

# Quo vadis DSD-Fahrzeugausrüstung?

Die Nachrüstung von Triebfahrzeugen für die Digitale Schiene Deutschland (DSD) steht am Scheideweg. Gelingt es nicht, einen klug gestalteten Rahmen aus verschiedenen Elementen dafür zu schaffen, drohen absehbar nicht nur eine vergleichsweise ineffiziente Fahrzeugausrüstung, sondern auch kontraproduktive Wirkungen im Gesamtsystem Bahn. Ein kritischer Diskussionsbeitrag anhand vielfältiger Erfahrungen.



## 1. Motivation

Ein Ziel des Digitalen Knoten Stuttgart (DKS) [1] liegt darin, die Potenziale und „mögliche Kapazitätssteigerungen einer räumlich und zeitlich koordinierten Einführung“ von ETCS und weiteren Elementen zu ermitteln. Die erstmalige, modellhafte und anteilige Förderung des Bundes der Fahrzeugausrüstung ist dabei für Triebzüge (Tz) an 24 technische Bedingungen geknüpft. [2]

Alstom rüstet für den DKS 333 Tz des S-Bahn- und Regionalverkehrs nach. Dafür sind insgesamt 18 First-of-Class- bzw. Prototyp-Fahrzeuge erforderlich (Bild 1). [3, 4] Alstom liefert auch 130 neue Coradia-Max-Tz, die „ab Werk“ entsprechend ausgerüstet sind. [5] Die Ausrüstungen gehen dabei über bloßes ETCS hinaus und umfassen beispielsweise optimierte ETCS-Bremskurven [6], hochautomatisiertes Fahren (ATO GoA2) [4] und das GSM-R-Nachfolgesystem FRMCS [7]. Dies führt bei der Serienausrüstung zu Mehrkosten von gerade einmal rund zehn Prozent. [12] Das Land Baden-Württemberg beschafft zusätzlich 28 Mireo-Tz von Siemens Mobility mit einer solchen Ausrüstung. [8] Eine Reihe von Nebenfahrzeugen wird durch Stadler [9] sowie 28 „Talent 3+“-Triebzüge, die durch das Land Baden-Württemberg als Ersatzfahrzeuge angemietet werden, durch Alstom mit ETCS nachgerüstet. [10]

Die modellhafte Förderung wurde 2022 einer ersten Evaluierung durch Alstom, den Bund, der DB und dem Land Baden-Württemberg unterzogen. Die Ergebnisse sind weitgehend (auf 335 Seiten) veröffentlicht [11] und in einem Fachartikel [12] zusammengefasst. Sie unterstreichen im Kern, wie für eine bundesweite Fahrzeugausrüs-

tung eine gewisse Förderung und Koordination der Ausrüstung ähnlicher Fahrzeuge unabdingbar ist, um vielfältige Synergieeffekte zu heben, begleitet von weiteren Instrumenten wie Netzzugangsbedingungen und differenzierten Trassenpreisen.

Während die Serienumrüstung von Tz für den DKS inzwischen ebenso begonnen wurde wie die Fertigung erster Neufahrzeuge, wurden inzwischen dutzende Wechselwirkungen zwischen der Fahrzeug- und der Infrastrukturausrüstung erkannt. Sie eröffnen vielfältige Chancen für ein unter dem Strich einfacheres, günstigeres, sicheres und gleichzeitig leistungsfähigeres Gesamtsystem Bahn. [1, 3, 13, 14, 15]

## 2. Sachstand

Bereits vor fünfeinhalb Jahren zeigte die „McKinsey-Studie“ die volkswirtschaftliche Sinnhaftigkeit einer geförderten, koordinierten Fahrzeugausrüstung auf. [16] Drei Jahre nach Veröffentlichung der Richtlinie zur modellhaften Förderung sowie mehr als ein Jahr nach deren Evaluierung ist es gleichwohl noch nicht gelungen, eine klare Perspektive und Strategie für die DSD-Fahrzeugausrüstung zu entwickeln, die die notwendigen Elemente wie eine Koordination und Förderung mit einschließt.

DB Netz kündigte 2023 an, ab 2028 ETCS Level 2 „ohne Signale“ (L2oS) in größerem Umfang in Betrieb zu nehmen, ab dann auch „Hochleistungskorridor“-Strecken entsprechend auszurüsten. [17, 18] (Einschließlich der im April 2024 veröffentlichten Fortschreibung sollen bis 2029 nunmehr rund 5200 km mit ETCS ausgerüstet sein, davon rund 1500 km mit L2oS. [19]) Hierzu ist ein Verfahren vor der Bundesnetzagentur anhängig, welches erst aufzeigen wird, ob ohne Förderanrei-



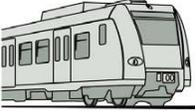
**Christian Schunke-Mau**

Vertriebsdirektor Digitalisierung Deutschland / Österreich / Schweiz, Alstom Transport Deutschland GmbH  
christian.schunke-mau@alstomgroup.com



**Thomas Vogel**

Leiter Projektgruppe „Digitale Schiene“, Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg  
thomas.vogel@vm.bwl.de

Baureihe	Hersteller	Stückzahl	Typ	Anzahl First of Class	zusätzliche Prototypen	Gründe für Notwendigkeit
 BR 423 S-Bahn	ALSTOM	60		2	2	unterschiedliche Bauserien
 BR 430 S-Bahn	ALSTOM	97 58	(BR 430.0) (BR 430.2)	1 1	1 1	zwei Generationen, 2. Serie nach 4. Eisenbahnpaket in Betrieb genommen und später entwickelt/gefertigt
 Flirt 3 Regionalverkehr	STADLER	13 9 19 14 11	(3-teilig) (4-teilig) (5-teilig) (6-teilig) (XL, 3-tlg.)	5	2	fünf verschiedene Längen, unterschiedliche Zugbeeinflussungssysteme
 Talent 3 Regionalverkehr	ALSTOM	26 26	(3-teilig) (5-teilig)	2	1	zwei Zuglängen
		<b>zusammen: 333</b>		<b>11</b>	<b>7</b>	

Stand: März 2024

1: Die Nachrüstung von 333 Triebzügen aus vier Baureihen zieht elf First-of-Class (FoC) und sieben zusätzliche Prototypen nach sich. Quelle: Deutsche Bahn

ze überhaupt solch gravierende Netzzugangsvoraussetzungen vorgegeben werden dürfen. [20] In der TSI ZZS 2023 ist eine bislang in Deutschland angewendete Ausnahmeregelung [21] nicht mehr enthalten, womit Neufahrzeuge, die nach TSI 2023 zugelassen werden, zwingend zumindest mit ETCS auszurüsten sind. (Allerdings unterliegen Fahrzeugneubauplattformen, die eine Typengenehmigung unter TSI 2016 erhalten haben, nicht dieser Änderung.)

Während die Notwendigkeit einer Förderung inzwischen allgemein anerkannt scheint, bleiben die Diskussionen weitgehend auf eine bloße ETCS-Ausrüstung beschränkt und ist die konkrete Umsetzung der Koordination der Fahrzeugausrüstung umstritten. [22] Im Bundeshaushalt 2024 sind 300 Mio. Euro für ein „First-of-Class Sofortprogramm zur ERTMS-Ausrüstung von Bestandsfahrzeugen“ hinterlegt. [23] Damit sollen zehn bis zwölf Fahrzeugtypen ausgerüstet werden und die Voraussetzung für die Ausrüstung von rund 2800 Triebfahrzeugen bzw. Triebzügen geschaffen werden. [24]

### 3. Eine Einordnung mit den Erfahrungen aus dem DKS

Die in den letzten sieben Jahren [25] zur „digitalen“ Fahrzeugausrüstung im DKS gesammelten Erfahrungen verdeutlichen, welche Fehlentwicklungen drohen, falls es

Ohne eine starke Koordination der Fahrzeug- und Infrastrukturausrüstung durch den Bund – mit einer wirksamen und an Bedingungen geknüpften Förderung – droht eine weitreichende Fragmentierung und mehrfache Ausrüstung von Fahrzeugen, beispielsweise mit ETCS und FRMCS.

nicht gelingen sollte, einen vernünftigen Rahmen zu schaffen.

#### 3.1. Schnelles „Irgendwie-ETCS“

Die Ankündigung von L2oS in wesentlichen Bereichen des DB-Netzes hat in den letzten Monaten zu einer hektischen Betriebsamkeit geführt. Auch Alstom erreichen zahlreiche Einzelanfragen von einer Vielzahl von Fahrzeugbetreibern mit ganz unterschiedlichen Vorstellungen und Randbedingungen. Ausschlaggebend ist dabei die weiterhin fehlende Aussicht auf Förderung durch den Bund, weshalb so günstig wie möglich ausgeschrieben werden soll. Eine zunehmende Fragmentierung wird schon jetzt offenbar.

Um die Netzzugangsbedingung ETCS zu erfüllen, werden dabei auch diverse Ansätze diskutiert, ETCS möglichst einfach in Fahrzeuge zu integrieren bzw. zu ergänzen. Die daraus drohenden Folgen scheinen zumeist weder Fahrzeug- und Infrastrukturbetreibern bewusst: Eine derartige Teilintegration führt auf Fahrzeugen beispiels-

Autoren-Belegexemplar, Herr Wester-Ebbinghaus, Alstom Transport Deutschland GmbH. Weitergabe an Dritte urheberrechtlich untersagt.

weise in der Regel zu doppelter Diagnose und Dateneingabe, zu verlängerten Wendezeiten und zum Verlust heutiger Funktionen wie Automatischer Fahr- und Bremssteuerung (AFB). Weiterführende Elemente der DSD, wie ATO GoA2, Fahrzeugzustandsdaten (TCR) [26] für das Kapazitäts- und Verkehrsmanagementsystem CTMS [27] oder FRMCS, bleiben außen vor, können teils auch später nicht mehr mit vertretbarem Aufwand nachgerüstet werden. Die Infrastruktur wird damit eher aufwendiger und weniger leistungsfähig. [1]

### 3.2. Mangelnde Koordination

Vorschläge, die „Branche“ möge die Koordination der Fahrzeugausrüstung selbst regeln, tragen absehbar nur begrenzt, wie auch ein aktuelles Beispiel zeigt: Alstom hat für verschiedene Varianten von TRAXX-Lokomotiven eine solche Koordination übernommen. Es wurden 12 FoC- bzw. Prototypen gebildet, auf deren Grundlage mehr als 500 Triebfahrzeuge in Serie ausgerüstet werden – rund 75 Prozent der in Betrieb befindlichen Fahrzeuge. Dazu müssen Verträge mit mehr als 30 Fahrzeugeigentümern geschlossen werden. Damit gelingt eine gewisse Bündelung und werden einige Synergien gehoben. Da etliche Betreiber jedoch eigene Wege zur Ausrüstung verfolgen, kann nur ein Teil der Chancen gehoben werden. Keiner der Fahrzeugbetreiber hat dabei eine DSD-Fahrzeugausrüstung über ETCS hinaus bestellt.

Noch weniger koordiniert könnte es beim Coradia Continental verlaufen, von dem allein in Deutschland 432 Tz in 26 Varianten bei 6 Betreibern in 16 verschiedenen Netzen im Einsatz sind. Gänzlich

Ohne eine starke Koordination wird der Sektor mit knappen Ressourcen an ineffizienten FoC-Projekten durch fehlende Baureihenpriorisierung und fehlende Betreiberkoordinierung je Baureihe kollabieren.

unkoordiniert wären 16 FoC-Projekte mit einer noch unbekanntem Anzahl Prototyp-Tz, aber weit höheren als 16, erforderlich, mit Koordination „nur“ noch 5 FoC-Tz und 12 Prototypen. [6] Nun liegt eine Anfrage eines Betreibers von 12 Tz vor. Dieser müsste isoliert betrachtet lediglich ein FoC- und ein Prototyp-Fahrzeug stellen. Soll das Rad für jeden weiteren Betreiber immer wieder neu erfunden werden?

Im Übrigen bleibt auch hier die Fahrzeugausrüstung auf ETCS beschränkt, damit Halter kommende Netzzugangsbedingungen möglichst kostengünstig erfüllen.

### 3.3. Unzureichende Förderung

Allzu oft wird die Förderung der Fahrzeugausrüstung rein unter dem Blickwinkel der Kostentragfähigkeit für klamme EVU und Aufgabenträger diskutiert. Tatsächlich geht es um wesentlich mehr: Eine angemessene Förderung ist zunächst der zentrale Schlüssel, damit sich der Großteil der Halter einer Fahrzeugfamilie an der Koordination beteiligt. Dieses sorgt nicht nur für eine möglichst einheitliche und somit effiziente Ausrüstung, sondern schafft auch Planungssicherheit für die flächendeckende Infrastrukturausrüstung. Wesentlich ist dabei auch, die der Serienausrüstung vorangehenden FoC- und Prototyp-Fahrzeuge zu einhundert Prozent zu fördern, denn diese sind nicht nur besonders aufwendig, sondern werden dem Betrieb oft für mehrere Jahre entzogen. Diese Vollfinanzierung ist nicht der Regelfall, weshalb diese im Rahmen der Evaluierung auch klar hervorgehoben wurde. [28] Ohne diesen Ansatz wird es nicht gelingen, dass wenige Fahrzeugbetreiber die Last der FoC-Umrüstung für alle anderen davon profitierenden Fahrzeugbetreiber derselben Baureihe tragen. Darüber hinaus ist die Förderung auch elementar, um eben mehr zu erreichen als bloßes „Irgendwie-ETCS“, wie der DKS zeigt.

### 3.4. Zahnloser Koordinator

Nur ein Koordinator, der das Vertrauen der Beteiligten genießt und gleichzeitig Fördermittel ausgibt, kann seine Aufgabe effektiv erfüllen, um die notwendige Verbindlichkeit und Lenkungswirkung zu entfalten. Er muss auch in der Lage sein, mit Sachverstand, neutral und glaubwürdig zu entscheiden: beispielsweise über Fördersatzte, die Priorisierung von Baureihen (auch im Hinblick auf die Infrastruktur), die

Festlegung von Umrüstzeiten und -orten, die Bereitstellung von FoC-Fahrzeugen, technische Anforderungen oder auch Abweichungen von Förderbedingungen. Nicht zuletzt hat er einen wirtschaftlichen und sparsamen Mitteleinsatz sicherzustellen, indem er für die einzelnen Nachrüstungsprojekte Rahmenverträge verhandelt. Daraus können Fahrzeughalter unter einheitlichen Bedingungen Einzelverträge zu vereinbarten Preisen abschließen, wie dies beispielsweise in Dänemark oder Norwegen bereits praktiziert wird.

Letztlich kann nur der Bund diese Aufgabe wahrnehmen, gleichwohl verschiedene Organisationsformen denkbar sind. Der Bund muss dabei ein Interesse an einer möglichst leistungsfähigen Infrastruktur haben, in der langwierige Aus- und Neubaumaßnahmen auf ein notwendiges Mindestmaß beschränkt bleiben.

Das Land Baden-Württemberg, wo gerade einmal drei Mitarbeiter des Ministeriums seit Jahren die Eisenbahn-Digitalisierung des Landes (einschließlich der Fahrzeugausrüstung) vorantreiben und koordinieren – beraten und unterstützen von verschiedenen Auftragnehmern mit zahlreichen Mitarbeitern – zeigt, dass es für eine übergreifende Koordination und Strategie auch keinen breiten Mitarbeiterstab braucht. Wichtig ist die Vorgabe einer klaren politischen Linie und Entscheidungswillen.

### 3.5. Trassenpreisdifferenzierung

Im „digitalen“ Eisenbahnsystem hängt die Fahrwegkapazität in viel größerem Maße als bislang von der Fahrzeugausrüstung ab. Ein Extrembeispiel aus dem DKS zeigt, wie der Kapazitätsverbrauch zweier mit ETCS ausgerüsteter und in Länge und Fahrdynamik ähnlicher Züge zukünftig aus rein „digitalen“ Gründen (wie Bremskurven) um den Faktor zwei auseinandergehen kann. [14, 29] Vorschläge, den Trassenpreis nach [30] für mit ETCS ausgerüstete Triebfahrzeuge abzusenken, liefern insofern dem Ziel von Kapazitätssteigerungen zuwider. Eine auch am „digitalen“ Kapazitätsverbrauch ausgerichtete Trassenpreisgestaltung würde hingegen erhebliche Lenkungswirkung entfalten. Ein EVU, das beispielsweise ein altes Fahrzeug für wenige Jahre noch mit einfachem ETCS nachrüsten ließe, könnte dabei höhere Entgelte eher hinnehmen, während ein Aufgabenträger langlebige Neufahrzeuge eher umfassend für die DSD ausrüsten ließe.

### 3.6. Glaubwürdigkeit und Nutzentransparenz für EVU

Von einer vernünftigen Umsetzung der DSD würden auch EVU und Aufgabenträger in vielfältiger Weise profitieren: So ebnen die Möglichkeiten, dichter und vorausschauender zu fahren, den Weg für zusätzliche und flexiblere Fahrlagen, aber auch einen pünktlicheren und energiesparenderen Betrieb. Es liegt daher nahe, an diesem Nutzen einen fairen Eigenanteil zu bemessen und bei der Seriennachrüstung nur in wenigen Fällen (wie historischen Fahrzeugen) eine sehr hohe Förderung in Erwägung zu ziehen.

Damit diese Bemessung gelingen kann, müssen die Perspektiven und Nutzen der

DSD insbesondere für EVU wesentlich klarer – und glaubwürdiger – werden. Immerhin sind einige erste Ansätze erkennbar: So wurden in einer Studie die über ETCS hinausgehenden Kapazitätswirkungen der DSD erstmals konkret beziffert. [15] Auf der mit ETCS ausgerüsteten Riedbahn sollen erstmals in Deutschland überhaupt Vorteile für EVU offenbar werden, indem beispielsweise Güterzüge durch Hochleistungsblock wesentlich besser im Nahverkehr mitschwimmen können. [31]

#### 4. Fazit

Die Nachrüstung von rund 13.000 Triebfahrzeugen sowie die sinnhafte Ausrüstung von Neufahrzeugen für die DSD steht erkennbar

am Scheideweg. Ohne eine starke Koordination der Fahrzeug- und Infrastrukturausrüstung durch den Bund – mit einer wirksamen und an Bedingungen geknüpften Förderung – droht eine weitreichende Fragmentierung und mehrfache Ausrüstung von Fahrzeugen, beispielsweise mit ETCS und FRMCS. Ohne eine starke Koordination wird der Sektor mit knappen Ressourcen an ineffizienten FoC-Projekten durch fehlende Baureihenpriorisierung und fehlende Betreiberkoordinierung je Baureihe kollabieren. Und ohne wirksame Förderbedingungen in Form technischer Anforderungen und ohne (auch) am „digitalen“ Kapazitätsverbrauch ausgerichtete Trassenpreise bleiben viele Systemwirkungen auf der Strecke. Das wäre viel Aufwand für nix. ●

7. EURAILPRESS-FORUM  
ALTERNATIVE ANTRIEBE im SPNV

25. Juni 2024 | Hamburg

Jetzt anmelden unter:  
[www.eurailpress.de/antriebe2024](http://www.eurailpress.de/antriebe2024)

JETZT ANMELDEN

Der neue Hybrid  
aus Bremsenergie wird Strom

In Kooperation mit:  
VDV Die Verkehrsunternehmen

Veranstalter: Eurailpress  
ETR RAB

Medienpartner: NaNa NaNa-Brief DER NAHVERKEHR

- [1] Bitzer, F.; Bateau, V.; Dietrich, F.; Lammerskitten, C.; Lück, B.; Schmalle, F.; Schläfke, S.; Vogel, T.; von Schaper, M.-L.; Wanstrath, S.: Der Digitale Knoten Stuttgart zwischen Licht und Schatten. Der Eisenbahningenieur 3/2024 (<https://bit.ly/3PBmrv6>).
- [2] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen mit Komponenten des Europäischen Zugsicherungssystems ERTMS (European Rail Traffic Management System) und des automatisierten Bahnbetriebs (ATO) im Rahmen der infrastrukturseitigen Einführung von ERTMS im „Digitalen Knoten Stuttgart“. Bundesanzeiger, BAnz AT 05.02.2021 B2 (<https://bit.ly/3hX5Cjx>), Abschnitt 1 (2).
- [3] Dietrich, F.; Meyer, M.; Neuhäuser, R.; Rohr, F.; Vogel, F.; Wenkel, W.: Fahrzeugnaehrüstung für den Digitalen Knoten Stuttgart. Der Eisenbahningenieur 9/2021 (<https://bit.ly/3tFQWUB>).
- [4] Dietrich, F.; Erdmann, J.; Jost, M.; Raichle, F.; Sane, N.; Vogel, T.; Wagner, P.: Nachrüstung von 333 Triebzügen für den Digitalen Knoten Stuttgart. ZEVrail 5/2022 (<https://bit.ly/3DHZl0S>).
- [5] Druckenbrod, C.; Glass, T.; Klust, M.: Neue Doppelstocktriebzüge für den Digitalen Knoten Stuttgart. Der Eisenbahningenieur 2/2023 (<https://bit.ly/3HD0M1c>).
- [6] Förster, J.; Kümmling, M.; Olesch, M.; Reinhard, P.; Vandoorne, K.; Vogel, T.: ETCS-Bremskurven im Spiegel der Praxis. Der Eisenbahningenieur 6/2023 (<https://bit.ly/3plqjHR>).
- [7] Chavalier, D.; Flöter, C.; Gonzalez-Isabel, J.; Kamp-schulte, B.; Raichle, F.; Fritzsche, R.; Sane, N.; Wagner, P.: FRMCS-Ausrüstung von 463 Triebzügen für den Digitalen Knoten Stuttgart. Signal+Draht 5/2023 (<https://bit.ly/3CSZetG>).
- [8] Siemens Mobility: Siemens Mobility liefert 28 Mireo-Regionalzüge für Baden-Württemberg. Presseinformation vom 10. August 2023 (<https://bit.ly/3ljBHe2>).
- [9] Cyrill, G.; Klemens, U.; Pantano, S.; Schneider, D.; Trupp, A.; Waldinger, M.: Nachrüstung von Nebenzugfahrzeugen für den Digitalen Knoten Stuttgart. Der Eisenbahningenieur 6/2023 (<https://bit.ly/3qURLLK>).
- [10] Eckhardt, M.; Glaß, T.; Vogel, T.: Erfahrungen mit der DSD in Baden-Württemberg. Der Eisenbahningenieur 6/2024.
- [11] Evaluierung der Förderrichtlinie des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr zur Förderung der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen mit Komponenten des europäischen Zugbeeinflussungssystems ERTMS (European Rail Traffic Management System) und des automatisierten Bahnbetriebs (ATO) im Rahmen der infrastrukturseitigen Einführung von ERTMS im „Digitalen Knoten Stuttgart“ (<https://bit.ly/457iC61>).
- [12] Dietrich, F.; Molterer, L.; Philippsen, F.; Reinhard, P.; Schunke-Mau, C.; Vogel, T.; Wester-Ebbinghaus, H.: Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung im Digitalen Knoten Stuttgart. Der Eisenbahningenieur 4/2023 (<https://bit.ly/3N24h5o>).
- [13] Reinhard, P.: Licht und Schatten: Erfahrungen aus dem DKS. Vortrag auf der 26. Eisenbahn-Sachverständigentagung, 23. Februar 2024 (<https://bit.ly/3UZ9kHx>).
- [14] Kümmling, M.; Wanstrath, S.: „Digitale“ Kapazitätssteigerungen: ein Sachstand. Eisenbahn Ingenieur Compendium 2024 (<https://bit.ly/4cHBOfi>).
- [15] Büker, Th.; Heller, S.; Hennig, E.; Reinhard, P.; Weymann, F.: Zum verkehrlichen Nutzen der Digitalen Schiene Deutschland. Der Eisenbahningenieur 2/2024 (<https://bit.ly/3SMoME9>).
- [16] McKinsey & Company: Machbarkeitsstudie zum Roll-out von ETCS/DSTW. Zusammenfassung der Ergebnisse. Dezember 2018 (<https://bit.ly/3r2qral>), S. 25 ff.

- [17] DB Netz: Veröffentlichung der ETCS-Migrationsstrategie bis 12/2028. 13. Juli 2023 (<https://bit.ly/4diPAW4>), zuletzt abgerufen am 21. April 2024.
- [18] DB Netz: ETCS Migrationsstrategie. Archivierte Fassung vom 26. September 2023 (<https://bit.ly/4b1XRwg>).
- [19] DB InfraGO: Fortschreibung ETCS-Ausrüstungsstrategie. Foliensatz vom 16. April 2024 (<https://bit.ly/3UmHVNF>).
- [20] Bundesnetzagentur: Nachträgliche Überprüfung von Nutzungsbedingungen (SNB). Aktenzeichen BK10-23-0466\_Z (<https://bit.ly/4aT4PTX>), zuletzt abgerufen am 21. April 2024.
- [21] TSI ZS 2016, Abschnitt 7.4.2.1 (2).
- [22] Exemplarisch: Wir müssen die Vorhaben priorisieren. (Interview mit EBA-Präsident Stefan Dernbach), ETR - Eisenbahntechnische Rundschau 1+2/2024.
- [23] Bundeshaushalt 2024: Verkehrsinvestitionen des Bundes – Anlage zum Einzelplan 12 - (<https://bit.ly/3UnEu9A>), S. 197.
- [24] ETCS-Fahrzeugausrüstung: Bündelung soll an zehn FoC-Typen erprobt werden. Rail Business 17/2024.
- [25] Ingenieurgesellschaft Machbarkeitsstudie ETCS S-Bahn Stuttgart: Untersuchung zur Einführung von ETCS im Kernnetz der S-Bahn Stuttgart. Ergebnisbericht vom 31. Januar 2019 (<https://bit.ly/2Yyav6h>). (Die 2017 begonnene Studie kann als Ausgangspunkt für die Konzeption der Fahrzeugausrüstung für den DKS gelten.)
- [26] Flöter, C.; Raichle, F.; Höhne, T.; Köstlbacher, J.; Sane, N.; Sauer, M.; Schlichting, J.; Wagner, P.: Innovationskooperation Fahrzeugausrüstung im Digitalen Knoten Stuttgart. Signal+Draht 9/2022 (<https://bit.ly/3dxD0Z6>).
- [27] Kümper, M.: Das Capacity & Traffic Management System für die Digitale Schiene. Der Eisenbahningenieur 10/2023 (<https://bit.ly/40BWDmT>).
- [28] PDF-Seite 113 in [11].
- [29] Vogel, T.; Reinhard, P.: Kleiner Aufwand: große Wirkung: Fahrzeugausrüstung im Digitalen Knoten Stuttgart. Vortrag auf dem 22. SIGNAL+DRAHT-Kongress (<https://bit.ly/3F9Smht>).
- [30] § 36 Abs. 5 EregG.
- [31] Fassing, J.; Helwig, M.; Müller, P.; Keil, T.; Rosenbohm, M.; Walf, F.; Welsch, P.: Generalisierung der Riedbahn: eine Zwischenbilanz. Der Eisenbahningenieur 7/2023 (<https://bit.ly/3Z5ws7u>).

### Summary

#### Quo vadis DSD vehicle equipment?

The retrofitting of around 13,000 traction units and the sensible equipping of new vehicles for Digital Rail Germany (DSD) is at a crossroads. If it is not possible to create a cleverly designed framework consisting of various elements, there is a foreseeable risk of not only comparatively inefficient vehicle equipment, but also counterproductive effects in the overall railway system. A critical contribution to the discussion based on a wide range of experiences.

Besuchen Sie uns  
in Halle 2.2 | 410

Ihr Ansprechpartner:  
**Tim Feindt**  
[tim.feindt@dvvmedia.com](mailto:tim.feindt@dvvmedia.com)  
+49 40 237 14 220

**Eurail  
press**

#### Unsere Messeausgaben:

- ETR 9/2024 deutschsprachig, Anzeigenschluss: 13.8.2024
- ETR international edition englischsprachig, Anzeigenschluss: 12.8.2024