVU

Eisenbahnverkehrsunternehmen

FEAK

Feldelemente-Anschlusskasten

FEAM

Feldelemente-Anschlussmodul

FEAS

Feldelemente-Anschlusschrank

GU/GÜ

Generalunternehmer/ Generalübernehmer. GU erbringt eine Gesamtleistung ohne eigene Planungsleistungen, GÜ erbringt zusätzlich eigene Planungsleistungen

HOAI

Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

LBS

Leit- und Bediensystem

LST

Leit- und Sicherungstechnik

LZB

Linienzugbeeinflussung, hier LZB 80 für den Verkehr auf dem deutschen Eisenbahnnetz zur kontinuierlichen Zugsicherung

PT 1

Herstellerübergreifender identischer Plan-Teil 1

PZB

Punktförmige Zugbeeinflussung

RBC

Radio Block Centre, funkbasierte Steuerungszentrale für ETCS

RSTW

Relaisstellwerke

SCI

Standard Communication Interface SCI-LX Level Crossing: Schnittstelle Stellwerk Bahnübergang

SCI-CC

Comand and Control: Schnittstelle zur Leit- und Bedienebene

SCI-ILS

Interlocking System: Schnittstelle Stellwerk-Stellwerk

SCI-RBC

Radio Block Centre: Schnittstelle Stellwerk ETCS-Zentrale

STE

Stelleinheiten in der Leit- und Sicherungstechnik (Signalbegriffe, Weichenantriebe, Fahrsperrern) ohne Gleisfreimeldetechnik

Tf/Fz

Triebfahrzeug

TSI

Technische Spezifikationen für die Interoperabilität

TSO

Technikstandorte

UZ, iUZ

Unterzentrale/integrierte Unterzentrale eines ESTW/ DSTW

VDB

Verband der Bahnindustrie in Deutschland e. V.

1:1-Ersatz

Ersatz bestehender Einrichtungen (z. B. mechanisches Stellwerk) durch neue Technologie (digitales Stellwerk/ Unterzentrale), hier im Kontext so zu verstehen, dass die Ausführungsplanung aus dem Bestand durch den Auftragnehmer abgeleitet wird und keine Planfeststellung durchgeführt werden muss

Impressum

Herausgeber

© 05/2025

Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) e. V.

Universitätsstraße 2 · 10117 Berlin

www.bahnindustrie.info

 Bahnindustrie_D

 Verband der Bahnindustrie in Deutschland

Redaktion

Sarah Stark, VDB-Hauptgeschäftsführerin

Axel Schuppe, VDB-Geschäftsführer

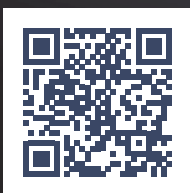
VDB-Redaktionskreis ETCS

Entwurf und Gestaltung

webersupiran.berlin

DIE BAHNINDUSTRIE.

VDB VERBAND DER BAHNINDUSTRIE IN DEUTSCHLAND E.V.



bahnindustrie.info