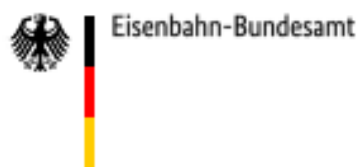


Modellvorhaben zur Förderung der Schienenfahrzeugausrüstung mit ERTMS und ATO im Projekt „Digitaler Knoten Stuttgart“

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“

Stand 30.12.2022

Unter Mitwirkung von:



...

Inhalt

1. Hintergrund und Ausgangslage.....	5
1.1 Anlass der Evaluierung	6
1.2 Rahmenbedingungen.....	6
1.3 Evaluierungsziele	7
2. Durchführung.....	8
2.1 Datengrundlage	8
2.2 Methodik	10
2.3 Mitwirkung der Beteiligten.....	10
3. Evaluierung und Erfolgskontrolle.....	13
3.1 Förderziele	13
3.1.1 Frühzeitige Identifikation und Lösung von Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können.....	13
3.1.2 Ermittlung der Potentiale und möglicher Kapazitätssteigerungen einer räumlich und zeitlich koordinierten Einführung von ERTMS parallel (fahrzeug- und infrastrukturseitig) im Hinblick auf eine netzbezirksbasierte Umsetzungsstrategie der DSD.....	13
3.1.3 Entwicklung TSI-konformer deutschlandweiter ERTMS-Standards bei Fahrzeugausstattung und Schnittstellen	14
3.1.4 Fahrzeughalterübergreifende Nutzbarmachung der im Zuge der First-of-Class- Umrüstung gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Serienumrüstung	14
3.2 Einschätzung zur Erreichbarkeit der Förderziele.....	15
3.2.1 Einschätzung aus Sicht der Fördernehmer.....	15
3.2.2 Einschätzung des EBA.....	17
3.2.3 Einschätzung aus Sicht weiterer Beteiligter	17
3.2.4 Einschätzung aus Sicht des BMDV	18
4. Wesentliche Aspekte der bisherigen Umsetzung des Modellvorhabens	19

4.1	Finanzielle Aspekte der Förderung	19
4.1.1	Ausgangslage	19
4.1.2	Bericht der Bewilligungsbehörde zum aktuellen Stand.....	21
4.1.3	Derzeitige Haushaltslage	23
4.2	Technische Aspekte der Fahrzeugausrüstung	25
4.2.1	Einschätzung aus Sicht der Fördernehmer.....	25
4.2.2	Einschätzung des EBA.....	27
4.2.3	Einschätzung aus Sicht weiterer Beteiligter (SFBW/VM BW, Alstom und Deutsche Bahn).....	28
4.2.4	Einschätzung aus Sicht des BMDV	28
4.3	Zeitliche Aspekte	28
4.3.1	Einschätzung aus Sicht der Fördernehmer.....	29
4.3.2	Einschätzung des EBA.....	38
4.3.3	Einschätzung aus Sicht weiterer Beteiligter (SFBW/VM BW, Alstom und Deutsche Bahn).....	38
4.3.4	Einschätzung aus Sicht des BMDV	38
5.	Ergebnisse der Evaluierung	39
6.	Empfehlungen aus Sicht aller Beteiligten.....	46
6.1	Notwendigkeiten einer zentralen Koordinierung:	46
6.2	Dringlichkeit der Umrüstung des Schienengüterverkehrs – im Digitalen Knoten Stuttgart und bundesweit.....	49
6.3	Zwingend notwendige Anpassungen der DKS-Förderrichtlinie auf Basis der Ergebnisse der Evaluierung	51
6.4	Ausweitung des Geltungsbereiches der DKS-Förderrichtlinie auf das gesamte Bundesgebiet.....	64
6.5	Förderung von DSD-Fahrzeugausrüstung für Neufahrzeuge aus Sicht SFBW/VM BW, Alstom und Deutsche Bahn	67
7.	Schlussfolgerungen und Bewertung aus Sicht des BMDV.....	71

1. Hintergrund und Ausgangslage

Das Modellvorhaben zur Förderung der Schienenfahrzeugausrüstung mit ERTMS (European Rail Traffic Management System) und ATO (Automatic Train Operation) im Projekt „Digitaler Knoten Stuttgart“ (DKS) ist Bestandteil des Gesamtkonzeptes „Digitale Schiene Deutschlands“ (DSD). Im Modellvorhaben ist die Förderung der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen mit Komponenten des europäischen Zugbeeinflussungssystems ERTMS und des automatisierten Bahnbetriebs (ATO) durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) im Rahmen der infrastrukturseitigen Einführung von ERTMS im DKS vorgesehen. Im DKS sollen pilothaft Schienenfahrzeuge und Infrastruktur in einer eng aufeinander abgestimmten Weise für die DSD ausgerüstet werden. Unter DSD-Fahrzeugausrüstung wird im Folgenden neben der ERTMS-Ausrüstung auch eine Ausrüstung mit FRMCS (Future Railway Mobile Communication System), ATO GoA 2 (Automatic Train Operation, Grade of Automation), TCR (Train Capability Report) und TIMS (Train Integrity Monitoring System) verstanden. Durch die simultane ERTMS-Ausrüstung von Schienenfahrzeugen und Schieneninfrastruktur soll der DKS realisiert werden. ERTMS wird zur Umsetzung der Verordnung (EU) Nr. 1315/2013 des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes und zur Aufhebung des Beschlusses Nr. 661/2010/EU zukünftig grundlegende Voraussetzung für die Nutzung der Infrastruktur in Deutschland sein. Der DKS ist Bestandteil des DSD-Starterpakets, mit dem auch die EU-Anforderungen umgesetzt werden.

Zur Umsetzung des DSD-Gesamtkonzeptes ist ein netzbezirksbezogener Flächenrollout vorgesehen. Im Zuge dessen ist eine parallele Ausrüstung der Schienenfahrzeuge mit ERTMS erforderlich, um eine Doppelausrüstung der Schieneninfrastruktur und einen unwirtschaftlichen Doppelbetrieb der infrastrukturseitigen Leit- und Sicherungstechnik (LST) zu vermeiden. Das Modellvorhaben dient dazu, in technischer, organisatorischer und finanzieller Hinsicht wichtige Erkenntnisse im Hinblick auf eine zielgerichtete Vorgehensweise bei der ERTMS-Ausrüstung in Deutschland zu liefern. Die Zuständigkeit für das Modellvorhaben liegt beim Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV).

Der gleichzeitige infrastruktur- und fahrzeugseitig abgestimmte Umstieg auf ERTMS ist für Deutschland Neuland, so dass diesbezüglich bislang keine Erfahrungen vorliegen. Das Mo-

dellvorhaben hat eine Laufzeit von fünf Jahren. Währenddessen ist im Rahmen einer Evaluierung die Zielerreichung hinsichtlich vertiefter Erkenntnisse laufend zu beobachten und die angestrebte Standardisierung weiter voranzutreiben.

1.1 Anlass der Evaluierung

Im Zuge der Entsperrung der Haushaltsmittel für das DSD-Starterpaket vor Einstieg in den ¹ETCS/²DSTW-Flächenrollout erfolgt befristet bis zum Jahr 2025 modellhaft eine Förderung des Bundes zur Ausrüstung von Schienenfahrzeugen mit ERTMS, um Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können, identifizieren und lösen zu können. Zudem sollen Potentiale und mögliche Kapazitätssteigerungen einer räumlich und zeitlich koordinierten fahrzeug- und infrastrukturseitigen Einführung von ERTMS im Hinblick auf eine Netzbezirk-basierte Umsetzungsstrategie für die Digitale Schiene Deutschland ermittelt und TSI-konforme deutschlandweite ERTMS-Standards bei Fahrzeugausstattung und Schnittstellen erstellt werden. Das Modellvorhaben zielt somit auf die Gewinnung und Nutzbarmachung wichtiger Erfahrungen und Erkenntnisse sowie die Vorbereitung bundesweiter Standardisierungen für eine infrastruktur- und fahrzeugseitig koordinierte ERTMS-/ATO-Ausrüstung, die für die Umsetzung des Gesamtkonzepts „Digitale Schiene Deutschlands“ benötigt werden.

1.2 Rahmenbedingungen

Nach Entsperrung der Haushaltsmittel für das DSD-Starterpaket im Bundeshaushalt 2020 wurde die Richtlinie des BMDV zur Förderung der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen mit Komponenten des europäischen Zugbeeinflussungssystems (ERTMS) und des automatisierten Bahnbetriebs (ATO) im Rahmen der infrastrukturseitigen Einführung von ERTMS im DKS erarbeitet, insbesondere hinsichtlich der technischen Anforderungen im DKS mit EBA, DB Netz AG und Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM BW) abgestimmt. Nach der Anhörung des BRH gem. § 103 BHO sowie Kenntnisnahme des BMF wurde sie bei der EU-Kommission entsprechend den EU-Beihilferegularien notifiziert und anschließend im Bundesanzeiger bekanntgemacht. Auf dieser Grundlage begann das Modellvorhaben am

¹ European Train Control System

² Digitales Stellwerk

01.01.2021. Das Modellvorhaben endet mit Ablauf des 31.12.2025. Anträge auf Förderung im Rahmen dieses Modellvorhabens müssen bis zu diesem Zeitpunkt abschließend genehmigt sein.

Die Förderrichtlinie ist verbunden mit der Maßgabe, das Modellvorhaben bis Ende 2022 erstmals zu evaluieren. Zur Erfüllung dieser Maßgabe wurde unter Ziff. 6.2 eine entsprechende Regelung in die Richtlinie des BMDV zur Förderung der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen mit Komponenten des europäischen Zugbeeinflussungssystems ERTMS und von ATO im Rahmen der infrastrukturseitigen Einführung von ERTMS im DKS aufgenommen.

Die Evaluierung soll zum Stichtag 31.03.2022 erfolgen. In die Evaluierung sind die Erkenntnisse und Ergebnisse bis zum 30.09.2022 eingeflossen. Sie findet also zu einem – gemessen an der Laufzeit und dem Projektfortschritt – frühen Zeitpunkt statt. Darauf ist sowohl bei der Konzeption und Ausgestaltung der Evaluierung als auch bei der Interpretation der dabei gefundenen Ergebnisse Rücksicht zu nehmen.

1.3 Evaluierungsziele

Die Ziele der Evaluierung sind aus den Zielen der Förderrichtlinie zum Modellvorhaben abzuleiten. In Ziff. 1.2 der Richtlinie sind folgende Ziele aufgeführt:

- Frühzeitige Identifikation und Lösung von Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können.
- Ermittlung der Potentiale und möglicher Kapazitätssteigerungen einer räumlich und zeitlich koordinierten Einführung von ERTMS parallel (fahrzeug- und infrastrukturseitig) im Hinblick auf eine Netzbezirk-basierte Umsetzungsstrategie der DSD.
- Entwicklung TSI-konformer deutschlandweiter ERTMS-Standards bei Fahrzeugausstattung und Schnittstellen.
- Fahrzeughalterübergreifende Nutzbarmachung der im Zuge der First-of-Class-Umrüstung gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Serienumrüstung.

Das Modellvorhaben zielt somit auf die Gewinnung und Nutzbarmachung wichtiger Erfahrungen und Erkenntnisse sowie die Vorbereitung bundesweiter Standardisierungen für eine infrastruktur- und fahrzeugseitig koordinierte ERTMS-/ATO-Ausrüstung, die für die Umsetzung des DSD-Gesamtkonzepts benötigt werden. Die Zielerreichung wird im Zuge der Evaluierung des Modellvorhabens dokumentiert.

2. Durchführung

Im Folgenden wird die Vorgehensweise der Evaluierung beschrieben. Dabei wird auf die zur Verfügung stehende Datengrundlage, die methodischen Ansätze und die Rolle der beteiligten Stellen eingegangen.

2.1 Datengrundlage

Eine wesentliche Datenquelle liefert das Antrags- und Bewilligungsverfahren. Dieses wird beim Referat 44 im Eisenbahn-Bundesamt (EBA) durchgeführt. Im Verfahren fallen Daten zu den Förderanträgen, den auszurüstenden Fahrzeugen, den Kosten und den Bewilligungen an. Darüber hinaus wird zur Evaluierung auf die in den regelmäßigen Gesprächen sowie die im Rahmen dieser Evaluierung vorgelegten Datenquellen zurückgegriffen:

- Kapitel 1 – bleibt frei
- Kapitel 2 – bleibt frei
- Kapitel 3 – Evaluierung First-of-Class-Definition (Version 1.4)
- Kapitel 4a – Evaluierung Projekt-Terminplan (Version 1.2)
- Kapitel 4b – Evaluierung Vergabe (Version 1.1)
- Kapitel 5 – Evaluierung Preise (Version 2.1 VERTRAULICH)
- Kapitel 6 – Technische Anforderungen (Version 1.1)
- Kapitel 7 – Fahrwegkapazität, Wechselwirkungen, Notwendigkeit Förderung - V1.1
- Kapitel 8 – Richtlinie Modellvorhaben Fahrzeugförderung DKS mit Änderungswünschen DKS (Version 1.1)
- Anlage 1 – Preisblätter und Gesamtübersicht (VERTRAULICH)

- Anlage 2 – Zeitplan SBS-ETCS- und ATO-Ausrüstung
- Anlage 3 – VDB-Studie: Aus- und Umrüstung von Schienenfahrzeugen mit ETCS-Bordgeräten (Mai 2021)
- Anlage 4 – Präsentation Schnittstellen VM_SFBW
- Anlage 5 – Zeitstrahl Vergabeprozess
- Anlage 6 – Nutzung von technischen Daten (z. B. Lasten- und Pflichtenhefte)
- Anlage 7 – Koordinationsmodell zentraler Koordinator DSD-Fahrzeugausrüstungen

Hinweis zur Notation: Da diesem Dokument eine ausführliche Vorarbeit der Fördernehmer in Kapiteln zugrunde liegt, sind im Folgenden unter *Kapitel* bzw. *Anlagen* immer die oben genannten Dokumente zu verstehen, also Kapitel 1 – 8 und Anlage 1 – 6. Für Verweise innerhalb dieses Dokuments wird der Begriff Ziffer und *Abschnitt* genutzt, z. B. *Abschnitt 2.1 Datengrundlage*.

Des Weiteren wurden folgende Quellen herangezogen:

- Nutzung von Erfahrungen und Daten bisher umgesetzter Projekte (im DKS, in Deutschland sowie anderen europäischen Ländern).
- Zusammenfassung der Machbarkeitsstudie zum Rollout von ETCS/DSTW von McKinsey (2018)
- Datenquellen rund um die Umsetzung der DSD-Fahrzeugausrüstung
- Nutzung sämtlicher Förderantragsunterlagen inkl. der Erläuterungsberichte
- Nutzung von Daten/Präsentationen/Informationen seitens des Fahrzeugausrüsters
- Analyse von in Deutschland betriebenen Baureihen zur Entwicklung eines Ansatzes für First-of-Class-Ausrüstungen (FoC), der eine deutliche Reduzierung der Anzahl notwendiger FoCs bei einem bundesweitem DSD-Rollout ermöglicht
- Analyse derzeitiger Ausschreibungsmodelle der DKS-Nachrüstungsprojekte zur Ermittlung von Optimierungspotential bei einem bundesweiten DSD-Rollout in Hinblick auf die Reduzierung der Anzahl von Vergabeverfahren
- Analyse von Terminplänen von Umrüstungsprojekten im DKS zur Verkürzung der Durchlaufzeit von FoC-Projekten in einem „quasi-industriellen“ Ansatz und Herleitung der entsprechenden Randbedingungen

2.2 Methodik

Neben quantitativen Analysen auf Basis der verfügbaren Datengrundlage stützt sich die Evaluierung auf die Erfahrungen und Experteneinschätzung der Beteiligten. Angesichts des frühen Stadiums des Modellvorhabens liegt hier ein Schwerpunkt der Evaluierung. Maßgeblich für die Evaluierung sind die in der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zum Modellvorhaben genannten Kriterien und Verfahren der Erfolgskontrolle. Die Erfolgskontrolle orientiert sich an den Zielen des Modellvorhabens. Zu den wesentlichen Erfolgskriterien gehören demnach:

1. die Herstellung der Interoperabilität für den DKS.
2. die Identifikation/Lösung von Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können
3. valide Aussagen zu Kapazitätssteigerungen einer räumlich und zeitlich koordinierten Einführung von ERTMS parallel (fahrzeug- und infrastrukturseitig) im Hinblick auf eine Netzbezirk-basierte DSD-Umsetzungsstrategie
4. für den Bund verwertbare Erfahrungen und Nutzungsrechte an den Dokumentationsunterlagen der geförderten First-of-Class-Ausrüstungen.
5. im Rahmen von DSD umsetzbare Erkenntnisse für die weitere Serienausrüstung sowie TSI-konforme deutschlandweite ERTMS-Standards bei Fahrzeugausstattung und Schnittstellen sowie
6. Entwicklung TSI-konformer deutschlandweiter ERTMS-Standards bei Fahrzeugausstattung und Schnittstellen.

Die Beteiligten EBA, DB Netz AG und Fördernehmer – mit Stand 30.11.2022 liegen Zuwendungsanträge von DB Regio, der Landesanstalt Schienenfahrzeuge Baden-Württemberg (SFBW) sowie der DB Netz AG vor – wirken unter Federführung des BMDV und nach Maßgabe der Förderrichtlinie bzw. ggf. weiterer vom EBA zu erlassender Verfahrensregelungen an der Erfolgskontrolle mit.

2.3 Mitwirkung der Beteiligten

Die Realisierung des DKS wird begleitet durch eine regelmäßige Gesprächsrunde zum gegenseitigen Austausch, in der DB Netz AG inkl. DSD, DB Regio, SFBW/VM BW, die sei-

tens DB Regio und SFBW/VM BW mit der DSD-Fahrzeugumrüstung beauftragte Firma Alstom, der Deutschen Bahn AG, das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM BW), EBA und BMDV vertreten sind.

Die Beteiligten wurden mit Schreiben des BMDV vom 27.04.2022 zur Vorlage von Beiträgen für die Evaluierung aufgefordert. Die Durchführung der Evaluierung wurde den Beteiligten am 02.05.2022 im Rahmen einer Präsentation mit Erläuterung der einzelnen Schritte und Beantwortung offener Fragen vorgestellt.

Weitere relevante Beiträge können aus diesem Kreis eingebracht werden.

Bewertung durch die Bewilligungsbehörde:

Das EBA trägt in mehrfacher Hinsicht zu Evaluierung bei. Es berichtet zunächst in seiner Rolle als Bewilligungsbehörde. Weitere wesentliche Beiträge betreffen sodann die technischen Aspekte der ERTMS/ATO-Ausrüstung, Fragen der Genehmigungs- und Zulassungsprozesse sowie die Ausgestaltung der Dokumentation des Umrüstprozesses nach Ziff. 4.2 a) und b) der Förderrichtlinie.

Bewertung durch die Antragsteller/Fördernehmer:

Mit Stichtag 30.11.2022 haben DB Regio, die SFBW sowie die DB Netz AG (für die Instandhaltungsfahrzeuge) Zuwendungen im Rahmen des Modellvorhabens DKS beantragt. Die Zuwendungsempfänger sind nach Ziff. 6.2 der Förderrichtlinie verpflichtet, den Zuwendungsgeber bzw. einen von ihm Beauftragten bei der Evaluierung des Modellvorhabens mit den erforderlichen schriftlichen und mündlichen Auskünften zu unterstützen.

3. Evaluierung und Erfolgskontrolle

3.1 Förderziele

3.1.1 Frühzeitige Identifikation und Lösung von Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können

Die Zugbeeinflussung über ERTMS setzt die digitale Kommunikation zwischen Infrastruktur und Schienenfahrzeug voraus, so dass beide Teilsysteme koordiniert ausgerüstet werden müssen. Ziel des Modellvorhabens ist, mit der anteiligen Förderung einer Ausrüstung der Schienenfahrzeuge mit ERTMS im Zusammenhang mit der korrespondierenden Fahrwegausrüstung Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können, frühzeitig zu identifizieren und lösen zu können. Dadurch sollen der aufwendige Parallelbetrieb mehrerer Systeme zur Zugbeeinflussung fahrzeug- und streckenseitig auf ein Minimum beschränkt bzw. vermieden und damit Infrastrukturkosten gesenkt werden.

3.1.2 Ermittlung der Potentiale und möglicher Kapazitätssteigerungen einer räumlich und zeitlich koordinierten Einführung von ERTMS parallel (fahrzeug- und infrastrukturseitig) im Hinblick auf eine netzbezirksbasierte Umsetzungsstrategie der DSD

Die Effizienz der vorhandenen Infrastruktur – z. B. im Hinblick auf eine höhere Zuverlässigkeit oder eine engere Zugfolge – lässt sich mit Hilfe des automatisierten Bahnbetriebs (ATO) weiter steigern. Das Fahren mit ATO dient dazu, den zukünftigen Anstieg der Fahrgastzahlen im klimafreundlichen Schienenpersonennahverkehr bedienen zu können. Die ATO-Schienenfahrzeugausrüstung schafft ferner die Voraussetzung für die spätere Einführung eines bundesweiten Capacity & Traffic Management Systems (CTMS). Daher soll im Rahmen des Modellvorhabens auch die ATO-Ausrüstung der Schienenfahrzeuge gefördert werden, sofern diese zusammen mit einer im Modellvorhaben geförderten ERTMS-Ausrüstung durchgeführt und die Infrastruktur für ATO ausgerüstet wird. Dies ist im DKS durchgehend der Fall und mittlerweile auch für den bundesweiten DSD-Rollout als gesetzt zu betrachten (vgl. 1. Stufe

DSD „Plus“). Dabei muss die Ausprägung „ATO over ETCS“ eingehalten und die ATO konform zu den EU-Vorgaben ausgeführt werden.

Für dieses Ziel wird neben der Status-quo-Betrachtung am Knoten Stuttgart die Kapazitätssteigerung für den Digitalen Knoten Stuttgart dargestellt. Darüber hinaus können Erkenntnisse für eine mögliche Kapazitätssteigerung bezogen auf das bundesweite Eisenbahnnetz gewonnen werden.

3.1.3 Entwicklung TSI-konformer deutschlandweiter ERTMS-Standards bei Fahrzeugausstattung und Schnittstellen

Eine erfolgreiche DSD-Umsetzung setzt einheitliche ERTMS-Standards für Fahrzeuge und Infrastruktur voraus. Die Anforderungen an die förderfähige DSD-Fahrzeugausstattung sind in Anhang II der Förderrichtlinie zum Modellvorhaben definiert. Die damit im Rahmen des Modellvorhabens gesammelten praktischen Erfahrungen dienen dazu, die notwendige Standardisierung voranzutreiben und die Grundlagen für die bundesweite DSD-Fahrzeugausrüstung im Zuge des DSD-Rollouts zu schaffen.

3.1.4 Fahrzeughalterübergreifende Nutzbarmachung der im Zuge der First-of-Class-Umrüstung gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Serienumrüstung

Die Nutzbarmachung der im Zuge der First-of-Class-Umrüstung gewonnenen Erkenntnisse soll über die Dokumentation des Umrüstprozesses erfolgen. Gem. Ziff. 4.2 der Förderrichtlinie zum Modellvorhaben setzt deshalb eine Förderung voraus, dass

- a) dem Zuwendungsgeber nach einer FoC-Ausrüstung jeweils eine vollständige Dokumentation des FoC-Prozesses zur Verfügung gestellt wird, einschließlich einer funktionalen Leistungsbeschreibung der wesentlichen Herausforderungen des Fahrzeugumbaus für die Integration des geförderten Systems, deren Bewältigung sowie der Schnittstellen zwischen der Fahrzeugausrüstung (On Board Unit, OBU) und den Fahrzeugen;
- b) dem Zuwendungsgeber an der Dokumentation nach Nr. 4 (2) a) von dem Berechtigten ein nicht-ausschließliches, räumlich auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland beschränktes, zeitlich unbeschränktes, frei übertragbares und unterlizenzierbares Nutzungsrecht zu dem Zweck weiterer Fahrzeugausrüstungen auf Basis etwaiger Folge-Richtli-

nien eingeräumt wird, so dass der Zuwendungsgeber die Dokumentation Dritten zur Nutzung zur Verfügung stellen darf, damit diese auf deren Grundlage vergleichbare Umbaukonzepte entwickeln und Umbauten vornehmen können.

3.2 Einschätzung zur Erreichbarkeit der Förderziele

3.2.1 Einschätzung aus Sicht der Fördernehmer

Nutzbarmachung der im Zuge der First-of-Class-Umrüstung gewonnenen Erkenntnisse

Die Evaluierung der DSD-Fahrzeugausrüstungsprojekte im DKS zeigte, dass die im Zuge der First-of-Class-Ausrüstung gewonnenen Zulassungen nur begrenzt auf andere Fahrzeuge übertragen werden können. Generell können konzeptionelle Erkenntnisse auch auf andere Fahrzeuge übertragen werden, eine direkte Übertragbarkeit der Zulassung ist nur möglich, wenn ein Fahrzeug der gleichen Baureihe mit identischer Zulassung eines anderen Eigentümers/Halters mit der exakt gleichen DSD-Fahrzeugausrüstung ausgestattet wird und ein zur Zulassung DSD-konformer Bauzustand erreicht wird. Auch eine Änderung des Normenstandes könnte zu einem Neuzulassungsprozess führen, was jedoch in der Natur der Sache liegt. Notwendig wäre eine bundesweite Bündelung aller Fahrzeuge einer Baureihe mit allen Varianten und die Beantragung der Zulassung für alle bundesweit verfügbaren Varianten und Fahrzeuge in einem einzigen FoC-Projekt. Hierbei sollte eine Normenfestschreibung für diese Baureihe erzielt werden, die die DSD-Fahrzeugnachsrüstung aller Serienfahrzeuge innerhalb eines engen Förderzeitraumes ermöglicht.

Ein solcher Lösungsvorschlag wird in Ziffer 4.3.1 („Ein optimiertes First-of-Class-Konzept für die Digitale Schiene Deutschland (DSD)“) detailliert beschrieben.

Nutzen für Fahrwegkapazität, Infrastruktur und Gesamtsystem

Eine Reihe der im Rahmen der Umsetzung des DKS gewonnenen Erkenntnisse zeigen, wie in einer räumlich und zeitlich koordinierten, klug gestalteten DSD-Ausrüstung von Fahrzeugen und Infrastruktur wesentliche Kapazitätssteigerungen erreicht werden könnten – weit über das bisherige, im Wesentlichen auf Blockteilung begrenzte Verständnis hinaus. Die Erfahrungen zeigen jedoch auch, wie die bloße, nicht optimierte Ausrüstung von Fahrzeugen mit ETCS vielfach nicht zu kürzeren, sondern *längeren* Zugfolgezeiten führen könnte.

Weit über die Wirkungen auf die Fahrwegkapazität hinaus, eröffnet eine eng aufeinander abgestimmte Fahrzeug- und Infrastrukturausrüstung eine Vielzahl von Möglichkeiten, die Infrastruktur einfacher, kostengünstiger und robuster zu gestalten. Bereits durch den weitestmöglichen Verzicht auf eine Doppelausrüstung (Ks-Signale/PZB mit ETCS) kann im Kern des DKS ein mittlerer zweistelliger Millionenbetrag in der Infrastruktur eingespart werden, der allein im DKS (mit Umsetzung des Bausteins 3) etliche hundert Millionen Euro erreichen wird.

Preiserklärung und zukünftige Preisentwicklung für einen bundesweiten DSD-Rollout

Für die im DKS mit DSD-Fahrzeugausrüstung ausgestatteten Triebzüge fallen höhere Kosten an als anfangs vom Zuwendungsgeber angenommen. Eine detaillierte Kostenaufschlüsselung der Vergabeergebnisse kann dem Kapitel 5 („Evaluierung Preise“) sowie den Preisblättern im dazugehörigen Anhang 1 entnommen werden. Die höheren Kosten können wie folgt begründet werden:

- Die Anpassung der Fahrzeugleittechnik ist abhängig vom Fahrzeughersteller (OEM), weshalb eine natürliche Monopolstellung gegeben ist. Dies führt zur Empfehlung, dass die in der Ziffer 4.3.1 („Optimiertes First-of-Class-Konzept“) beschriebenen Ausrüstungscluster mit notwendiger TCMS-Anpassung sinnvollerweise bei fehlenden standardisierten Schnittstellen unter der Führung des OEM erbracht werden sollte.
 - Der zentralen Koordinierung fällt dabei die Aufgabe zu, im Wettbewerb entstandene Preise sicherzustellen. Als Beispiel kann die Beschaffung von Digitalen Stellwerken herangezogen werden.
- Generische Engineeringkosten für die DSD-Fahrzeugausrüstung fallen nur einmalig im Erstprojekt je Hersteller und Spezifikation an. Bei Lastenheftstabilität, die durch klare Fördervoraussetzungen erzielt werden kann, entfallen diese Kosten.
- Ein Zwei-Stufen-Konzept erhöht die Kosten. Dieses musste jedoch einerseits vorge-nommen werden, damit die Triebzüge rechtzeitig zur Inbetriebnahme von Stuttgart 21 im Jahr 2025 mit ETCS ausgerüstet sind und andererseits, damit die Industrie einige in die weitere Zukunft gerichtete Fördervoraussetzungen überhaupt erfüllen konnte. Dazu zählt beispielsweise FRMCS das im Hinblick auf grundlegende Auswirkungen auf die Architektur der Fahrzeugausrüstung und genutzte Frequenzen klar umrissen, jedoch noch nicht vollumfänglich spezifiziert ist. Der Chance, angesichts der bereits

für ETCS notwendigen tiefgreifenden Eingriffe in die Fahrzeuge, mit geringem Mehraufwand diese wesentlichen Techniken für den zukünftigen Bahnbetrieb bereits zu integrieren und sukzessive in Betrieb zu nehmen, stehen Risiken und Unsicherheiten der frühen Anwendung entgegen. Es wird davon ausgegangen, dass die Chancen die Risiken im weiteren Zeitverlauf immer weiter überwiegen werden. Bei stabilen technischen Randbedingungen, wenn die TSI ZZS 2022 fertig vorliegt, ist ab dem Jahr 2023 ein stufenloses Konzept umsetzbar.

- Finanzierungskosten, Inflationskosten und Risikokalkulation sind abhängig von der Vertragsgestaltung und Fördergeldauszahlungszeitpunkte. Kosten können reduziert werden durch Fördergeldauszahlung entsprechend Kostenauflauf, Preisgleitformeln und Risikoteilung. Allerdings gibt es hier gegenläufige Interessen. Eine Vorfinanzierung wird im gewissen Rahmen immer durch den Ausrüster erforderlich sein, da erst nach einer erfolgreichen Abnahme der Fahrzeuge die vollständigen Kosten beglichen werden können.
- Die FoC-Koordinierung und Komplexitätsdifferenzierung können den Aufwand in einem DSD-Rollout signifikant verringern.
- Bei Neufahrzeugbeschaffung fallen signifikant niedrigere First-of-Class-Kosten an. Aus diesem Grund ist eine verpflichtende DSD-Fahrzeugausrüstung ab sofort dringend zu empfehlen.

3.2.2 Einschätzung des EBA

Für belastbare Aussagen ist es laut dem EBA noch etwas früh. Es liegen aber keine Erkenntnisse vor, wonach die Förderziele nicht erreicht werden können.

3.2.3 Einschätzung aus Sicht weiterer Beteiligter

Die in 3.1.1 und 3.2.1 abgegebene Einschätzung wurde mit Alstom, der DSD, dem Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg und verschiedenen Fachbereichen der Deutschen Bahn erarbeitet und wird von diesen mitgetragen.

3.2.4 Einschätzung aus Sicht des BMDV

Im Zuge des Modellvorhabens ist bereits die hohe Bedeutung einer koordinierten Ausrüstung der Teilsysteme Strecke und Fahrzeug deutlich geworden. U. a. manifestiert sich dies auch in den zu Tage getretenen zeitlichen Abhängigkeiten bei einzelnen Themen – z. B. zu CTMS in der 1. APV zu den DSD-Beschleunigungsmaßnahmen.

Im gesamten DKS wird ETCS mit ATO umgesetzt, so dass im Hinblick darauf erwartet werden darf, dass die damit verbundenen Effekte im Rahmen des Modellvorhabens untersucht werden können.

Im Hinblick auf die Entwicklung deutschlandweiter Standards wird durch eine Vernetzung insbesondere im Rahmen der Arbeitsgruppe des DSD-Teilprojekts 4 der erforderliche Erfahrungsaustausch eingeleitet und vorbereitet. Gleiches gilt in Bezug auf die Anforderungen an die Dokumentation des Umrüstprozesses.

Im derzeitigen Stadium des Modellvorhabens kann nur eine vorläufige Einschätzung zur Zielerreichung abgegeben werden. Als in jedem Fall förderlich ist das überaus hohe Engagement der Fördernehmer sowie der weiteren Beteiligten einzuschätzen, das sich auch in den Beiträgen im Rahmen dieses Evaluierungsberichtes zeigt.

4. Wesentliche Aspekte der bisherigen Umsetzung des Modellvorhabens

4.1 Finanzielle Aspekte der Förderung

4.1.1 Ausgangslage

In Ziff. 2.4 der Förderrichtlinie wird von einem Fördervolumen von höchstens 200 Mio. € über die Laufzeit des Modellvorhabens ausgegangen. In der folgenden Tabelle, die der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zum Modellvorhaben entnommen ist, werden das prognostizierte Mengengerüst der umzurüstenden Fahrzeuge, die Kosten der Fahrzeugausrüstung und die auf Basis der Förderrichtlinie resultierenden Zuwendungsbeträge abgeleitet.

³Anzahl Fahrzeuge, Onboard-Unit-Kosten, Bundesmittelanteile:

Anzahl	EVU:	DB Regio	SFBW	Masch- pool	DB Fv	SNCF	Summe
FoC		3	8	13	1	1	26
Serie		154	230	8	15	29	436
Summe		157	238	21	16	30	462

OBU-Kostensätze [Mio €]

FoC	5,2	5,2	5,25	10,3	10,3
Serie	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4

Kosten [Mio €]

FoC	16	42	68	10	10	146
Serie	46	69	2	6	12	135
Summe	62	111	71	16	22	281

Förderanteil

FoC	90%	90%	90%	90%	90%
Serie	50%	50%	50%	50%	50%

Bundesmittelanteil [Mio €]

FoC	14	37	61	9	9	131
Serie	23	35	1	3	6	68
Summe	37	72	63	12	15	199

Rundungsdifferenzen sind nicht auszuschließen.

Die in der Tabelle genannten Fahrzeugzahlen entstammen einer von der DB Netz AG Anfang des Jahres 2020 durchgeführten Auswertung von Vertriebsinformationen sowie direkten Befragungen der aktuell im Knoten Stuttgart operierenden Eisenbahnverkehrsunternehmen und Fahrzeughalter. Die aufgeführten Kostensätze entstammen einer vom DB-Einkauf 2019 durchgeführten Markterhebung für die Beschaffungskosten von ETCS-OBUs. Diese Kosten fallen auch für Fahrzeuge an, die mit einem früheren Stand von ERTMS als Baseline 3 ausgerüstet wurden. Im Weiteren wird auf die angepasste Tabelle im Abschnitt 5 verwiesen.

4.1.2 Bericht der Bewilligungsbehörde zum aktuellen Stand

Antragstellung und Antragsprüfung

Im Rahmen der vorliegenden Richtlinie hat die DB Regio AG (S-Bahn Stuttgart) für drei Baureihen und die SFBW für acht Baureihen Anträge auf Förderung gestellt. Das beantragte Fördervolumen für die insgesamt 463 Fahrzeuge (11 FoC- und 452 Serienfahrzeuge) beträgt ca. 340 Mio. €, bei Kosten von ca. 470 Mio. €. Für diese Anträge ist jeweils die Zustimmung zum zuwendungsunschädlichen vorzeitigen Baubeginn erteilt worden.

Zudem hat die DB Netz AG mittlerweile für zwei Baureihen (Instandhaltungsfahrzeuge) Anträge gestellt und die Zustimmung zum zuwendungsunschädlichen vorzeitigen Baubeginn erhalten.

Angekündigt sind weitere Anträge, sodass derzeit für insgesamt 21 Instandhaltungsfahrzeuge über ein zur Förderung anstehendes Volumen von ca. 280 Mio. € gesprochen wird.

Im Rahmen der verfügbaren HH-Mittel für das Jahr 2021 sowie der Verpflichtungsermächtigungen bis zum Jahr 2025 standen für eine Förderung der im Jahr 2021 beantragten Maßnahmen in Summe rund 113 Mio. € zur Verfügung. Dieser Rahmen wurde von der Bewilligungsbehörde nahezu vollständig ausgeschöpft. Das beantragte Fördermittelvolumen konnte nicht gedeckt werden.

Eine inhaltliche Prüfung der Anträge – insbesondere in Bezug auf die Plausibilität der jeweils zur Förderung beantragten Kosten – erwies sich als schwierig, da vonseiten der Antragsteller die Kosten mit Abgabe der Förderanträge im Sommer 2021 nicht weiter als auf Grundlage der lediglich grob gegliederten Ausschreibungsunterlagen aufgeschlüsselt werden konnten. Daher ist für die Bewilligungsbehörde im Einzelnen auch nicht abschließend nachvollziehbar gewesen, wie die teilweise erheblichen Preisunterschiede bei der Umrüstung zwischen den beantragten Baureihen einerseits (vertikale Spreizung), insbesondere aber zwischen den Kosten für eine Serienausrüstung je Fahrzeug und der FoC-Ausrüstung (horizontale Spreizung) andererseits zustande gekommen ist.

In Abstimmung mit dem BMDV wurde ein Förderbetrag je Baureihe festgelegt, der nach den der Bewilligungsbehörde vorliegenden Unterlagen zum Zeitpunkt der Bescheid-Erstellung gerade noch als angemessen angenommen und damit als zuwendungsfähig angesehen werden kann.

Grundlage der Förderbescheide ist ein am arithmetischen Mittelwert der horizontalen Spreizung der zur Förderung beantragten Umrüstkosten für FoC- und Serienfahrzeuge. Eine bis zum Faktor 161 reichende horizontale Spreizung zwischen der FoC-Ausrüstung gegenüber den Kosten für eine Serienfahrzeugumrüstung ist nicht weiter unterlegt und erscheint jedenfalls nicht angemessen im Sinne der Ziffer 5 Abs. 3 der Förderrichtlinie.

Im Ermessen der Bewilligungsbehörde wurde anhand aller zum Zeitpunkt der Bewilligung vorliegender Informationen versucht, einen allgemeinen Marktpreis abzuschätzen.

Im Ergebnis dieses Ansatzes ergibt sich eine FoC-Fahrzeugförderung mit dem 79fachen Satz der durchschnittlichen Serienfahrzeugausrüstung gerechnet wurde. Dies entspricht etwa der mittleren horizontalen Spreizung. Die vertikale Spreizung, d. h. zwischen den Fahrzeugbaureihen, spielt für die weitere Betrachtung eine lediglich untergeordnete Rolle, da die Umrüstkosten für ein Serienfahrzeug in einem vergleichsweise schmalen Korridor variieren.

Im Ergebnis sehen die Bewilligungsbescheide datierend vom 27. und 28.12.2021 daher eine Förderung i. H. v. 85.000 € je Serienfahrzeug und 6,75 Mio. € für eine FoC-Umrüstung vor.

Gegen diese Entscheidungen ist unter dem Datum vom 24.01.2022 fristwährend Widerspruch eingelegt worden. Das Widerspruchsverfahren ist aktuell auf Antrag der Zuwendungsempfänger ausgesetzt und wird in Absprache der Beteiligten wieder aufgenommen.

Mit Datum vom 17.08.2022 inklusive einer neuen ausgearbeiteten Preisübersicht, ergänzt durch Erweiterungen bzw. Ergänzungen vom 30.09.2022, haben die DB Regio AG und die SFBW Erläuterungen zu den in den Anträgen beigefügten Preisblättern auf dem BSCW-Server eingereicht, die den Beteiligten digital am 19.08.2022 und 02.09.2022 vorgestellt wurden. Es finden zur Zeit Gespräche (zuletzt am 09.12.2022) statt, mit denen die Kosten weiter plausibilisiert werden sollen. Grundlage hierfür sind zum einen die Erläuterungen der Antragsteller und der mit der Umrüstung beauftragten Unternehmung (Alstom) sowie weitere von Alstom bereitgestellte Unterlagen. Die Gespräche unter Beteiligung BMDV, Alstom, DB, SFBW sowie die Auswertung der Erläuterungen sind noch nicht abgeschlossen. Eine inhaltliche Aussage hierzu ist aufgrund der redaktionellen Schließung nicht mehr möglich.

Zudem ist die Umrüstung weiterer 21 Instandhaltungsfahrzeuge, davon 13 FoC, angekündigt. Für zwei Fahrzeugbaureihen liegen inzwischen Anträge in Höhe von ca. 28 Mio. € vor. Die

Kosten für die Umrüstung der Instandhaltungsfahrzeuge werden mit ca. 280 Mio. € prognostiziert.

Die DB Netz AG möchte jedoch, um Kosten zu sparen, von der Möglichkeit Gebrauch machen, von den technischen Prämissen, die die Förderrichtlinie vorgibt, abzuweichen. Für zwei Baureihen (6 Fahrzeuge) liegen neben den Anträgen auch die Anträge zur Kosteneinsparung vor. Da die Förderanträge bezüglich der Kosten an die Bewilligung von Abweichungen von den Technischen Prämissen nach Anhang 2 der Förderrichtlinie geknüpft sind, muss diese der eigentlichen Bewilligung vorangestellt gelöst werden. Inwieweit dieser Vorschlag mit den Zielen der Förderrichtlinie und dem Ziel des BMDV, die maximale Leistungsfähigkeit des DKS zu erproben, vereinbar ist und die Förderziele (noch) erreicht werden können, wird im weiteren Verfahren zu prüfen sein.

Weitere Anträge auf Förderung liegen dem EBA nicht vor.

Gesamthaft ist somit aktuell von einem Antragsvolumen i. H. v. ca. 620 Mio. € (340 Mio. € + 280 Mio. €) für die beantragten Baureihen der DB Regio AG und SFBW und die zu erwartenden Anträge der DB Netz AG für die Instandhaltungsfahrzeuge auszugehen.

4.1.3 Derzeitige Haushaltslage

In 2021 wurden dem EBA mit der Begründung „ERTMS-Ausrüstung Fahrzeuge DKS“ vom Soll 2021 und der VE-Linie 2021 folgende Mittel zugewiesen:

- 2021: 33.000 T€
- 2022: 20.000 T€
- 2023: 20.000 T€
- 2024: 20.000 T€
- 2025: 20.000 T€
- 2026: 20.000 T€.

Im Dezember 2021 hat das EBA für die Jahre 2021 bis 2025 durch Förderbescheide eine Gesamtsumme von 112.640 T€ gebunden, wobei das Antragsvolumen bei rd. 340.000 T€ lag.

Die Jahresscheibe 2026 hat das EBA dabei wegen der Befristung des Modellvorhabens durch das Haushaltsgesetz 2021 und die Laufzeit der Förderrichtlinie nicht berücksichtigt.

Zum Evaluierungsstichtag waren von den lt. Förderrichtlinie vorgesehenen 200.000 T€ Fördersumme also 112.670 T€ in Bescheiden gebunden. Aufgrund des anhängigen Widerspruchsverfahrens konnten allerdings noch keine Mittel abgerufen werden.

Um den Erfolg des Modellvorhabens nicht zu gefährden, sollen für das Haushaltsjahr 2022 aus dem Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 zusätzliche Mittel in Höhe von 65.000 T€ sowie aus der VE-Linie 2022 für die Jahre 2023 bis 2029 Mittel in Höhe von insgesamt 304.139 T€ zur Verfügung gestellt werden. Die Erhöhung des Fördervolumens ist erforderlich, weil

- die in 2021 beantragte Förderung für 463 Fahrzeuge mit rd. 340.000 T€ die verfügbaren Mittel weit überstiegen.
- in 2022 weitere Förderanträge eingingen bzw. noch erwartet werden.
- mit den verfügbaren Mitteln die mit der Förderrichtlinie angestrebten Förderquoten (gem. Förderrichtlinie Ziff. 5.2 a) höchstens 90 % für FoC und gem. Förderrichtlinie Ziff. 5.2. b) höchstens 50 % für Serie) bei Weitem nicht erreicht werden. Mit den in 2021 zugewendeten 112.670 T€ lag nach Angaben des EBA die Förderquote für FoC bei 31 % und für Serie bei 37 %.
- mit der Förderung eine maximale Leistungsfähigkeit des Digitalen Knoten Stuttgarts angestrebt wird (vgl. Präambel zur Förderrichtlinie). Dies wird mit Schreiben E15/5162.5/18/3578364 vom 12.10.2021 (s. Anlage) bekräftigt.

In der VWIB-Anlage des Haushaltsgesetzes 2023 ist Folgendes vorgesehen:

Teil B-
Investitionen in die Schienenwege der Eisenbahnen des Bundes
Tabelle 4- ERTMS

Lfd. Nr.	Nr. FinVe	Nr. Bedarfsplan Schiene	Bezeichnung der Investitionsmaßnahme	voraussichtliche Gesamtausgaben			Gesamtausgabenentwicklung			Gründe *	Ausgaben				
				Aufnahme in Epl/ Abschluss FinVe Jahr	ursprünglich	Vorjahr	aktuell	zum Vorjahr	1.000 €		%	Verausgabt bis 2021	Bewilligt 2022	nach 2022 übertragene Ausgabereste	Veranschlagt 2023
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5. Förderung der ERTMS-Ausrüstung der vom Starterpaket betroffenen Bestandsfahrzeuge															
			Förderung der ERTMS-Ausrüstung der Fahrzeuge im Digitalen Knoten Stuttgart - gemäß Förderrichtlinie - davon: Kap. 1202, Titel 891 06	2021	200.000	317.777	430.773								
			Erläuterung: Förderung von: - ERTMS-Ausrüstung der Triebfahrzeuge. Die ursprünglich vorgesehene Fördersumme von 200 Mio. € reicht auf Grund von Kostensteigerungen (u.a. Corona) und dem hohen Innovationsgrad, mit zukunftsfähigen Lösungen, nicht aus. Prototypen erhalten bis zu 90% und Serienfahrzeuge bis zu 50% Förderung per Bescheid.				430.773					33.636	158.000	54.140	184.997
			TABELLENSUMMEN				7.098.900					336.841	854.481	448.374	531.600
			davon: Kap. 1202, Titel 891 06				7.098.900					336.841	854.481	448.374	531.600

Die mit den Förderanträgen eingereichten Zahlungspläne sehen auch Auszahlungen für die Jahre 2026 und 2027 vor, für die im Haushalt 2021 jedoch aufgrund der Befristung des Modellvorhabens bis 2025 keine Verpflichtungsermächtigung vorlag. Durch die Bereitstellung

zusätzlicher Verpflichtungsermächtigungen aus der bestehenden VE-Linie in den Jahren 2026 bis 2029 sollte hier Abhilfe geschaffen werden, um den Bewilligungszeitraum ausweiten zu können. Die Verpflichtungsermächtigungen konnten in 2022 in Ermangelung einer Rechtsgrundlage nicht gebunden werden, so dass eine Neuveranschlagung in 2024 auf Grundlage rechtskräftiger Bewilligungsbescheide (vgl. Abschnitt 4.1.2) bzw. einer angepassten Förderrichtlinie (vgl. Abschnitt 6.2) erforderlich ist.

Im Haushalt 2023 sind für die Fahrzeugförderung keine zusätzlichen Verpflichtungsermächtigungen vorgesehen. Es ist angestrebt, die Übertragung von Ausgaberesten zu ermöglichen.

4.2 Technische Aspekte der Fahrzeugausrüstung

Die technischen Anforderungen an die DSD-Fahrzeugausrüstung sind in Anhang II der Förderrichtlinie zum Modellvorhaben beschrieben. Im Rahmen der Evaluierung soll über erste Erfahrungen im Umgang mit diesen Anforderungen berichtet werden.

4.2.1 Einschätzung aus Sicht der Fördernehmer

Die Anforderungen des Anhangs II der DKS-Förderrichtlinie für die DSD-Fahrzeugausrüstung können durch die Triebzüge im DKS vollständig erfüllt werden. Nur eine umfassende Umsetzung der im Anhang II der DKS-Fahrzeugförderrichtlinie enthaltenen Anforderungen führt in Verbindung mit der Digitalisierung der Infrastruktur zu einer höheren Kapazität im System Bahn. Aus diesem Grund kann bereits jetzt geschlossen werden, dass die im DKS entwickelten Fahrzeuglastenhefte als Grundlage für einen bundesweiten DSD-Rollout genutzt werden können.

Die technischen Förderbedingungen aus dem Pilotprojekt sollten jedoch insbesondere im Hinblick auf das Alter, das Einsatzgebiet, den Typ und die Verbreitung der Fahrzeuge differenziert werden, um die Fördermittel effizient einzusetzen.

Gleichzeitig sollte eine Regelung gefunden werden, die technischen Anforderungen möglichst lange stabil zu halten und gleichzeitig einen technischen Fortschritt zu ermöglichen. Es

sollte daher eine Normenfestschreibung als Minimalforderung für die DSD-Fahrzeugnachrüstung einer Baureihe und idealerweise für den gesamten Förderzeitraum gelten.

Dies ist nur erreichbar, indem einzelne Baureihen zeitlich zusammengefasst werden, um hier eine einheitliche technische Umsetzung zu gewährleisten (siehe FoC-Ansatz). Die technische Weiterentwicklung könnte mit den TSI-Novellierungsschritten verknüpft werden. Weitere Details finden sich im Kapitel 6 („Technische Anforderungen“) inklusive Anhang 6. Die Anforderungen des Anhangs II der DKS-Förderrichtlinie für die DSD-Fahrzeugausrüstung sind daher angepasst in ein Lastenheft zu überführen, welches auf der Homepage des Zuwendungsgebers veröffentlicht werden sollte. Allerdings sollte in der Förderrichtlinie unbedingt ein Hinweis aufgenommen werden, dass die Fahrzeuglastenhefte als Fördervoraussetzung umzusetzen sind.

Sehr sinnvoll war auch der Ansatz einer gemeinsamen, projektübergreifenden gleichen technischen Spezifikation, die als Bedingung für die Förderfähigkeit in der Förderrichtlinie verankert wurde und die damit für alle Fahrzeugeigentümer/-halter/-betreiber als Fördervoraussetzung verbindlich gilt. Mit diesem Ansatz kann der Gesamtaufwand durch technische Synergien der Projekte untereinander deutlich reduziert werden (die sogenannte *Generische Applikation* – siehe Preisevaluierung). Die Industrie musste aufgrund der klaren Förderbedingungen technische innovative Lösungen anbieten, damit sie die Aufträge überhaupt bekommen konnte.

Parallellaufende Projekte zeigen, dass in Ausschreibungen mit unterschiedlichen technischen Anforderungen (ohne Förderbedingungen) die Industrie keine identischen technischen Lösungen anbieten kann und will.

Schlussfolgerung:

Dieser vorgenannte Ansatz sollte in Zukunft unbedingt beibehalten werden: Nur bei einem verbindlichen und so weit als möglich stabilen Anforderungskatalog des Fahrzeuglastenhefts zur DSD-Fahrzeugausrüstung kann ein schneller und kostenoptimierter bundesweiter DSD-Rollout erfolgen (siehe auch Kapitel 6 „Technische Anforderungen“).

Um das Technische Zielbild des Programms Digitale Schiene Deutschland (DSD) realisieren zu können, konnten die notwendigen Weiterentwicklungen an Lastenheften im Rahmen einer

Innovationskooperation detailliert werden. Ergebnis sind allgemein nutzbare Lastenhefte für einen bundesweiten DSD-Rollout. Sie werden in den 5 DKS-Projekten von Alstom (Baureihe 423, Baureihe 430, TALENT, FLIRT, Coradia Stream HC) umgesetzt.

Schlussfolgerung:

Mit den Neuentwicklungen und Innovationen liegen nun technische Lösungen entsprechend dem DSD-Zielbild vor, die nun als Blaupause für den bundesweiten DSD-Rollout dienen können und sollen.

Um einen schnellen und kostenoptimierten bundesweiten DSD-Rollout zu ermöglichen, sind einheitliche, möglichst stabile Anforderungen basierend auf den vorliegenden technischen Lösungen für den Digitalen Knoten Stuttgart als DSD-Fahrzeugausrüstung verbindlich vorzugeben. Dies kann über klare Fördervoraussetzungen im Rahmen einer Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung erfolgen. Als Fördervoraussetzung ist dringend zu empfehlen, ein verbindliches Fahrzeuglastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung (u. a. unterschieden nach Fahrzeugklassen) auf der Internetseite des Zuwendungsgebers zu veröffentlichen.

4.2.2 Einschätzung des EBA

Die Erfahrung zeigt, dass die Installation von ETCS in Bestandsfahrzeuge entsprechend aufwendig ist. Im Rahmen des Modellvorhabens kam zusätzlich die Integration von ATO hinzu. Dies hat einen zusätzlichen und tiefergehenden Eingriff in die vorhandene Fahrzeugtechnik zur Folge. Sowohl für ETCS als auch für ATO ist der Integrator daher dringend auf Informationen des ursprünglichen Fahrzeug- und Technikherstellers angewiesen. Hierfür sind jeweils vertragliche Einzelfallregelungen herzustellen. Im Rahmen der Evaluierung stellte sich die Informationsbeschaffung und deren Zugänglichmachung für den Sektor weiterhin als problematisch heraus. Die Antragsteller sind daher im Förderverfahren weiterhin darauf bedacht, nur die für eine erfolgreiche Förderung zwingend notwendigen Dokumente der Öffentlichkeit für Folgeprojekte zur Verfügung zu stellen. Nach einigen Abstimmungsrunden konnte hierfür aber eine tragfähige Abstimmung getroffen werden.

Ferner war im Rahmen der Evaluierung festzustellen, dass die Fahrzeugbaureihen sich in den jeweiligen Varianten auch deutlich in der technischen Vorausstattung unterscheiden können. Hinsichtlich der aktuell geförderten Fahrzeuge ist daher zu erkennen, dass weiterhin ein

mehrmonatiger Planungs- und Integrationsprozess notwendig ist. Mit Blick auf nächste Fahrzeuggenerationen ist es auch hier wichtig, analog zu Eulynx⁴ eine standardisierte Integrationsschnittstelle auf den Fahrzeugen zu schaffen.

4.2.3 Einschätzung aus Sicht weiterer Beteiligter (SFBW/VM BW, Alstom und Deutsche Bahn)

Die in 4.2.1 abgegebene Einschätzung wurde mit Alstom, der DSD, dem Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg und verschiedenen Fachbereichen der Deutschen Bahn erarbeitet und wird von diesen mitgetragen.

4.2.4 Einschätzung aus Sicht des BMDV

Dem BMDV liegen bzgl. der technischen Aspekte keine eigenen Erkenntnisse vor. Es wird auf den Beitrag des EBA unter 4.2.2 verwiesen.

4.3 Zeitliche Aspekte

Abgesehen von der Gesamtlaufzeit (fünf Jahre bis 2025) sind zum Modellvorhaben keine weiteren speziellen zeitlichen Vorgaben zum Ablauf gemacht worden. Zu beachten sind ggf. einschlägige Fristenregelungen aus dem allgemeinen Zuwendungsrecht. Erfolgsrelevante Aspekte bei der Umsetzung des Modellvorhabens in zeitlicher Hinsicht ergeben sich insbesondere aus

- der notwendigen Synchronisation zwischen Ausrüstung Infrastruktur und Ausrüstung Fahrzeuge.
- dem eigentlichen Umrüstprozess der verschiedenen betroffenen Fahrzeugbaureihen (FoC und Serie).
- den Zulassungs- und Genehmigungsprozessen.
- der zeitgerechten Verwertbarkeit der Ergebnisse des Modellvorhabens für den DSD-Flächenrollout.

⁴ Organisation europäischer Eisenbahninfrastrukturbetreiber zur Entwicklung und Bereitstellung einheitlicher Industriestandards für neue modulare Stellwerkstechnik

4.3.1 Einschätzung aus Sicht der Fördernehmer

Ein optimiertes First-of-Class-Konzept für den bundesweiten Rollout der DSD

In diesem Unterabschnitt zu FoC werden insbesondere zwei Evaluierungsziele berücksichtigt:

- Frühzeitige Identifikation und Lösung von Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können.
- Fahrzeughalterübergreifende Nutzbarmachung der im Zuge der First-of-Class-Umrüstung gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Serienumrüstung.

Die bisherigen Erfahrungen aus den geförderten Nachrüstprojekten und die weitergehende Analyse bestehender Flotten auf dem gesamten DSD-Rollout bestätigen den für das DKS-Pilotprojekt gewählten Ansatz als richtig und haben die gewünschten Erfahrungen und Erkenntnisse für eine bundesweite DSD-Fahrzeugausrüstung (inkl. ETCS und ATO GoA 2) erbracht.

Für das Pilotprojekt war es sinnvoll und richtig, dass der Fokus im DKS auf einzelne Flotten (im Gegensatz zu kompletten Baureihen mit Untervarianten) gelegt wurde, um die damit einhergehende Anzahl von Eigentümern/Haltern/Betreibern gering zu halten. Eine Erweiterung auf weitere Fahrzeuge der gleichen Baureihe mit jedoch leichten Unterschieden und die Einbeziehung weiterer Eigentümer/Halter/Betreiber hätte für ein Pilotprojekt die Komplexität unnötig erhöht.

Die Evaluation der Bestandflotten in Deutschland zeigt jedoch, dass für einen bundesweiten DSD-Rollout ein gebündeltes FoC-Projekt je Baureihe mit allen Untervarianten angestrebt werden sollte.

Im DKS wurden nur die Varianten der fünf Baureihen (BR423/430/TALENT/FLIRT/Coradia Stream) von zwei Eigentümern (DB Regio, SFBW), die in Stuttgart von unterschiedlichen Eisenbahnverkehrsunternehmen betrieben werden, im Rahmen der DSD-Fahrzeugausrüstung betrachtet.

Gleiche und weitere Untervarianten anderer Betreiber sind in großer Zahl in Deutschland vertreten und lösen gesonderte FoC-Projekte aus. Das Ausrollen eines selbstkoordinierenden Ansatzes (jeder Betreiber organisiert sich selbst für die betroffenen Varianten zum betroffenen Zeitpunkt) würde bundesweit zu einer hohen 3-stelligen Anzahl an FoC-Projekten führen. Bei einem koordinierten Ansatz kann die Anzahl FoC deutlich reduziert werden.

So wären bei gleichzeitiger Beauftragung aller Varianten der Baureihen in Deutschland, die in dem DKS-Umrüstprojekten vorhanden sind, in koordinierten FoC-Projekten eine Reduktion von 14 (unkoordiniert) auf 9 (koordiniert), also **um ca. 30%** möglich. Bei Baureihen, die bei mehreren Betreibern vorhanden sind, wie z. B. Dieseltriebwagen oder Lokomotiven, ist die Reduzierung durch eine noch weiter reichende Bündelung möglich.

Im DKS zeigte sich, dass bei mehreren Varianten des gleichen Fahrzeugtyps (unterschiedliche Zuglänge bei TALENT und FLIRT bzw. ältere/neuere Generation bei der Baureihe 430) Synergieeffekte gehoben werden können. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird auf der Nomenklatur des Verbands der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) referenzierend folgende FoC-Definition zur Komplexitätsdifferenzierung vorgeschlagen:

- Cluster 1a: Major-FoC – nur Deutschland
- Cluster 1b: Komplexe Major-FoC – internationaler Verkehr
- Cluster 2a: Minor-FoC im Zusammenhang mit Major-FoC
- Cluster 2b: Minor-FoC alleinstehend ohne TCMS
- Cluster 3: Museums- und Nebenfahrzeuge
- Cluster 4: Variante, die nur Dokumentation erfordert

Bei gleichzeitiger Anwendung dieser im Evaluierungsverfahren entwickelten Logik zur Komplexitätsdifferenzierung kann das Vergabevolumens (€) auf 50% reduziert werden.

Schlussfolgerung:

Eine zentrale Koordinierung sollte eingeführt werden, d. h. ein FoC-Projekt wird erst dann gestartet, wenn alle Eigentümer/Halter/Betreiber (inklusive Bewertungsstellen und Zulassungsbehörde) in Deutschland mit allen Varianten einer Baureihe beteiligt sind und die Komplexität (Anzahl Major-FoC, Minor-FoC und Prototypen) damit wesentlich reduziert wurden. Diese beiden Maßnahmen führen bei einer bundesweiten DSD-Fahrzeugnachrüstung durch

die Erreichung eines standardisierten, „quasi-industriellen“ Niveaus bei FoC-Projekten zu deutlich verkürzten Durchlaufzeiten und einer erheblichen Reduzierung der Kosten. Die Analyse des Scan-Med-Korridors kam auf eine Reduktion des Aufwandes für FoC-Projekte zwischen einem koordinierten und einem unkoordinierten Ansatz von ungefähr 50%.

Es sind folgende Voraussetzungen zu schaffen:

1. **Stabile verbindliche technische Spezifikation** der DSD-Fahrzeugausrüstung entsprechend den Erkenntnissen des DKS und fest referenzierte Normengrundlage über den gesamten Nachrüstungszeitraum oder zumindest für die Nachrüstung einer gesamten Baureihe (Normenfestschreibung). Hierbei kann eine Anforderungsdifferenzierung nach Fahrzeugkategorien sowie Fahrzeugalter und betrieblicher Einsatzprofile sinnvoll sein (siehe technische Evaluierung).

Es ist davon auszugehen, dass es bei Baureihen des Ausrüstungsclusters 1 dazu kommen kann, dass die DSD-Fahrzeugausrüstung der Serie bis zu zehn Jahre dauern kann. Die Normenfestschreibung für die Baureihenumrüstung sollte auf jeden Fall angestrebt werden. Ein mehrstufiger Projektansatz sollte im Rahmen der weiterführenden Förderrichtlinie möglich sein (Upgrade auf neuere TSI).

2. **Bündelung von FoC-Aktivitäten** „en bloc“ für komplette Fahrzeugbaureihen/Produktfamilien. Ein FoC-Projekt kann erst dann gesamtwirtschaftlich gestartet werden, wenn **bundesweit** alle Varianten aller Betreiber dieser Baureihe betrachtet wurden und eine entsprechende Major-/Minor-FoC-Klassifizierung durchgeführt aufgestellt wurde. Eine verbindliche Teilnahme aller Eigentümer/Betreiber der betroffenen Baureihe wäre ideale Voraussetzung. Dies kann über einen Förderanreiz ermöglicht werden. Die Variantenermittlung und anschließende Durchführung ist bei den Baureihen mit TCMS (Cluster 1a, 1b und 2a) und ohne standardisierte Schnittstellen zügig nur durch den **Originalhersteller** (OEM) durchzuführen (siehe Erkenntnis *Preisevaluierung*).
3. **Partnerschaft mit dem EBA** – Vorabklärung der Akzeptanzkriterien für FoC-Fahrzeuge und Zulassungsstrategie für bundesweit gebündelte Fahrzeugbaureihen/ Produktfamilien und schnelle Durchlaufzeit bei Genehmigungen zum Inverkehrbringen vor Start des FoC-Projektes (siehe *Terminplanevaluierung*).
4. Schaffung einer **zentralen Koordinationsstruktur** im Rahmen einer vom Sektor unterstützten und mit Kompetenz ausgestatteten Organisation zur Umsetzung der Bündelung,

Allokation von Fördermitteln und Schaffung der vertraglichen Basis (idealerweise basierend auf Rahmenverträgen) zwischen Fahrzeugausrüster und Fahrzeughalter/-eigentümer/-betreiber für FoC und Serie (*siehe Evaluierung Vergabe*).

Details zur Herleitung des optimierten Ansatzes und zu Randbedingungen siehe Kapitel 3 („Ein optimiertes First-of-Class-Konzept für die Digitale Schiene Deutschland [DSD]“).

Terminplan fahrzeugseitiges Rollout-Projekt für die DSD:

Die Nachrüstterminpläne der vier Baureihen und 333 Triebzüge im DKS zeigen im Hinblick auf die FoC-Projektdauer folgende Werte (von Beauftragung im Juli 2021 bis zur erwartenden Genehmigung zum Inverkehrbringen im Jahr 2024)

- Cluster-1-Baureihen (BR 423, 430, TALENT) mit Alstom als ursprünglichem Hersteller (OEM) und DSD-Fahrzeugausrüster: vsl. 31 Monate
- Cluster-1-Baureihe (FLIRT) mit Stadler als OEM und Alstom als DSD-Fahrzeugausrüster: vsl. 43 Monate
- Bis zum 31.12.2021 bestellte Bestandsfahrzeuge (Coradia Stream HC): sind Bestandteil des Terminplanes des Fahrzeugherstellprozesses

Es zeigt sich, dass eine Ausrüstung von Fahrzeugen durch einen anderen Fahrzeugnachrüster als den OEM zwar möglich ist, aber durch die zusätzliche Komplexität von Schnittstellen die Projektlaufzeit deutlich verlängert.

Schlussfolgerung:

Es wird empfohlen, eine DSD-Fahrzeugnachrüstung durch andere Unternehmen als den OEM für das Ausrüstungscluster 1 (mit Anpassung des TCMS) nicht weiter zu verfolgen. Die Nachrüstung durch ein anderes Unternehmen als den OEM ist zwar theoretisch möglich, jedoch ist bei der Nachrüstung mit DSD-Fahrzeugausrüstung durch einen anderen Hersteller als den OEM eine zusätzliche Komplexität in der Umsetzung zu berücksichtigen, die bei der Vielzahl an parallel durchzuführenden Projekten beim Nachrüstprojekt der bundesweiten Bestandsflotte unbedingt vermieden werden sollte.

Bestimmende zeitliche Faktoren bei der DSD-Fahrzeugnachrüstung im DKS sind ca. 1 Jahr Engineering, 13 Monate TCMS-Entwicklung, mindestens 12 Monate für Beschaffung und Logistikkette bis zum Start der Nachrüstung des ersten Prototyps und 15 Monate für Prüfung und Nachweisführung. Zusätzlich ergeben sich 16 Monate für die Zertifizierung durch DeBo, NoBo und AsBo und Genehmigung durch ERA/EBA. Durch Parallelisierung der Aktivitäten ist es möglich, eine Projektlaufzeit von insgesamt zweieinhalb Jahren bis zur Zulassung zu realisieren.

Die TCMS-Software-Entwicklung inklusive der dazu notwendigen Nachweisführung, Begutachtung und der Zulassungsprozess liegen auf dem kritischen Pfad.

Allein durch stabile Lastenhefte und Wiederholbarkeit (d. h. Umsetzung der gleichen DSD-Fahrzeugausrüstung wie im DKS auch auf anderen Fahrzeugen) ist eine Verkürzung der FoC-Durchlaufzeit auf bis zu **24 Monate** möglich.

Diese Verkürzung ist unter der Voraussetzung möglich, dass die für den DKS modellhaft entwickelten technischen Lösungen bei Folgeprojekten wiederverwendet werden.

Die heutige Arbeitsweise erlaubt im Bestfall, ein FoC-Projekt pro Monat zu starten. Eine Simulation der 61 FoC-Projekte der 13 von Alstom untersuchten Baureihen des Scan-Med-Korridors mit jeweils 24 Monaten Laufzeit ergibt: Bei einem Programmstart im Januar 2023, wird das letzte FoC-Projekt der 61 FoC im Januar 2028 starten und im Dezember 2029 enden. Daran würde sich die Serienumrüstung jeweils versetzt anschließen. Mit den heutigen Randbedingungen ist es damit bereits jetzt schon nicht mehr möglich, alle auf dem Scan-Med-Korridor verkehrenden Fahrzeuge bis zum Jahr 2030 mit DSD-Fahrzeugausrüstung auszurüsten. Das ist nicht zufriedenstellend.

Unter Voraussetzung der oben empfohlenen **FoC-Koordinierung und Komplexitätsdifferenzierung** und durch Investitionen des Sektors zur Erreichung eines standardisierten, „quasi-industriellen“ Niveaus bei FoC-Projekten sind – aus Sicht von Alstom – FoC-Durchlaufzeiten von **12-19 Monaten** möglich. Zusätzlich erlaubt dies einen gleichzeitigen Start von 2 FoC-Projekten pro Monat.

Ergebnis einer Simulation der 61 FoC-Projekte der 13 von Alstom untersuchten Baureihen des Scan-Med-Korridors (mit jeweils 12 bis 19 Monaten Laufzeit): Bei einem Programmstart im Januar 2023 wird das letzte FoC-Projekt der 61 FoC im Januar 2026 abgeschlossen. Daran

würde sich die Serienumrüstung jeweils versetzt anschließen. Diese wäre gemäß der Simulation für die Top-20-Flotten des Scan-Med-Korridors bis Ende 2029 darstellbar.

Dies zeigt umso deutlicher, dass die DSD-Fahrzeugausrüstung bundesweit zentral koordiniert werden muss, um die Nachrüstprozesse zu beschleunigen.

Der Serienumbau von 318 Triebzügen im DKS schließt sich an die jeweilige FoC-Zulassung an und wird im DKS über einen Zeitraum von 18 Monaten durchgeführt. Um eine Umrüstzeit von 13 Monaten zu ermöglichen, werden im DKS durchschnittlich 25 Triebzüge zeitgleich für jeweils 4 Wochen immobilisiert. Dabei entfallen 50% der geplanten Immobilisierungszeit auf Conformity-to-Type-Erklärung (CTT), 30% auf Installation und Inbetriebnahme und 20% auf Transferzeiten (Überführungen & Abnahme).

Alstom führte eine Simulation zu den 2.679 Triebfahrzeugen der 13 untersuchten Baureihen des Scan-Med-Korridors basierend auf dem optimierten FoC-Ansatz durch. Es zeigt sich, dass mit dem koordinierten Ansatz und dem optimierten FoC-Ansatz ein Abschluss des letzten FoC Projektes im Januar 2026 und ein Abschluss der Serienumrüstung bis Dezember 2029 erreicht werden kann. Im Mittel werden hier für die 13 Flotten und 28 Baureihen ca. 32 Triebfahrzeuge für jeweils 2 Wochen immobilisiert.

Schlussfolgerung:

Eine deutliche Reduzierung der Projektlaufzeiten ist möglich.

Für eine effiziente DSD-Fahrzeugnachrüstung bedarf es eines mit dem Sektor abgestimmten verbindlichen nationalen Implementierungsplans bzw. DSD-Rolloutplanes. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass immer sämtliche bundesweit verfügbaren Fahrzeuge einer Baureihe in einem Zug ausgerüstet werden, damit die Kosten gesenkt und der Nachrüstungsprozess beschleunigt wird.

Voraussetzung für einen optimierten FoC-Prozess und schnelle Serienumrüstung ist die Sicherstellung optimierter, kontinuierlicher Zuführung, die Reduzierung der Transferzeiten, die Reduzierung der CTT-Zeit von 4 Wochen auf wenige Stunden sowie eine ausreichende Anzahl an Ersatz- bzw. Kompensationsfahrzeugen. Hierzu existiert auch eine Arbeitsgruppe auf europäischer Ebene, die sich mit der Verkürzung der CTT-Zeit beschäftigt. Eine Rückkehr

zur Serienzulassung erscheint heute unwahrscheinlich (Advisory group on “Reduction of standstill for CTT” (short-term solution) & “Level of detail of documents”

Remote meeting).

Der limitierende Faktor stellt bei aller industrieller Serienoptimierung die Verfügbarkeit passender Ersatz- bzw. Kompensationsfahrzeuge für die Betreiber dar, beispielsweise im Hinblick auf Traktion sowie Anforderungen an Technik und aus Verkehrsverträgen. Der tatsächliche Fahrzeugbedarf wird insofern größer sein als oben angegeben. Nicht zuletzt müssen geeignete Triebfahrzeuge überhaupt auf dem Markt verfügbar sein.

Eine Reduktion der CTT-Zeiten ist auch aus wirtschaftlichen Gründen bei den Nachrüstprojekten sinnvoll: Eine Lokomotive zu leasen, kostet mindestens 40.000 € pro Monat. Triebzüge müssen mit mindestens 100.000 € pro Monat veranschlagt werden. Die Verpflichtung, alle Serienfahrzeuge für einen Monat aus dem Betrieb zu nehmen, führt zu zusätzlichen Kosten für die Betreiber von kumuliert 170 Mio. € für die ca. 2.700 betrachteten Triebfahrzeuge auf dem Scan-Med-Korridor und könnte bei mehr als 800 Mio. € für den bundesweiten DSD-Rollout liegen. Folgekosten aus dem operativen Geschäft sind hierbei noch nicht berücksichtigt.

Details zur Herleitung des optimierten Ansatzes und zu Randbedingungen siehe Kapitel 4 („Terminplan fahrzeugeitiges Rollout-Projekt für die Digitale Schiene Deutschland [DSD]“).

Ein optimierter Vergabe- und Koordinierungsprozess für die Digitale Schiene Deutschland

Im DKS wurden zwei Vergabeverfahren entsprechend den beiden Eigentümern (DB Regio & SFBW) mittels eines bestellten Koordinators (DB Einkauf) für vier Baureihen (BR423/430/TALENT/FLIRT) in 10 FoC-Projekten und mit 15 Prototypen in einer Durchlaufzeit von 11,5 Monaten zwischen dem Aufruf zum Teilnahmewettbewerb bis Vertragsabschluss durchgeführt. Vorgeschaltet gab eine mehr als 2-jährige Markterkundungsphase, um die technischen Anforderungen und den Stand der Technik zu ermitteln und schließlich das Vergabedesign auf die beteiligten Akteure abzustimmen.

Wenn alle zukünftigen Ausschreibungen bei 300 FoC-Projekten und etwa 300 bis 400 Fahrzeughaltern in Deutschland individuell durchgeführt würden, wäre allein schon aufgrund der Ausschreibungsprozesse mit mehr als 1.000 Verfahren zu rechnen und allein mit der Länge von 11,5 Monaten pro Ausschreibung das Ziel einer DSD-Fahrzeugnachrüstung der gesamten Bestandsflotte bis 2030 nicht erreichbar.

Durch einen koordinierten Ansatz für Deutschland würde jede Baureihe nur einmal bearbeitet und nicht durch jeden Eigentümer terminlich einzeln abgearbeitet.

Eine koordinierte, baureihenweise Vergabe würde zu etwa 300 Vergabeprozessen führen, mit der Problematik von „unattraktiven“ Baureihen, für die sich aus Marktlogiken und verfügbaren Kapazitäten wahrscheinlich kaum Anbieter finden lassen werden.

Alternativ würde ein koordinierter Ansatz (Partnerschaftsmodell) bei einer durchschnittlichen Losgröße von 10 Baureihen (mit 20-25 FoC-Projekten und 35-50 Prototypen) pro Vergabe zu 30 Vergabeprozessen führen. Die Herausforderung liegt hier in der Koordination und effizienten Vertragsgestaltung zwischen dem Industrieauftragnehmer und bis zu 50 teilnehmenden Betreibern pro Vergabeverfahren.

Schlussfolgerung:

Ableitend aus der Komplexität der FLIRT-Fahrzeuge und der TCMS-Problematik wird empfohlen, die Möglichkeit von Direktvergaben für FoC-Projekte in Cluster 1a, 1b und 2a mit dem Fahrzeughersteller/OEM in Betracht zu ziehen.

Die Fahrzeugleittechnik Anpassung ist abhängig vom OEM und führt zur Empfehlung, dass die Ausrüstungscluster 1a, 1b, 2a (nach VDB) sinnvollerweise bei fehlenden standardisierten Schnittstellen unter der Führung des Fahrzeughersteller/OEM zu erbringen ist. Dem zentralen Koordinator fällt dabei die Aufgabe zu, im Wettbewerb entstandene Preise sicherzustellen. Als Beispiel kann die Beschaffung von Digitalen Stellwerken herangezogen werden. Die FoC-Projekte der Cluster 2b (ohne TCMS) und 3 (Museums- und Nebenfahrzeuge) können im Wettbewerb vergeben werden.

Allerdings wird die Mischung „unattraktiver“ Baureihen (insbesondere ältere Baureihen der Cluster 1a, 1b und 2a mit geringen Stückzahlen deren Hersteller nicht mehr existieren und auch eine schlechte Dokumentationslage zu erwarten ist) mit anderen Baureihen empfohlen – analog zu dem Vorgehen in andern EU-Mitgliedstaaten (z. B. derzeit in Österreich). So kann sichergestellt werden, dass auch für Baureihen mit geringen Stückzahlen (z. B. Nebenfahrzeuge) eine Nachrüstung erfolgen kann und Angebote gelegt werden.

Die Instrumente eines effizienten, kostenoptimierten, operativ und terminlich machbaren Vergabeprozesses sind **Rahmenverträge** als übergeordnetes Steuerungsinstrument. Die Eignung der Industrieteilnehmer, ggf. unterteilt nach Komplexität (z. B. je Cluster) wird durch ein Präqualifikationsverfahren durch die koordinierende Stelle ermittelt. Anschließend werden alle baureihenunabhängigen kommerziellen und technischen Konditionen geprüft. Daran anschließend regeln baureihenspezifische (Szenario 2) oder (idealerweise) losweise mehrere Baureihen inkludierende (Szenario 3) Abrufverträge die FoC-Aktivitäten. Pro koordiniertem Vergabeverfahren wird die Anzahl der FoC-Projekte und benötigter Prototypen ermittelt. Daraus ergibt sich, wie viele Einzelverträge pro Vergabeprozess mit den einzeln beteiligten Eigentümern (Bereitsteller von Prototypen) geschlossen werden müssen. Aus dem oben genannten Beispiel eines Vergabeprozesses mit 10 Baureihen (20-25 FoC-Projekten, 35-50 Prototypen, bis zu 50 Betreiber) ist voraussichtlich mit ca. 20-30 Einzelverträgen zu rechnen (ein Vertrag je beteiligten Eigentümer, welcher ein FoC-Projekt/Prototyp begleitet). Um diese komplexe eigentümerübergreifende Beteiligung am FoC-Projekt mit Prototypen zu erreichen, ist eine vollständige Förderung zielführend.

Der Rollout der DSD-Fahrzeugnahrüstungen soll über Serienabrufverträge erfolgen, in denen Nachrüstungsfenster für die jeweiligen Baureihen für die jeweiligen Fahrzeugbetreiber angeboten werden, um optimierte industrielle en-bloc-Nahrüstungen gleicher Baureihenvarianten zu ermöglichen. Die Serienabrufkonditionen werden idealerweise bereits in Zusammenhang mit den FoC-Abrufverträgen und dem infrastrukturseitigen DSD-Rolloutplan reguliert.

Details zur Herleitung des optimierten Ansatzes und zu Randbedingungen siehe Kapitel 4b („Ein optimierter Vergabe- und Koordinierungsprozess für die Digitale Schiene Deutschland“).

4.3.2 Einschätzung des EBA

Nach Aussage der Fördernehmer ist eine Abrechnung der Vorhaben nach dem Jahr 2025 vonnöten. Aufgrund der Laufzeit der Förderrichtlinie stehen Mittel allerdings nur bis zum Ende des HH-Jahres 2025 zur Verfügung. Dies gilt es aufzulösen.

4.3.3 Einschätzung aus Sicht weiterer Beteiligter (SFBW/VM BW, Alstom und Deutsche Bahn)

Die in 4.3.1 abgegebene Einschätzung wurde mit Alstom, der DSD, dem Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg und verschiedenen Fachbereichen der Deutschen Bahn erarbeitet und wird von diesen mitgetragen.

4.3.4 Einschätzung aus Sicht des BMDV

Bereits zu einem frühen Zeitpunkt zeigt sich, dass hinsichtlich des zeitlichen Rahmens im Modellvorhaben Nachsteuerungsbedarf besteht. Insbesondere aus den zeitlichen Zwängen im Zusammenhang mit einer ATO-Ausrüstung entstehen Mittelbedarfe auch in den Jahren nach 2025, in dem die Förderrichtlinie ausläuft. Das BMDV beabsichtigt, neben der Anpassung der Förderrichtlinie, diesen durch die Bereitstellung weiterer Verpflichtungsermächtigungen aus dem Haushalt 2022 zu begegnen. (vgl. Abschnitt 4.1.3).

Im Hinblick auf die notwendige Synchronisation zwischen Ausrüstung Infrastruktur und Ausrüstung Fahrzeuge bzw. die zeitgerechte Verwertbarkeit der Ergebnisse des Modellvorhabens für den DSD-Flächenrollout wird auf die Ausführungen in Abschnitt 3.2.4 verwiesen.

5. Ergebnisse der Evaluierung

Folgende Ergebnisse konnten aus der Ausarbeitung der Evaluierung unter den einzelnen Punkten in dem Dokument erzielt werden:

Ergebnis aus dem Punkt 3.1.1 „Frühzeitige Identifikation und Lösung von Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können“:

Für bisher identifizierte Problemstellungen und Problemfelder existieren Lösungsvorschläge:

- Die veranschlagte Fördermittelsumme war für die erstmalig erarbeitete und vergebene DSD-Fahrzeugausrüstung viel zu gering veranschlagt. Der in der DKS-Richtlinie interpretationsfähige Umsetzungszeitraum der DSD-Fahrzeugausrüstung ist nicht bis Ende des Jahres 2025 umsetzbar. Eine DSD-Fahrzeugausrüstung muss nach Ausstellung eines Förderbescheides auch nach Ende des Geltungszeitraums der DKS-Förderrichtlinie förderfähig sein. Hierfür bedarf es einer Anpassung der Förderrichtlinie. In Ziffer 6 sind die aus Sicht der Beteiligten notwendigen Anpassungen der Förderrichtlinie aufgeführt.
- Viele der in Deutschland betriebenen Baureihen haben mehrere Eigentümer, Halter und Betreiber. Eine mehrfache Durchführung von FoCs bei gleichen Baureihen ist aus finanziellen, zeitlichen und kapazitiven Gründen zu vermeiden. Ein Lösungsvorschlag ist unter Ziffer 4.3.1 hinterlegt.
- Die sich aus der Anzahl von Baureihen und Eigentümern/Haltern ergebende Anzahl von Vergabeverfahren ist sowohl für die ausschreibenden Stellen als auch von den umrüstenden Unternehmen nicht zu stemmen, so dass hier der Aufwand auf ein für alle Beteiligten handhabbares Maß reduziert werden muss. Ein Lösungsvorschlag für einen optimierten Vergabe- und Koordinierungsprozess für den bundesweiten Rollout der Digitalen Schiene Deutschland ist in Ziffer 4.3.1 enthalten.
- Die derzeitige Durchlaufzeit von FoC-Projekten ist zu lang, um die Ausrüstungsziele fahrzeugseitig termingerecht zu erreichen und muss reduziert werden. Ein für den DSD-Rollout optimierter Terminplan kann Ziffer 4.3.1 entnommen werden.
- Die zu erwartende Kapazität für DSD-Fahrzeugausrüstungsprojekte wird von den bestehenden Werkstätten und Depots nicht zu leisten sein, da diese mit der regulären Instandhaltung bzw. Instandsetzung schon ausgelastet sind. Es wird empfohlen, hier

zusätzliche spezialisierte Kapazitäten für FoC- und Seriennachrüstung zu schaffen.

Ein Lösungsvorschlag kann ebenfalls der Ziffer 4.3.1 entnommen werden.

- Reihenfolge und Priorität der Baureihen für einen bundesweiten DSD-Rollout sind noch festzulegen: Mit welchen Baureihen sollte bei einem bundesweiten DSD-Rollout gestartet werden? Lösungen sind ebenfalls in Ziffer 4.3.1 hinterlegt.
- Bislang noch nicht vorhandene stabile und verbindliche Lastenhefte/Spezifikationen/Regelwerke für einen bundesweiten DSD-Rollout insbesondere bei innovativen Themen. Ein Lösungsvorschlag wird auf der Grundlage der Erkenntnisse aus dem DKS-Nachrüstprojekten in Ziffer 4.2.1 und im Anhang 6 dargelegt.
- Keine verbindlichen Vorgaben für die Fahrzeugausrüstung seitens des Infrastrukturbetreibers. Auch hierfür wurde ein Vorschlag erarbeitet, der sich in Ziffer 4.2.1 wiederfindet.
- Sich ändernde europäische Spezifikationen (z. B. TSI ZZS 2016 zu TSI ZZS 2022) im Laufe eines Fahrzeugausrüstungsprojektes. Der entsprechende Lösungsvorschlag wurde in Ziffer 4.2.1 herausgearbeitet. Lösungsansätze siehe Ziffer 4.2.1 und Anhang 6.
- Fehlende standardisierte Schnittstellen zwischen DSD-Fahrzeugausrüstung und der Fahrzeugleittechnik des Fahrzeugs bzw. des Fahrzeugherstellers. Dabei muss das Fahrzeugalter Berücksichtigung finden. Der dazugehörige Lösungsvorschlag kann Ziffer 4.2.1 (mit Anhang 6) sowie Ziffer 4.3.1 entnommen werden.
- Schwierigkeiten im Projektablauf als auch ein hoher Abstimmungsaufwand aufgrund einer Vielzahl von Stakeholdern (verschiedene Fahrzeughersteller vs. DSD-Fahrzeugausrüster, Fahrzeugeigentümer, Fahrzeughalter, Instandhalter, Eisenbahnverkehrsunternehmen, Eisenbahninfrastrukturunternehmen, Aufgabenträger, Ministerien, Aufsichtsbehörden, politische Gremien etc.). Als Lösung wird hier die Implementierung eines zentralen Koordinators empfohlen. Nähere Einzelheiten können Ziffer 4.3.1 entnommen werden.
- Der extrem hohe Bedarf an Ersatzfahrzeugen, um während der DSD-Fahrzeugausrüstung den kommerziellen Betrieb aufrechterhalten zu können. Dieser ist im gemeinsamen Interesse aller erheblich zu minimieren. Hierzu sind sowohl die Nachrüstdauern, die Überführungsdauern und die Zeiten für die Erteilung der Zulassung (insbesondere CTT) deutlich zu verkürzen. Lösungen sind ebenfalls in Ziffer 4.3.1 hinterlegt.

Ergebnis aus dem Punkt 3.2.1 „zum Nutzen für Fahrwegkapazität, Infrastruktur und Gesamtsystem“:

Rechnet man die Ausrüstung des DKS (rund 500 Netzkilometer, etwa anderthalb Prozent des DB-Netzes) auf das übrige Netz hoch, ergeben sich durch den Verzicht auf die Doppelausrüstung Einsparungen im zweistelligen Milliarden-€-Bereich. Dazu ist zunächst eine durchgehende ERTMS/ETCS-Fahrzeugausrüstung erforderlich, wofür eine bundesweite Förderung den notwendigen Ausgleich, die notwendige Akzeptanz und Planungssicherheit schafft. Darüber hinaus wurden zahlreiche weitere Ansätze für weitere Vereinfachungen der ETCS- und Telekommunikationsinfrastruktur erkannt.

Aufbauend auf die bereits sehr aufwendige Nachrüstung von ERTMS/ ETCS, machen sämtliche für die Maximierung des Nutzens gebotenen Optimierungen (u. a. ATO GoA 2, Bremskurven, TMS, FRMCS und TCR) dabei nur rund zehn Prozent der Kosten der Serienausrüstung der Triebzüge für den DKS aus. Diese zumeist nicht unter Sicherheitsaspekten begründeten Optimierungen können dabei in der Regel nicht über Netzzugangsbedingungen gefordert werden. In einer den in Abschnitt 4 dargestellten Erkenntnissen entsprechenden Förderung liegt somit ein zentraler Schlüssel, um nicht nur einen gebotenen Kostenausgleich zu schaffen, sondern vielmehr in Schritten zu einem wesentlich leistungsfähigeren, robusteren und gleichzeitig einfacheren Eisenbahnsystem zu kommen als bei einer bloßen, mit den Möglichkeiten des Netzzugangsrechts möglichen ETCS-Ausrüstung möglich wäre.

Weiterführende Informationen sind in Kapitel 7 hinterlegt („Überblick Fahrwegkapazität, weitere Wechselwirkungen zur Infrastruktur sowie Notwendigkeit einer Förderung“).

Ergebnis aus dem Punkt 3.2.1 „zur Preiserklärung und zukünftigen Preisentwicklung für einen bundesweiten DSD-Rollout“:

Die Simulation des bundesweiten DSD-Rollouts, skaliert anhand des ScanMed-Korridor-Ansatzes, ergibt die folgenden Preisentwicklungen unter Berücksichtigung einer zentralen Koordination.

Zur weiteren Simulation ergeben sich auf Grundlage der Stuttgarter Kostensätze folgende Einheitskostensätze:

- Cluster 1a: Major-FoC – nur Deutschland: bis zu 23 Mio. €
- Cluster 1b: Komplexe Major-FoC – internationaler Verkehr bis zu 35 Mio. €
- Cluster 2a: Minor-FoC im Zusammenhang mit Major-FoC bis zu 8 Mio. €
- Cluster 2b: Minor-FoC alleinstehend ohne TCMS bis zu 5 Mio. €

Die Extrapolation auf Deutschland anhand der Top-13-Alstom-Flotten ergibt sich:

- Basiert auf FoC-Analyse der TOP-13-ScanMed-Baureihen (siehe Kapitel 3 „Optimiertes First-of-Class-Konzept“), 28 Baureihen, 61 FoC für Alstom-Fahrzeuge
- Deutschlandweit extrapoliert auf 111 Flotten ergeben sich 242 FoC (die insgesamt 160 Baureihen der Museums- und Touristikfahrzeuge sowie Nebenfahrzeuge werden nicht betrachtet)
- Für diese 242 FoC-Projekte ergibt sich ein geschätzter Finanzierungsbedarf von 3,5 Mrd. €.

Eine maßgebende Prämisse der Kostensimulation ist die Koordinierung, um Kostensenkungen zu erzielen. Falls die Implementierung dieser Strukturen nicht umgesetzt wird, muss davon ausgegangen werden, dass neben der fehlenden Industriekapazität ein doppelt so hoher Finanzierungsbedarf allein für die FoC-Projekte der Fahrzeuge im SPNV, SPFV und SGV angenommen werden muss.

Die Kostentreiberanalyse hat für Serienkosten folgende Erkenntnisse erbracht:

- Die Kosten werden von Material- und Umbaukosten bestimmt, die gegenwärtig durch Inflation, Krieg und Electronic-Component-Crisis einer erheblichen Teuerung unterliegen.
- Gegenwärtig sind Serienkosten für die DSD-Fahrzeugnachrüstung im Mittel von 350.000 € pro Triebfahrzeug anzusetzen. Die Kosten sind idealisiert für nur in Deutschland eingesetzte Einheiten im industriellen Rollout angesetzt.
- Wenn die Erkenntnisse aus den TOP-13-Baureihen auf ganz Deutschland extrapoliert werden, fallen bundesweit für alle Serienfahrzeuge Kosten in Höhe von bis zu 4,5 Mrd. € an.

Unter Zuhilfenahme der DSD-Schätzung über den Umfang an umzurüstenden Fahrzeugen aus dem April 2022⁵ ist davon auszugehen, dass auf den SGV etwa 50 %, auf den SPNV etwa 40% und auf den SPFV etwa 10% des FoC-Aufwandes entfällt. Da dies eine pauschalierte Betrachtung ist, wird eine Ungenauigkeit von +-20 % angenommen. Bei den Serienkosten ist eine geringere Ungenauigkeit zu unterstellen, da die Kosten pro OBU anfallen.

Neben der reinen Ausrüstung fallen erhebliche Mittel für die Betreiber für die Nutzung von Ersatz- bzw. Kompensationsfahrzeugen an, um während der Ausrüstungsphase den kommerziellen Betrieb überhaupt aufrechterhalten zu können. Der Gesamtbedarf für die Anmietung von Ersatzfahrzeugen betragen allein für die SFBW nach aktueller Schätzung während der Umrüstphase mehr als 50 Mio. €. Abhängig vom Projektverlauf können diese weiter steigen, um die rechtzeitige Inbetriebnahme zur Inbetriebnahme des Projekts sicherzustellen.

Es ergibt sich folgender Finanzierungsbedarf für eine bundesweite Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung:

Bestandteil	[Mrd. €]
Für die First of Class von SGV, SPNV, SPFV	3,5
Für den Serienrollout von SGV, SPNV, SPFV	4,5
Für die Betreiber (Ersatzfahrzeuge...)	~1,0
Neben- bzw. Instandhaltungsfahrzeuge, Museums- und Touristikfahrzeuge	~1,0
Bundesweiter Gesamtbedarf	~10

⁵ „DSD-Rollout – Fachliche Konsultation mit Marktteilnehmer:innen“, 7. April 2022 (<https://fahrweg.dbnetze.com/resource/blob/7547722/e23e2c1021d61061787b703df2c9d633/Unterlage-data.pdf>).

Ergebnis aus dem Punkt 4.1.1 „Ausgangslage“:

Die tatsächlichen Zahlen können folgender Tabelle entnommen werden.

Aktueller Förderbedarf DKS (Istzahlen der evaluierten DKS-Nahverkehrsprojekte):

Anzahl	EVU:	DB Regio	SFBW	Summe
FoC		3	8	11
Serie		212	240	452
Summe		215	248	463

Kostensätze [Mio €]

Je FoC-Projekt	>30	ca. 20 (5-28)
Je Serienfahrzeug	0,3-0,4	0,3-0,4

Gesamtkosten [Mio €]

FoC	110	152	262
Serie	91	115	206
Summe	201	267	468

Förderanteil

FoC	90%	90%
Serie	50%	50%

Bundesmittelanteil

[Mio €]

FoC	100	137	237
Serie	46	58	104
Summe	146	195	341

Im Vergleich zu der in Abschnitt 4.1.1 aufgeführten Tabelle der Wirtschaftlichkeitsberechnung umfassen die Förderanträge mehr Fahrzeuge als zunächst gedacht war. Zudem waren die Kostenannahmen aufgrund fehlender Vergleichsprojekte zu niedrig angenommen worden.

Details siehe Kapitel 5 (Evaluierung Preise). Die durchschnittlichen Kostensätze für FoCs haben nur informativen Charakter, sind aber nicht sachgerecht. Die tatsächlichen Kosten müssen aus der Anzahl von Major- und Minor-FoC und den entsprechenden Kostensätzen ermittelt werden. Des Weiteren unterscheiden sich die FoC-Kosten je Ausrüstungscluster.

6. Empfehlungen aus Sicht aller Beteiligten

6.1 Notwendigkeiten einer zentralen Koordinierung:

Aufbauend auf der funktionalen Beschreibung anhand eines Beispiels (Anlage 7, „Koordinationsmodell zentraler Koordinator DSD-Fahrzeugausrüstungen“), welches von der DSD GmbH im Juni 2022 erarbeitet wurde, werden nachfolgend ergänzend weitere Aufgaben definiert.

Diese leiten sich aus den Erfahrungen bzw. Erkenntnissen der DKS-Förderrichtlinie her.

Folgende Aufgaben sind bei einer bundesweiten Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung zentral anzusiedeln:

1. Aufgrund der zu erwartenden Schwierigkeiten im Projektablauf sowie des hohen Abstimmungsaufwandes aufgrund einer Vielzahl von Stakeholdern (verschiedene Fahrzeughersteller vs. DSD-Fahrzeugausrüster, Fahrzeugeigentümer, Fahrzeughalter, Instandhalter, Eisenbahnverkehrsunternehmen, Eisenbahninfrastrukturunternehmen, Aufgabenträger, Ministerien, Aufsichtsbehörden, politische Gremien etc.) bedarf es einer zentralen Steuerung.
2. Ableitend aus der Komplexität der Flirtfahrzeuge und der TCMS-Problematik wird empfohlen, die Möglichkeit von Direktvergaben für FoC-Projekte in Cluster 1a, 1b und 2a mit dem OEM in Betracht zu ziehen. Die Fahrzeugleittechnikangepassung ist abhängig vom OEM und führt zur Empfehlung, dass Cluster 1a, 1b, 2a sinnvollerweise bei fehlenden standardisierten Schnittstellen unter der Führung des OEM zu erbringen ist.
Bedingung hierfür ist, dass durch vergaberechtlich legitimierte Ausschreibungen ein Preiswettbewerb durch eine zentrale Vergabestelle sichergestellt werden kann. Als Beispiel kann die Beschaffung Digitaler Stellwerke herangezogen werden, die zentral gesteuert wird.
3. Es müssen Rahmenverträge erarbeitet und zentral vergeben werden, damit die Anzahl der Ausschreibungsverfahren sowie der Vertragsabschlüsse und damit auch die gesamte Nachrüstphase erheblich reduziert wird. In diesem Zusammenhang muss eine Priorisierung der Baureihen vorgenommen werden, um die ersten ausschließlich entsprechend DSD-Zielbild inkl. ETCS Level 2 „ohne Signale“ ausgerüsteten Netzbezirke zu erfassen. Dabei sind zugleich die besonders komplexen Baureihen heranzuziehen (komplexe FoC, große Stückzahlen mit langen Umrüstzeiten etc.).

4. Sobald der Umfang einer DSD-Fahrzeugnachrüstung einer Baureihe vorliegt, muss der OEM zentral gesteuert ein gesteuertes Nachrüstungsprogramm pro Baureihe inkl. deren Varianten „en bloc“ für die Seriennachrüstung anbieten. Hierfür muss – zentral gesteuert – ein festgelegter Zeitrahmen für die Zuwendungsempfänger angeboten werden, in dem sie sich mit ihren Fahrzeugen der standardisierten DSD-Fahrzeugnachrüstung anschließen müssen.
5. Es können nicht für alle auszurüstenden Fahrzeuge separate Fördermittelanträge beim Bund gestellt werden. Daher ist es zu ermöglichen, dass zentral koordiniert Fördermittelanträge gestellt werden können und Fördermittel zentral verteilt werden. Eine Förderung ist daher nur zu gewähren, wenn dies zentral koordiniert wird. Hierfür ist es erforderlich, dass alle Betreiber, Halter bzw. Eigentümer erfasst werden und wg. der zwingenden Mitwirkungsnotwendigkeit auch der Kontakt zum Fahrzeughersteller (OEM) hergestellt wird.
6. Anträge auf Genehmigung des vorzeitigen Maßnahmenbeginns sind zentral nach einheitlichen Maßstäben zu gewähren.
7. Durch eine zentrale Koordinierung ist sicherzustellen, dass Projektmanagementkosten erheblich gesenkt werden.
8. Sicherstellung, dass ein Fahrzeugausrüster einer betroffenen Baureihe die FoC-Nachrüstung aller bundesweit vorhandenen Varianten nachrüstet.
9. Während der DSD-Fahrzeugnachrüstung ist der Eisenbahnbetrieb weiter aufrechtzuhalten. Hierfür ist die Ersatzfahrzeugstellung zentral zu koordinieren.
10. Eine Förderfähigkeit sollte grundsätzlich nur bei Umsetzung aller Bestandteile des technischen DSD-Zielbildes (inkl. ETCS, ATO GoA 2, TIMS, FRMCS, TCR) vorgenommen werden, da nur somit die Nutzung und Umsetzung des technischen DSD-Zielbildes auf der Schieneninfrastruktur des Bundes möglich ist und erst damit die damit einhergehenden verkehrs- und klimapolitischen Zielsetzungen vollumfänglich umgesetzt werden können. Hierbei sollten jedoch für verschiedene Fahrzeugklassen unterschiedliche Anforderungskataloge in der Förderrichtlinie zentral erarbeitet werden, die dann aber wieder verbindlich und einheitlich für diese Fahrzeugklasse sind. Aufgrund der technischen Weiterentwicklung müssen Innovationen zentral gesteuert auch im Nachgang zusätzlich als Fördervoraussetzungen aufgenommen werden können (zum Beispiel die Digitale Automatische Kupplung im Schienengüterverkehr).
11. Einheitliche standardisierte Schnittstellen können nur als Fördervoraussetzung gefordert und implementiert werden, wenn sie zentral koordiniert und gefordert werden. Erst damit

wird es in Zukunft möglich, die DSD-Fahrzeugnachrüstung unabhängig vom Fahrzeughersteller (OEM) zu deutlich niedrigeren Preisen zu stemmen.

12. Es muss zentral koordiniert werden, welche Fahrzeugzustandsdaten (TCR-Daten) über den Kommunikationskanal zwischen ATO-OB und ATO-TS an die intelligente Verkehrsleittechnik (CTMS) übermittelt werden, damit das CTMS auch vollumfänglich genutzt werden kann. Dies gilt im Hinblick auf Verfügbarkeit, Umfang, Genauigkeit, Frequenz sowie Format der bereitgestellten Daten.
13. Ohne die Konzentration der „quasi-industriellen“ Umrüstungszentren für FoC-Fahrzeuge kann ein bundesweiter DSD-Rollout keinesfalls bis zum Jahr 2035 gelingen. Der Ansatz von Umrüstungszentren für FoC-Fahrzeuge stellt eine große Investition für die Industrie dar, da personelle, maschinelle und Infrastruktur-Kapazitäten sowohl bei FoC-Fahrzeugnachrüstern als auch bei Subunternehmen aufgestockt und vorgehalten werden müssen. Für derart weitreichende Investitionen sind konstante und verlässlich zugesagte Volumen an FoC-Projekten unbedingt notwendig, die zentral zugewiesen werden müssen.
14. Es sollte idealerweise auch bei den Seriennachrüstungen eine Bündelung der Baureihen zentral koordiniert werden. Zu Beginn des FoC-Projektes sollten alle Eigentümer/Halter/Betreiber einer Baureihe zentral koordiniert werden und die Bedingungen der Seriennachrüstung über Rahmenverträge vereinbart werden. Diese Bedingungen gelten dann zwischen Nachrüster und Eigentümer/Halter/Betreiber. Eigentümer/Halter/Betreiber rufen dann beim Nachrüster zu diesen Konditionen eine DSD-Fahrzeugnachrüstung beim Nachrüster ab. Die Abrufe müssen dann nicht zentral koordiniert werden, wobei der zentrale Koordinator gegebenenfalls aber als Schlichter/ Vermittler agieren sollte.
15. Nur eine zeitliche und organisatorische Koordinierung aller Fahrzeuge der gleichen Baureihe kann verhindern, dass keine weiteren Fahrzeuge einer Baureihe als separate FoC-Projekte betrachtet und finanziert werden müssen. Nur so können Ressourcen- und Kostenaufwände erheblich reduziert werden.

Empfehlung zur Ausgestaltung einer zentralen Koordinierung

Ohne verpflichtende zentrale Steuerung der bundesweiten DSD-Fahrzeugnachrüstung muss davon ausgegangen werden, dass neben der fehlenden Industriekapazität ein doppelt so hoher Finanzierungsbedarf allein für die FoC-Projekte der Fahrzeuge im SPNV, SPfV und SGV an-

genommen werden muss. Zudem wird ohne zentrale Steuerung ein Abschluss eines bundesweiten DSD-Rollouts bis zum Jahr 2035 nicht möglich sein. Die Schaffung einer zentralen Koordinationsstruktur im Rahmen einer vom Sektor unterstützten und mit Kompetenz ausgestatteten Organisation u. a. zur Umsetzung der Bündelung, Allokation von Fördermitteln und Schaffung der vertraglichen Basis (idealerweise basierend auf Rahmenverträgen) zwischen Fahrzeugausrüster und Fahrzeughalter, -eigentümer und -betreiber für FoC und Serie ist daher zwingend erforderlich.

Um die Vielzahl von Stakeholdern und den daraus resultierenden Abstimmungsaufwand im Rahmen des DSD-Rollouts besser managen zu können, bedarf es für die bundesweite DSD-Fahrzeugnachrüstung der Unterstützung durch einen zentralen Koordinator. Ziel dieser Konstellation ist es, eine „DSD-Fahrzeugnachrüstungs-Programmabwicklung“ und nicht eine „case-by-case“-Ausschreibung durchzuführen. Damit könnten Ausschreibungen bzw. Bestellungen als „DSD-Programm-Strategie“ erfolgen.

Dieser zentrale Koordinator sollte jedoch bei einer noch zu gründenden zentralen Koordinierungsstelle unter Beteiligung des Gesamtsektors angesiedelt werden, damit die DSD-Fahrzeugnachrüstung zentral koordiniert wird und wettbewerbsrechtliche Aspekte Berücksichtigung finden. Die Verkehrsministerkonferenz hat daher am 12.10.2022 einstimmig den Bund aufgefordert, die Gründung einer DSD GmbH des Bundes / Projektgesellschaft zu prüfen.

6.2 Dringlichkeit der Umrüstung des Schienengüterverkehrs – im Digitalen Knoten Stuttgart und bundesweit

Mit den ersten Teilinbetriebnahmen des Bausteins 3 des DKS ab dem Jahr 2027 ist es aufgrund der nahezu überall vorhandenen Mischverkehrsstrecken zwingend erforderlich, auch den Schienengüterverkehr (SGV) mit einer DSD-Fahrzeugausrüstung auszurüsten, damit insbesondere ETCS Level 2 „ohne Signale“ als Trägersystem für die Digitalisierung der Schiene umgesetzt werden kann. Eine kostenintensive Mehrfachausrüstung der infrastrukturseitigen Leit- und Sicherungstechnik kann so vermieden werden. Unter Berücksichtigung der Dauer eines einzelnen Fahrzeugnachrüstprojektes (siehe Abschnitt 4.3.1) muss umgehend begonnen werden, um die ersten Inbetriebnahmen des Bausteins 3 des DKS nicht zu gefährden. Der Schie-

nengüterverkehr ist nicht zuletzt durch den effizienten intramodalen Wettbewerb margschwach und steht zudem in besonders intensiven intramodalen Wettbewerb zur Straße. Unter diesen Randbedingungen drohen durch die Belastung der immensen Investitionen in die DSD-Fahrzeugausrüstung (deren betriebswirtschaftlicher Nutzen sich erst nach Ausrüstung größerer Teile des Netzes einstellt) Wettbewerbsverzerrungen, sowohl intramodal als auch intermodal zur klimaschädlichen Straße. Die Dringlichkeit einer zeitnahen Förderung des SGV stellt sich also nicht erst durch den bundesweiten DSD-Rollout, sondern bereits im DKS ein.

Die bestehende Möglichkeit, die existierende DKS-Förderrichtlinie „einfach“ durch den SGV zu nutzen, um schnell beginnen zu können, ist unkompliziert möglich, birgt dabei jedoch erhebliche Nachteile: Es wäre weder die Betrachtung aller Fahrzeuge des SGV in Deutschland durch eine zentrale Koordinationsstelle (Fahrzeuge müssten Stuttgart Bezug haben) noch die Bündelung von FoC-Fahrzeugen und das Heben der damit einhergehenden zeitlichen und finanziellen Synergien möglich. Die dieser Evaluierung zugrunde liegenden Erkenntnisse bzgl. einer koordinierten FoC-Fahrzeugnachrüstung würden damit keinesfalls genutzt werden können, um den DSD-Rollout so schnell und kosteneffizient wie möglich zu gestalten. Einsparungen in Milliardenhöhe wären somit nicht mehr möglich. **Daher empfehlen Alstom, SFBW/VM BW und die Deutsche Bahn, die bundesweite Förderung der Fahrzeugnachrüstung im SGV umgehend zu beginnen. Dies kann wie in Abschnitt 6.4 beschrieben durch eine räumliche und finanzielle Ausdehnung der DKS-Förderrichtlinie auf das gesamte Bundesgebiet erfolgen, um sämtliche Fahrzeuge des SGV erfassen und die FoC-Nachrüstung vollständig fördern zu können.**

Für diese Herangehensweise sprechen auch die Erfahrungen aus den GSM-R-Nachrüstungen: Zum einen hat sich gezeigt, dass ein Förderregime seinen Nutzen nicht voll entfalten kann, solange es noch in der Weiterentwicklung steckt. Für die EVU ist es essenziell, Planungssicherheit hinsichtlich der Förderkriterien zu haben. Zum anderen konnte die für Ende des Jahres 2022 avisierte Änderung der Netzzugangskriterien für gehärtete GSM-R-Geräte nicht den verspäteten Beginn der erfolgten umfangreichen Bundesförderung kompensieren. Sie wurde von der Bundesnetzagentur (BNetzA) nicht genehmigt und damit de facto verschoben. Wird bei der DSD-Fahrzeugausrüstung zu spät umfangreich gefördert, ist zu erwarten, dass auch hier die Eisenbahnverkehrsunternehmen des SGV erst mit einer auf die Erfordernisse des Sektors zugeschnittenen Förderrichtlinie die DSD-Fahrzeugnachrüstung starten und in der Folge einen

realistischen Nachrüstzeitraum einfordern – und schlussendlich höchstwahrscheinlich auch bekommen. In der Konsequenz wäre mit einer Verschiebung und einem verspäteten Einsetzen des dringend erforderlichen Nutzens der Digitalisierung zu rechnen, womit die politische Rechtfertigung für die milliardenschweren Investitionen mit Steuergeldern verloren gehen würde. Die im Abschnitt 6.3 kursiv hinterlegten Passagen zur Einbeziehung des SGV der DKS-Förderrichtlinie (in den Ziffern 1, 2, 4 und 7) ergeben sich zwar aus der Notwendigkeit, für den Baustein 3 des DKS aktiv zu werden, sollten aber aufgrund des begrenzten Fördervolumens und der aufgezeigten Mehrkosten gegenüber dem deutlich kosteneffizienteren bundesweiten DSD-Rollout nicht weiterverfolgt werden.

6.3 Zwingend notwendige Anpassungen der DKS-Förderrichtlinie auf Basis der Ergebnisse der Evaluierung

Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse, der ausgestellten Zuwendungsbescheide und des gegenwärtig ruhenden Widerspruchsverfahrens sind einige Anpassungen an der Förderrichtlinie für das Modellvorhaben DKS erforderlich, die in beiliegenden Kapitel 8 („Überarbeitung der DKS-Förderrichtlinie“) entsprechend verarbeitet wurden:

Bewilligungszeitraum und Zeitpunkte für Maßnahmenabschluss, für GIF und für Verwendungsnachweis

Durch die Ausstellung der Zuwendungsbescheide wurde offenbar, dass die DKS-Förderrichtlinie beim Bewilligungszeitraum, beim Zeitpunkt des Maßnahmenabschlusses, beim Zeitpunkt für die Vorlage der Genehmigung für das Inverkehrbringen für Fahrzeuge (GIF) und beim Zeitpunkt für die Vorlage des Verwendungsnachweises Interpretationsspielraum lässt, welcher geschlossen werden muss, um das Modellvorhaben erfolgreich umsetzen zu können.

Die Bewilligungsbehörde hat hierzu Folgendes im Zuwendungsbescheid festgesetzt:

„II. Der Bewilligungszeitraum endet am 31.12.2025. Erst danach anfallende Kosten werden nicht mehr bezuschusst, auch wenn sie vom bewilligten Volumen erfasst wären.“

„III. Die Maßnahme muss bis zum 31.12.2025 abgeschlossen und die Inbetriebnahmegenehmigung (IBG) erfolgt sein.“

„XII. Der Verwendungsnachweis ist 6 Monate nach Abschluss des Umrüstungsprojektes, spätestens jedoch zum 30.06. des Folgejahres dem [Eisenbahn-Bundesamt] vorzulegen.“

„X. Der Zuwendungsempfänger hat die Fahrzeugausrüstung entsprechend den eingereichten Antragsunterlagen durchzuführen, soweit die Maßnahmen auf Grundlage des Prüfberichtes behördlich hinsichtlich der Finanzierung gebilligt sind, [...]“

„3 die geförderte Maßnahme den Anforderungen des Anhangs 2 („A. Technische Prämissen“) der Förderrichtlinie entspricht.“

Aufgrund der Förderbedingungen der Förderrichtlinie und der Umsetzung aller drei Bausteine des DKS ist es zwingend notwendig, Innovationselemente, wie die Bereitstellung von Informationen zur Zugvollständigkeit, ATO GoA 2, FRMCS und standardisierter Schnittstellen (SS 119 und 139) im Rahmen der Inkraftsetzung der TSI ZZS 2022, nachgelagert zur Inbetriebnahme der Bausteine 1 und 2 des DKS final umzusetzen.

Diese Innovationselemente können zu einem großen Teil bereits bis zur Inbetriebnahme des Projekts „Stuttgart 21“, auf die Teile der Bausteine 1 und 2 des DKS aufsetzen, in die Schienenfahrzeuge implementiert werden. Allerdings können diese Innovationselemente erst nach der Inbetriebnahme des Projekts „Stuttgart 21“ im Jahr 2025 zugelassen, getestet und abgenommen werden. Die mit dem Zuwendungsantrag eingereichte Projektplanung sieht einen Abschluss des zweistufigen DSD-Fahrzeugnachrüstungsverfahrens für Mitte 2027 vor. Anschließend würde die Abrechnung mit den Auftragnehmern erfolgen, welche erfahrungsgemäß erst ca. 1 bis 2 Jahre nach der Abnahme der Fahrzeuge abgeschlossen ist.

In der Konsequenz müsste die Ausrüstung der Fahrzeuge mit der Interpretation der Bewilligungsbehörde bereits im Jahr 2023 abgeschlossen sein. Dies ist praktisch nicht umsetzbar. Zudem ist ein Vorziehen der Innovationstechnologien nicht vollständig möglich, da die europäische TSI-Spezifikation erst Anfang 2023 in Kraft tritt, zusätzliche Zeit für die Produktreife durch die Hersteller vorgesehen werden muss und überdies durch die Überfrachtung der Fahrzeugausrüstung ein erhebliches Inbetriebnahmerisiko für das Projekt Stuttgart21 entsteht.

Um eine Abrechnung bis zum 31.12.2025 zu ermöglichen, bliebe nur der Verzicht auf die Innovationselemente, womit der Modellvorhabencharakter der Förderung vollständig entfallen würde und keine vollständige DSD-Fahrzeugausrüstung modellhaft implementiert werden könnte.

Zudem könnte auch der Baustein 3 des DKS mit den weiteren innovativen Technologien des DSD-Zielbildes (FRMCS, CTMS und ETCS Hybrid Level 3) nicht mehr im gewünschten Umfang umgesetzt werden, da die zur infrastrukturellen Umsetzung zwingend erforderliche komplementäre vollständige DSD-Fahrzeugausrüstung fehlen würde. Im Weiteren würden sämtliche Kosten, die nach dem 31.12.2025 entstehen, nicht mehr bezuschusst, obwohl sich die Projektlaufzeit antragsgemäß bis Ende des Jahres 2027 erstreckt.

Empfehlungen zur Anpassung der Ziffer 9 der DKS-Förderrichtlinie:

9. Geltungsdauer

- (1) Das Modellvorhaben hat am 01. Januar 2021 begonnen. Die Bekanntmachung erfolgt nach Notifizierung und Genehmigung durch die europäische Kommission auf der Homepage des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur und des EBA.
- (2) Das Modellvorhaben endet fünf Jahre nach Notifizierung der Richtlinie. Anträge auf Förderung im Rahmen dieses Modellvorhabens müssen bis zu diesem Zeitpunkt einen Zuwendungsbescheid erhalten haben, um als genehmigt zu gelten~~abschließend genehmigt sein.~~
- (3) Der Zuwendungsempfänger muss jährlich über den Projektfortschritt und dem prognostiziertem vollständigem Projektabschluss berichten. Der Erhalt der Genehmigung für das Inverkehrbringen für Fahrzeuge (GIF) des mit einer vollständigen DSD-Fahrzeugausrüstung ausgerüsteten Fahrzeugs ist abhängig vom Zeitpunkt des vollständigen Projektabschlusses. Den Erhalt der GIF hat der Zuwendungsempfänger unverzüglich dem Zuwendungsgeber mitzuteilen. Eine Schlussabrechnung erfolgt ein Jahr nach Erhalt der GIF und dem vollständigen Abschluss der DSD-Fahrzeugausrüstung und damit im Zweifel außerhalb der Geltungsdauer der Förderrichtlinie.~~Liegt der Zeitpunkt des Projektabschlusses außerhalb der Geltungsdauer der Förderrichtlinie, können genehmigte Förderanträge Fördermittel erhalten, wenn im Jahr der Bescheidung im Haushalt entsprechende Verpflichtungsermächtigungen verfügbar sind, und in der Förderrichtlinie für die Förderanträge entsprechende Laufzeiten vorgesehen sind.~~

Gesamtfördersumme der Förderrichtlinie

Die DKS-Förderrichtlinie gibt eine Gesamtfördersumme in Höhe von 200 Mio. € vor. Bereits die DKS-Fahrzeugnachrüstungsprojekte der DB Regio AG und der SFBW, die im Wettbewerb vergeben wurden, benötigen wie im Jahr 2019 geäußert, höhere Fördermittelbeiträge in Höhe von 341 Mio. €. Daher sollte die Begrenzung des Gesamtfördersumme bei einer Fortschreibung der DKS-Förderrichtlinie entfernt werden, um Spielräume zu nutzen, die durch die Bereitstellung von zusätzlichen Bundeshaushaltsmitteln geschaffen werden. Trotz der Gesamtfördersumme in Höhe von 200 Mio. € konnten nur Mittel in Höhe von 113 Mio. € verausgabt werden:

„Insgesamt stehen somit Haushaltsmittel und Verpflichtungsermächtigungen i.H.v. 113.000.000 € bei Haushaltsstelle 1202 891 06 für eine Förderung zur Verfügung.“ (vgl. Kapitel 2.5 des Prüfberichts zum Zuwendungsbescheids vom 28.12.2021).

Empfehlungen zur Anpassung des Absatzes 4 der Ziffer 1 der DKS-Förderrichtlinie:

1. Zuwendungszweck, Rechtsgrundlage

(4) Ein Anspruch des Antragstellers auf Gewährung der Zuwendung besteht nicht. Die Bewilligungsbehörde entscheidet aufgrund ihres pflichtgemäßen Ermessens im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel. ~~Dabei wird von einem Fördervolumen von höchstens 200 Mio € über die Laufzeit des Modellvorhabens ausgegangen.~~

Förderhöchstbetrag

In der Förderrichtlinie existiert keine Vorgabe, dass lediglich ein Förderhöchstbetrag gewährt werden kann. Bereits die Präambel der Förderrichtlinie weist darauf hin, dass es „Ziel des Modellvorhabens ist – mit der anteiligen Förderung einer Ausrüstung der Bestandsfahrzeuge mit ERTMS im Zusammenhang mit der korrespondierenden Fahrwegausrüstung – Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können, frühzeitig zu identifizieren und lösen zu können.“ Dies wird in Ziffer 5 Absatz 1 der Förderrichtlinie aufgegriffen: „Die Zuwendung erfolgt als Projektförderung im Wege der Anteilfinanzierung. Sie wird als nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt.“ Im Weiteren existiert in der Förderrichtlinie kein Hinweis auf einen Höchstbetrag und in der Folge auch kein Hinweis, dass dieser nicht überschritten werden dürfe.

Zwar geben die allgemeinen Verwaltungsvorschriften zur Bundeshaushaltsordnung (VV-BHO) vor, dass die Zuwendung auch bei einer Anteilfinanzierung bei der Bewilligung auf einen Höchstbetrag zu begrenzen ist (vgl. Ziffer 2.2.1 der VV-BHO). Allerdings erschließt sich vor dem Hintergrund, dass mindestens 200 Mio. € Fördermittel vorhanden sind, nicht, dass der Höchstbetrag des Zuwendungsbescheids im Projektverlauf nicht überschritten werden darf. Im Bundeshaushalt wurden mittlerweile deutlich mehr als 113 Mio. € im Haushalt veranschlagt, die verteilt werden können. Mit einem Förderhöchstbetrag ohne eine Öffnungsklausel, die es ermöglicht, dass bei weiteren Bundeshaushaltsmitteln weitere Zuwendungen gewährt werden können, muss der Zuwendungsempfänger alle über den Förderhöchstbetrag hinausgehenden Kosten selber tragen. Dies führt dazu, dass Zuwendungsgeber beispielsweise kein Interesse haben, die 2. Stufe der DSD-Fahrzeugausrüstung umzusetzen. In der Folge würde der Zweck des Modellvorhabens konterkariert und die Umsetzung des "Digitalen Knoten Stuttgart" mit seinen 3 Bausteinen unmöglich.

Entsprechend Ziffer 7 Absatz 4 der Förderrichtlinie erfolgt die Gewährung von Zuwendungen "in der Reihenfolge des Antragseingangs. Für den Zeitpunkt des Antragseingangs ist das Eingangsdatum des vollständigen und bescheidungsreifen Antrags maßgeblich.". Damit wäre eine spätere Gewährung von weiteren Fördermitteln im Grunde möglich.

„I. [...] eine Bundeszuwendung von bis zu 90 % einer FoC-Ausrüstung und bis zu 50 % einer Serien-Ausrüstung der festgestellten Kosten (Projektförderung) als nicht rückzahlbarer Zuschuss bis zu einem Höchstbetrag von XX € gewährt.“

„Hinweise: 2. Der Höchstbetrag des Zuwendungsbescheids darf nicht überschritten werden.“

Empfehlungen zur Anpassung des Absatzes 1 der Ziffer 5 der DKS-Förderrichtlinie:

5. Art, Umfang und Höhe der Zuwendung (1) Die Zuwendung erfolgt als Projektförderung im Wege der Anteilfinanzierung in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Bundeshaushaltsmittel. Sie wird als nichtrückzahlbarer Zuschuss gewährt.

Damit würde gewährleistet, dass in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Bundeshaushaltsmittel auch die tatsächlich bis zum Abschluss des Nachrüstungsprojekts anfallenden zuwendungsfähigen Kosten in Höhe von bis zu 90 Prozent (FoC) bzw. 50 Prozent (Serie) gefördert werden können. Dass die Fördersätze auf die tatsächlich anfallenden zuwendungsfähigen Kosten gewährt werden, ist im Bereich des Bundes-GVFG gang und gäbe.

Förderhöhe

Die Förderrichtlinie enthält keinerlei Vorgaben für eine detaillierte Aufschlüsselung der Gesamtkosten. Sämtliche zur Verfügung stehenden Antragsunterlagen wurden durch die DB Regio AG und die SFBW vollumfänglich ausgefüllt und eingereicht. In den Erläuterungsberichten wurden die eingetragenen Gesamtkosten so genau wie es zum Zeitpunkt der Antragsstellung möglich war, aufgeschlüsselt. Nichtsdestotrotz wurden seitens der Bewilligungsbehörde bei diesem Modellvorhaben, welches die erstmalige Implementierung einer DSD-Fahrzeugausrüstung zum Ziel hat, pauschale Abzüge vorgenommen:

„Eine inhaltliche Prüfung der einzelnen Anträge – insbesondere auf Plausibilität der Kosten – ist auf Grundlage der beigebrachten Unterlagen allerdings nicht vollumfänglich möglich, da vonseiten der Antragssteller die Kosten nicht weiter als auf Grundlage der lediglich grob gegliederten Ausschreibungsunterlagen (vergleichbar den Kategorien der Anlage C der Förderrichtlinie) aufgeschlüsselt werden können. Daher ist im Einzelnen auch nicht nachvollziehbar, wie die Preisunterschiede zwischen den beantragten Baureihen einerseits insbesondere aber zwischen den Kosten für eine Serienausrüstung je Fahrzeug und der FoC-ausrüstung andererseits zustande kommen. Die Bewilligungsbehörde geht jedoch davon aus, dass aufgrund der Anzahl der vorliegenden Anträge eine Bewertung der Marktsituation gleichwohl qualitativ und quantitativ möglich ist.“

„Der Förderung wird daher ein aus Sicht der Bewilligungsbehörde als marktangemessen anzusehender Preis für die Umrüstung der FoC- und Serienfahrzeuge zugrunde gelegt. Hieraus

werden individuelle Fördersätze abgeleitet, welche die prozentual festgelegten Fördersätze der Richtlinie in jedem Einzelfall nicht überschreiten.“

Im Rahmen der Fortschreibung der DKS-Förderrichtlinie sind daher weitere Vorgaben an die Aufschlüsselung der angegebenen Kosten vorzunehmen. Hierfür würde sich ein eigener Anhang der DKS-Förderrichtlinie eignen. Grundlage kann die seit dem 17.08.2022 vorliegende Preisdifferenzierung der evaluierten DKS-Nachrüstprojekte sein. Da hierzu erst am 9. Dezember 2022 mit der Bewilligungsbehörde eine Rücksprache stattfinden kann, konnte zum Redaktionsschluss noch keine Empfehlung ausgearbeitet werden.

Berücksichtigung aller Verkehrsarten und Bestandsfahrzeuge, die bis zum Ende der DKS-Förderrichtlinie beschafft wurden

Eine große Schwäche der DKS-Förderrichtlinie ist es, dass lediglich die DSD-Fahrzeugausrüstung von Fahrzeugen des Nah- und Fernverkehrs sowie Nebenfahrzeuge gefördert werden. Damit kann jedoch nicht der Baustein 3 des „Digitalen Knotens Stuttgart“ umgesetzt werden. Da dort insbesondere der Schienengüterverkehr verkehrt, würde es nur mit einer Förderung dieser Verkehrsart gelingen, den Baustein 3 entsprechend dem DSD-Zielbild inkl. ETCS Level 2 „ohne Signale“ bzw. ETCS Level 3 Hybrid auszubilden. Allerdings muss sichergestellt werden, dass Fahrzeuge des Schienengüterverkehrs ausschließlich über eine zentrale Koordination gefördert werden, damit die oben aufgezeigten Kostensenkungen erzielt werden können.

Zudem war es sehr hilfreich, dass auch Bestandsfahrzeuge, die bis zum 31.12.2021 beschafft wurden, gefördert wurden. Allerdings muss dabei bedacht werden, dass es trotz rechtzeitiger verbindlicher Vergabeentscheidung nicht ausgeschlossen werden kann, dass Nachprüfungsverfahren vor den Vergabekammern folgen und die Vergabeentscheidung hinterfragen. Diese Frist sollte unter der Bedingung noch gewährt werden, dass die Vergabeentscheidung seitens der Rechtsprechung bestätigt wird. Zudem ist zu empfehlen, die Frist für die Berücksichtigung dieser Bestandsfahrzeuge jeweils bis zum Ende einer fortzuschreibenden DKS-Förderrichtlinie zu verlängern, um sicherzustellen, dass möglichst viele Fahrzeuge mit einer DSD-Fahrzeugausrüstung ausgerüstet werden, da die Einforderung einer vollständigen DSD-Fahrzeugausrüstung gegenwärtig über die Nutzungsbedingungen Netz der DB Netz AG (NBN) nicht möglich ist. Zudem muss berücksichtigt werden, dass es für bestimmte Fahrzeuge nicht möglich ist, die notwendigen Daten zum ausgerüsteten Schienenfahrzeug innerhalb eines

Monats in einem Ausrüstungsregister einzutragen. Hier bedarf es einer weicheren Formulierung.

Empfehlungen zur Anpassung der Ziffer 1, 2, 4 und 7 der DKS-Förderrichtlinie

1. Zuwendungszweck, Rechtsgrundlage

(2) Mit dem Modellvorhaben sind die folgenden Förderziele verbunden:

- Die DSD-Fahrzeugausrüstung von Fahrzeugen des Schienenpersonenfernverkehrs, des Schienenpersonennahverkehrs und des Schienengüterverkehrs sowie Neben- bzw. Instandhaltungsfahrzeuge und Museums- und Touristikfahrzeuge gemäß dem Betrieblich-Technischen Zielbild des Rollouts der „Digitalen Schiene Deutschland“
- Frühzeitige Identifikation und Lösung von Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können.
- Ermittlung der Potentiale und möglicher Kapazitätssteigerungen einer räumlich und zeitlich koordinierten Einführung von ERTMS parallel (Fahrzeug- und infrastrukturseitig) im Hinblick auf eine Netzbezirk basierte Umsetzungsstrategie für die Digitale Schiene Deutschland.
- Entwicklung TSI-konformer deutschlandweiter ERTMS-Standards bei Fahrzeugausstattung und Schnittstellen.
- Fahrzeughalterübergreifende Nutzbarmachung der im Zuge der First-of-Class-Umrüstung gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Serienumrüstung.

2. Gegenstand der Förderung

(1) Gefördert werden Fahrzeuge des Schienenpersonenfernverkehrs, des Schienenpersonennahverkehrs und des Schienengüterverkehrs sowie Neben- bzw. Instandhaltungsfahrzeuge und Museums- und Touristikfahrzeuge, die im „Digitalen Knoten Stuttgart“ eingesetzt werden („Bestandsfahrzeuge“). Förderfähige Instandhaltungsfahrzeuge sind in Anhang 3 „Baureihen Instandhaltungsfahrzeuge“ aufgelistet. Nach dem Zeitpunkt der Bekanntmachung der Richtlinie öffentlich zur Bestellung ausgeschriebene oder nach dem 31.12.2027~~21~~ verbindlich bestellte Fahrzeuge des Schienenpersonenfernverkehrs, des Schienenpersonennahverkehrs und des Schienengüterverkehrs sowie Neben- bzw. Instandhaltungsfahrzeuge Triebfahrzeuge, Steuerwagen und Instandhaltungsfahrzeuge werden im Rahmen des Modellvorha-

bens-nicht gefördert. Als „verbindlich bestellt“ gilt ein Fahrzeug, wenn der Bestellungsvertrag von beiden Vertragsparteien bedingungslos unterzeichnet worden ist. Zudem wird unter „verbindlich bestellt“ auch der Zeitpunkt der Veröffentlichung der Vergabeentscheidung verstanden, wenn diese im Rahmen eines Klageverfahrens durch eine vergaberechtliche Urteilsverkündung bestätigt wird und die Genehmigung des vorzeitigen Baubeginns den Zeitpunkt der Urteilsverkündung umfasst.

(4) Fahrzeuge des Schienengüterverkehrs werden nur dann gefördert, wenn die DSD-Fahrzeugausrüstung von einem zentralen Koordinator zentral gesteuert wird.

4. Zuwendungsvoraussetzungen

cc) im Schienengüterverkehr dokumentiert, dass es auf den Schienenwegen der Eisenbahninfrastrukturunternehmen des Bundes im „Digitalen Knoten Stuttgart“ einschließlich Umland entsprechend Streckendefinition „Baustein 3“ des Digitalen Knotens gemäß Anhang 1 eine Laufleistung von über 5.000 km innerhalb der fünf folgenden Kalenderjahre nach der GIF (Genehmigung für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen) für die ERTMS-Ausrüstung fahren und sich im Einsatz befinden wird (Erwartungswert).

7. Verfahren

(98) Einen Monat nach Erhalt der Zuwendung ~~soll registriert~~ das EBA die Daten zu dem ausgerüsteten Schienenfahrzeug in einem Ausrüstungsregister registrieren. Die Zuwendungsempfänger sind verpflichtet, die Daten zu den ausgerüsteten Schienenfahrzeugen dem Zuwendungsgeber unverzüglich mitzuteilen. Unzutreffende oder unvollständige Angaben des Zuwendungsempfängers für den Eintrag im Ausrüstungsregister können zur Aufhebung des Zuwendungsbescheides gem. §§ 48 bis 49a des Verwaltungsverfahrensgesetzes führen.

Anpassungen zu ATO GoA 2

Der gesamte DKS erhält ATO GoA 2 und das dazugehörige CTMS. Im Juni 2022 wurde BMDV-seitig beschlossen, dass die Grundlage für den bundesweiten DSD-Rollout ETCS Level 2 „ohne Signale“ und ATO GoA 2 sein soll (sog. 1. Stufe DSD „Plus“). Eine separater ERTMS/ATO-Rolloutplan wird und wurde daher seitens der DB Netz AG nicht erarbeitet. Damit können sämtliche Einschränkungen zur Förderung von ATO GoA 2 entfallen. Ein separater Nachweis und ein separater ERTMS/ATO-Rolloutplan sind nicht mehr erforderlich.

Empfehlungen zur Anpassung der Präambel und der Ziffer 1 und 4 der DKS-Förder- richtlinie

Präambel

[...]

Die ~~Zugsteuerung über~~ ERTMS setzt die digitale Kommunikation zwischen Infrastruktur und Schienenfahrzeug voraus, so dass beide koordiniert ausgerüstet werden müssen. Ziel des Modellvorhabens ist - mit der anteiligen Förderung einer in Deutschland erstmaligen Ausrüstung der Bestandsfahrzeuge mit DSD-Fahrzeugausrüstung inkl. ERTMS und ATO GoA 2 im Zusammenhang mit der korrespondierenden Fahrwegausrüstung - Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können, frühzeitig zu identifizieren und lösen zu können und Kostensätze für eine bundesweite DSD-Fahrzeugausrüstung zu ermitteln. Der „Digitale Knoten Stuttgart“ (DKS) ist eine Erstanwendung mit zahlreichen Neuentwicklungen (z. B. ETCS mit HLB, ATO, Zugintegrität, standardisierte Schnittstellen, usw.) Dadurch soll der aufwendige Parallelbetrieb mehrerer Systeme zur Zugsteuerung fahrzeug- und streckenseitig auf ein Minimum beschränkt bzw. vermieden und damit Infrastrukturkosten gesenkt werden.

Die Effizienz der vorhandenen Infrastruktur - z. B. im Hinblick auf eine höhere Zuverlässigkeit oder eine engere Zugfolge - lässt sich mit Hilfe des automatisierten Bahnbetriebs (ATO – *automatic train operation*) weiter steigern. Das Fahren mit ATO gewährleistet, dass der zukünftige Anstieg der Fahrgastzahlen im klimafreundlichen Schienenpersonennahverkehr bedient werden kann. Die ATO-Schienenfahrzeugausrüstung schafft ferner die Voraussetzung für die spätere Einführung eines deutschlandweiten Traffic Management Systems (TMS). Daher soll im Rahmen des Modellvorhabens auch die ATO-Ausrüstung eines Schienenfahrzeugs gefördert werden, sofern diese zusammen mit einer im Modellvorhaben geförderten ERTMS-Ausrüstung durchgeführt ~~und die Infrastruktur für ATO ausgerüstet wird~~ wird. Dabei muss die Ausprägung „ATO over ETCS“ eingehalten und die ATO konform zu den EU-Vorgaben ausgeführt werden.

1. Zuwendungszweck, Rechtsgrundlage

(1) Mit der Förderung wird ein wesentlicher Anreiz gegeben, Schienenfahrzeuge, die im „Digitalen Knoten Stuttgart“ eingesetzt werden, mit ERTMS/ETCS auszurüsten. Daneben wird eine ATO-Ausrüstung gefördert, die dem Betrieblich-Technischen Zielbild des Rollouts der „Digitalen Schiene Deutschland“ entspricht (sog. DSD-Fahrzeugausrüstung). ~~wenn auf einer Infrastruktur betriebliche Leistungen erzielt werden sollen, die eine zusätzliche ATO-Ausrüstung notwendig machen.~~ Der „Digitale Knoten Stuttgart“ umfasst räumlich und infrastrukturseitig das Gebiet gemäß Anhang 1.

4. Zuwendungsvoraussetzungen

(3) Die Zuwendung bei einer DSD-Fahrzeugausrüstung mit ATO ~~entsprechend dem betrieblich-technischen Zielbild des Rollouts der „Digitalen Schiene Deutschland“~~ setzt zusätzlich zu dem Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung gemäß Anlage 2 und Absatz 2 voraus, dass

a) das antragsgegenständliche Fahrzeug auch mit ERTMS/ETCS im Rahmen des Modellvorhabens ausgerüstet wird, ~~und~~

b) der Antragsteller dokumentiert, dass die Ausrüstung des antragsgegenständlichen Fahrzeugs mit ATO ~~zusammen mit ERTMS Voraussetzung für das Befahren des „Digitalen Knotens Stuttgart“ gemäß dem ERTMS-/ATO-Rollout-Plan der DB Netz AG ist.~~

Antrag auf Genehmigung des vorzeitigen Maßnahmenbeginns

Es ist unbedingt erforderlich, die Genehmigung des vorzeitigen Maßnahmenbeginns zu beschleunigen. Die Einreichung eines bereits vollständigen Zuwendungsantrages verzögert den Projektablauf erheblich, da dieser sehr aufwendig ist und im Zweifel noch keine finalen Vergabeergebnisse enthalten kann. Absatz 2 der Ziffer 7 kann entfallen, da die DKS-Förderrichtlinie veröffentlicht wurde.

Empfehlungen zur Anpassung des Absatzes 2neu der Ziffer 7 der DKS-Förderrichtlinie

7. Verfahren

(1) Zuständig für den Vollzug der Förderung im Rahmen des Modellvorhabens ist das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) als Bewilligungsbehörde.

~~(2) Zuwendungsanträge können nach Veröffentlichung des Modellvorhabens eingereicht werden.~~

~~(32)~~ Zuwendungen zur Projektförderung dürfen nur für solche Vorhaben bewilligt werden, die vor Bekanntgabe des Zuwendungsbescheides noch nicht begonnen worden sind. Als Vorhabenbeginn ist grundsätzlich der Abschluss eines der Ausführung zuzurechnenden Lieferungs- und Leistungsvertrags zu werten. Sofern in Einzelfällen ausnahmsweise mit dem Vorhaben vor Bewilligung begonnen werden soll, ist der vorzeitige Maßnahmenbeginn mit oder nach Antragstellung bei der Bewilligungsbehörde zu beantragen und die Genehmigung des vorzeitigen Maßnahmenbeginns abzuwarten. Es ist nicht erforderlich, zeitgleich mit dem Antrag auf Genehmigung des vorzeitigen Maßnahmenbeginns den vollständigen Förderantrag einzureichen. Aus dieser Erlaubnis zum vorzeitigen Maßnahmenbeginn leitet sich jedoch kein Anspruch auf eine Zuwendung ab.

Ersatz des Wortes „Inbetriebnahmegenehmigung“ durch „Genehmigung für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen“ (GIF)

Aufgrund neuer Rechtslage müssen diese Fachbegriffe im gesamten Dokument angepasst werden.

Erweiterung des Begriffs FoC um Prototypenfahrzeuge

Die Festlegung eines FoC ist zu starr. Es gibt zwischen FoC- und Serienfahrzeugen noch sog. Prototypenfahrzeuge, deren Umbau etwas geringer aufwändig im Verhältnis zum FoC-Fahrzeug ist. Solche Fahrzeuge werden z. B. für die Zulassung von Mehrfachtraktionen benötigt.

Empfehlungen zur Anpassung des Absatzes 2 der Ziffer 2 der DKS-Förderrichtlinie

2. Gegenstand der Förderung

(2) Die Förderung unterscheidet zwischen

a) einer „First-of-Class“ (FoC)-Projektierung und -Ausrüstung des ersten Fahrzeugs (gegebenfalls inklusive weiterer Prototyp-Fahrzeuge z. B. für die Zulassung von Mehrfachtraktionen usw.) innerhalb einer Baureihe, die auch die für die FoC-Projektierung erforderlichen Tests und Genehmigungen/Zulassungen einschließt, soweit für diese Baureihe nicht bereits eine FoC-Projektierung und -Ausrüstung genehmigt wurde. Informationen hierzu finden sich auf der Homepage des Eisenbahn-Bundesamtes unter www.eba.bund.de/dks

Änderung Anhang 2 der DKS-Förderrichtlinie und Verweis auf Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung

Durch die abgeschlossene Innovationskooperation der DKS-Nachrüstprojekte der DB Regio AG und der SFBW existiert nun ein Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung, welches als Fördervoraussetzung generell vorgegeben werden sollte, um das DSD-Zielbild auf der Infrastrukturseite erreichen zu können. Von daher wird dringend empfohlen, das DSD-Fahrzeuglastenheft auf der Homepage der Bewilligungsbehörde zu veröffentlichen und im Anschluss die einzelnen Anforderungen im Anhang 2 zu löschen. Anhang 2 müsste jedoch umformuliert werden, sodass klar wird, dass das veröffentlichte DSD-Fahrzeuglastenheft Fördervoraussetzung ist. Für Instandhaltungsfahrzeuge, *Fahrzeuge des Schienengüterverkehrs* und Museumsbahnen können andere Lastenhefte mit differenzierten Anforderungen zur Anwendung kommen, die ebenfalls auf der Homepage veröffentlicht werden müssen.

Empfehlungen zur Anpassung des Anhangs 2 und der Ziffern 1 und 4 der DKS-Förderrichtlinie

Anhang 2:

Eine Förderung im Rahmen des Modellvorhabens setzt voraus, dass die zu fördernde Ausrüstungsmaßnahme die technischen Anforderungen erfüllt, die dem Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung entsprechen. Dieses Lastenheft ist auf der Homepage des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr und des EBA veröffentlicht.

Für *Fahrzeuge des Schienengüterverkehrs*, Instandhaltungsfahrzeuge und Museumsbahnen können auch auf der Homepage des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur und des EBA veröffentlichte Lastenhefte genutzt werden, die geringere technische Anforderungen an die DSD-Fahrzeugausrüstung stellen. Weitere Abweichungen können nur durch den Zuwendungsgeber auf Antrag bewilligt werden.

1. Zuwendungszweck, Rechtsgrundlage

(3) Der Bund gewährt im Rahmen des Modellvorhabens nach Maßgabe der §§ 23 und 44 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) sowie den dazu erlassenen Allgemeinen Verwaltungsvorschriften eine jeweils einmalige Zuwendung an Zuwendungsempfänger, die ihre Schienenfahrzeuge für die Nutzung im „Digitalen Knoten Stuttgart“ auf den Stand gemäß dem Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung (Anhang 2) ausrüsten.

4. Zuwendungsvoraussetzungen

(1) Die Zuwendung setzt voraus, dass die geförderte Maßnahme den Anforderungen gemäß dem Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung (Anhangs 2) entspricht.

6.4 Ausweitung des Geltungsbereiches der DKS-Förderrichtlinie auf das gesamte Bundesgebiet

Die gewählte Vorgehensweise zur Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung im DKS wird aus heutiger Sicht die Förderziele im DKS vollständig erreichen. Da das DKS-Pilotprojekt als Blaupause für den DSD-Rollout dient, ist die für den DKS gewählte Vorgehensweise für den bundesweiten DSD-Rollout weiterzuentwickeln und anzupassen.

Aus Sicht von Alstom, DSD, VM BW und die DB AG sind jedoch über die in Abschnitt 6.3 erwähnten Anpassungen hinaus noch folgende Themen in einer bundesweit gültigen Förderrichtlinie für die Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung zu berücksichtigen, bzw. anzupassen:

- Ausweitung des Anwendungsbereiches der Förderung auf bundesweit etwa 13.000 Fahrzeuge aus etwa 300 Baureihen des Schienenpersonenfernverkehrs, des Schienenpersonennahverkehrs und des Schienengüterverkehrs sowie Neben- bzw. Instandhaltungsfahrzeuge und Museums- und Touristikfahrzeuge
- Einforderung der Einhaltung der technischen Mindeststandards des betrieblich-technischen DSD-Zielbildes auf der Fahrzeugseite zur Erzielung des angestrebten Nutzens (Vorgabe eines verbindlichen Lastenheftes für die DSD-Fahrzeugausrüstung als Fördervoraussetzung)
 - Eine Förderfähigkeit sollte grundsätzlich nur bei Umsetzung aller Bestandteile des technischen DSD-Zielbildes der (inkl. ETCS, ATO GoA 2, TIMS, FRMCS, TCR/CTMS) als Bestandteil der DSD-Fahrzeugausrüstung vorgenommen werden, da nur somit die Nutzung und Umsetzung des technischen DSD-Zielbildes auf der Schieneninfrastruktur des Bundes möglich ist und erst damit die damit einhergehenden verkehrs- und klimapolitischen Zielsetzungen vollumfänglich erfüllt werden können.
 - Für Instandhaltungsfahrzeuge und Fahrzeuge der Museumsbahnen können und sollten auch auf der Homepage des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr und des EBA veröffentlichte Lastenhefte genutzt werden, die geringere technische Anforderungen an die DSD-Fahrzeugausrüstung stellen.
 - Für Fahrzeuge des Schienengüterverkehrs können und sollten auch auf der Homepage des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr und des EBA veröffentlichte Lastenhefte genutzt werden, die geringere technische Anforderungen an die DSD-Fahrzeugausrüstung stellen (z. B. Verzicht auf TIMS, da es hierfür noch keine europäische standardisierte technische Lösung gibt)
 - Hierbei sollten jedoch für verschiedene Fahrzeugklassen unterschiedliche Anforderungskataloge in der Förderrichtlinie über den zentralen Koordinator erarbeitet werden, die dann aber wieder verbindlich und einheitlich für diese Fahrzeugklasse sind. Aufgrund der technischen Weiterentwicklung müssen Innovationen auch im Nachgang zusätzlich als Fördervoraussetzungen aufgenommen werden können (z. B. die Digitale Automatische Kupplung für den Schienengüterverkehr).

- Ermöglichung des beschleunigten DSD-Rollouts bis 2035 durch Einrichtung der zentralen Koordinationsstelle (zentrale Koordinierungsstelle nach Abschnitt 6.1)
- Gegenstand der Förderung
 - Erweiterung der FoC von einem Fahrzeug auf die Fahrzeugausrüstung der ersten Fahrzeuge innerhalb einer Baureihe, die für die FoC-Projektierung erforderlichen Tests und Genehmigungen/Zulassungen notwendig sind
 - Limitierung der Förderung einer Fahrzeugbaureihe / Produktfamilie auf ein einmaliges, koordiniertes FoC-Projekt. Damit dies im Sektor akzeptiert wird, ist es erforderlich, eine vollständige Förderung zu gewähren. Ohne dies kann kein Fahrzeugbetreiber bzw. Fahrzeughersteller davon überzeugt werden, im Rahmen “seines” FoC-Nachrüstungsprojektes eine Zulassung für die bundesweit anzutreffende Produktfamilie umzusetzen, von der alle anderen Fahrzeugbetreiber dieser Fahrzeugbaureihe in Deutschland profitieren würden.
 - Aufnahme der VDB-Ausrüstungscluster zur Ermittlung der Komplexität, des Umfangs und der Kosten eines koordinierten FoC-Projektes
 - Cluster 1a: Major-FoC – nur Deutschland
 - Cluster 1b: Komplexe Major-FoC – internationaler Verkehr
 - Cluster 2a: Minor-FoC im Zusammenhang mit Major-FoC
 - Cluster 2b: Minor-FoC alleinstehend ohne TCMS
 - Cluster 4: Variante, die nur eine Dokumentation erfordert
 - Sicherstellung der kontinuierlichen Zuführung von Fahrzeugen bei der Seriennachrüstung
 - Erstattung der bei den Betreibern anfallenden förderfähigen Kosten z. B. Überführung, Schulung/Ausbildung, Ersatzfahrzeuge, Remanenzkosten, etc.
 - Definition Zuwendungsempfänger ist gemäß koordiniertem Ansatz anzupassen
 - Höhe der Zuwendung und Zahlungsbedingungen
 - Um die Optimierungspotenziale der zentralen Koordination vollständig heben zu können, ist eine Teilnahme aller Eigentümer/Halter einer Baureihe notwendig. Daher ist eine verbindliche Verpflichtung „ex ante“ zur Teilnahme am Umrüstprojekt zwingende Voraussetzung für den Erhalt von Fördermitteln. Wichtige Voraussetzung ist breite Kommunikation an den gesamten Sektor durch den zentralen Koordinator.

- Geltungsdauer und die Ermöglichung, für genehmigte Förderanträge auch außerhalb der Geltungsdauer der Förderrichtlinie Fördermittel zu bekommen, wenn der Zeitpunkt des Projektabschlusses außerhalb der Geltungsdauer der Förderrichtlinie liegt. Das bundesweite DSD-Rollout wird einen deutlich längeren Zeitraum als 5 Jahre beanspruchen. Hier bedarf es Rahmenbedingungen, die eine Förderung über 5 Jahre hinaus ermöglichen.

Eine Empfehlung für eine bundesweite Förderrichtlinie konnte aufgrund des Redaktionschlusses noch nicht final fertiggestellt werden.

Unter den oben aufgeführten Randbedingungen ist der Einstieg in die bundesweite Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung aller schienengebundenen Verkehrsarten notwendig und umgehend anzugehen. Um die komplexe eigentümerübergreifende Beteiligung am FoC-Projekt mit Prototypen zu erreichen, ist eine **vollständige Förderung** für FoC-Projekte zielführend.

Da eine Vorfinanzierung der bundesweiten DSD-Fahrzeugnachrüstung im Rahmen eines Investitionsvolumen im Umfang von mehreren Milliarden Euro seitens der Fahrzeugindustrie auf Grund des Gesamtvolumens nicht geleistet werden kann, sollte die Auszahlung der Zuwendungen in Teilschritten erfolgen.

Für diese Herangehensweise können Beispiele aus anderen EU-Mitgliedstaaten genannt werden (z. B. Niederlande).

6.5 Förderung von DSD-Fahrzeugausrüstung für Neufahrzeuge aus Sicht SFBW/VM BW, Alstom und Deutsche Bahn

Es hat sich herausgestellt, dass eine Förderung von Fahrzeugen, die vor dem Zeitpunkt der Bekanntmachung der Richtlinie öffentlich zur Bestellung ausgeschrieben oder vor dem 31.12.2021 verbindlich bestellt wurden, zu sehr aufschlussreichen Ergebnissen geführt hat. Die Ausschreibungsergebnisse für die 130 Coradia-Stream-HC-Neufahrzeuge haben aufgezeigt, dass eine Ausrüstung mit DSD-Fahrzeugausrüstung bei Neufahrzeugen erheblich kostengünstiger als bei Bestandsfahrzeugen ist. Im Durchschnitt ist eine Nachrüstung einer DSD-Fahrzeugausrüstung mehr als doppelt so teuer als eine DSD-Fahrzeugausrüstung ab Werk. Hinzu

kommen ein kaum noch zu beherrschender Koordinierungsaufwand zwischen allen Beteiligten, eine starke Beanspruchung ohnehin knapper Ressourcen und zusätzlich die Kosten für den Ersatzfahrzeugbedarf zur Aufrechterhaltung des Betriebs.

Es konnte zudem demonstriert werden, dass die Industrie auch bei Neufahrzeugen in der Lage ist, die vollständige DSD-Fahrzeugausrüstung (inkl. Der Umsetzung der vollständigen Ergebnisse der Innovationskooperation zu den Themen OCORA, TIMS, TCR und FRMCS) zu liefern und umzusetzen, wenn klare und eindeutige Fördervoraussetzungen an die DSD-Fahrzeugausrüstung gestellt werden. Parallele Ausschreibungen mit vergleichbaren Lastenheftanforderungen an die DSD-Fahrzeugausrüstung (VDV-TramTrain-Fahrzeuge) haben in Baden-Württemberg aufgezeigt, dass die Industrie bei fehlenden Fördervoraussetzungen nicht bereit ist, eine vollständige DSD-Fahrzeugausrüstung zu liefern. Hintergrund ist, dass bei Fahrzeugausschreibungen ausschließlich der Preis das einzige Vergabekriterium darstellt und einzelne Industrievertreter daher glauben, aufgrund der (im Verhältnis zu den Gesamtfahrzeugkosten tatsächlich geringen) Kosten einer DSD-Fahrzeugausrüstung aufgrund des starken Wettbewerbs die Ausschreibung zu verlieren.

Eine DSD-Fahrzeugausrüstung von Neufahrzeugen sollte daher unbedingt in der Förderrichtlinie befristet bis zum Jahr 2030 berücksichtigt werden. Bis dahin ist damit zu rechnen, dass sich die komplette Fahrzeugindustrie auf die Forderung einer vollständigen DSD-Fahrzeugausrüstung eingestellt hat und sich die Kosten für die DSD-Fahrzeugausrüstung bei allen Industrievertretern angeglichen haben. Eine vollständige DSD-Fahrzeugausrüstung muss daher ab 2030 allgemeinverbindlich als Standard bei allen Neufahrzeugen in ganz Deutschland gelten. Durch eine befristete Förderung kann verhindert werden, dass keine Neufahrzeuge mehr ohne vollständige DSD-Fahrzeugausrüstung beschafft werden und somit eine Nachrüstung für diese Fahrzeuge entfällt. Damit werden keine zusätzlichen Kapazitäten für eine Nachrüstung der DSD-Fahrzeugausrüstung in Anspruch genommen. Durch eine sofortige DSD-Fahrzeugausrüstung von Neufahrzeugen kann die Projektlaufzeit für Typtests und Zulassung erheblich minimiert werden, da diese in die Phase der Zulassung des Gesamtfahrzeugs fällt.

Sollten weiterhin Neufahrzeuge ohne vollständige DSD-Fahrzeugausrüstung beschafft werden, müssen diese aufwendig mit ETCS, ATO GoA 2, TIMS, TCR und FRMCS nachgerüstet werden. Damit würde sich unter Voraussetzung einer zentralen Koordination ein weiteres FoC-Projekt je Neufahrzeugflotte mit einer Laufzeit von mindestens zwei Jahren inklusive der Serienumrüstung anschließen. Ohne Koordination würde dieser Nachrüstprozess noch länger dauern und ein doppelter Zulassungsaufwand mit der Komplexität von weiteren Typen und

Varianten der jeweiligen Baureihen entstehen. Damit würde sich der bundesweite DSD-Rollout immer weiter verzögern.

Ohne eine befristete Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung von Neufahrzeugen würden u. a. folgende vermeidbare Schwierigkeiten bei der nachträglichen DSD-Fahrzeugnachrüstung entstehen:

- Mindestens doppelt so hohe Kosten für die DSD-Fahrzeugnachrüstung gegenüber einer DSD-Fahrzeugausrüstung ab Werk
- Zähe Diskussionen mit der Industrie, ob eine DSD-Fahrzeugausrüstung überhaupt erforderlich ist
- Erfordernis Beschaffung und/oder Anmietung zusätzlicher Ersatzfahrzeugflotten
- Hoher zusätzlicher Personal- und Schulungsaufwand für den Betrieb der Ersatzfahrzeugflotten und der in der Folge gemischten Fahrzeugflotten (umgerüstet, noch nicht umgerüstet)

Anpassung von Fahr- und Umlaufplänen. Hinzu kommt, dass umgerüstete Fahrzeuge nicht kuppelbar mit noch nicht nachgerüsteten Fahrzeugen sind

- Ausgleich von Remanenzkosten bei den Eisenbahnverkehrsunternehmen
- Kosten für die Schulung des Fahrpersonals, da diese nicht von Anfang an mit der DSD-Fahrzeugausrüstung vertraut sind
- Hohe Wahrscheinlichkeit, dass aufgrund nicht passgenauer oder fehlender Ersatzfahrzeuge die Qualitätskriterien der Verkehrsverträge vom Eisenbahnverkehrsunternehmen nicht eingehalten werden können (Pönalisierung). In der Folge sinkt die Qualität des Schienenverkehrs für den Fahrgast während der Nachrüstung mit vollständiger DSD-Fahrzeugausrüstung. Die verkehrs- und klimapolitischen Zielstellungen wie Verdoppelung der Fahrgastnachfrage etc. können nicht wie angestrebt zeitnah erreicht werden

In der Summe muss festgehalten werden, dass erst durch eine befristete Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung von Neufahrzeugen ein Beitrag zum schnellen Abschluss des DSD-Rollouts bis zum Jahr 2035 gewährleistet werden kann. Denn durch eine befristete Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung von Neufahrzeugen kann sichergestellt werden, dass sich die Anzahl der nachzurüstenden Fahrzeuge nicht noch weiter erhöht. Damit werden Personal- und Werkstattkapazitäten geschont. Gleichzeitig wird sichergestellt, dass für diese Fahrzeuge keine

mindestens doppelt so hohe Bundesförderung seitens des Sektors gefordert wird. In der Summe würde der gesamte Sektor wirtschaftlich mit den zur Verfügung stehenden Finanzmitteln umgehen.

Die Empfehlung erfolgt auch vor dem Hintergrund, dass es gegenwärtig über das Eisenbahnregulierungsgesetz (EregG) mit Nutzungsbedingungen Netz der DB Netz AG nicht möglich ist, eine vollständige DSD-Fahrzeugausrüstung entsprechend dem DSD-Zielbild gesetzgeberisch einzufordern. Erst eine flankierende Bundesförderung würde dies möglich machen.

7. Schlussfolgerungen und Bewertung aus Sicht des BMDV

Das BMDV dankt allen an der Erstellung dieser Evaluierung Beteiligten für Ihren Einsatz, die Evaluierung in dem engen zur Verfügung stehenden Zeitrahmen abzuschließen, und die Bereitschaft, auch vertrauliche Unternehmensinformationen zur Verfügung zu stellen. Die vertrauliche Behandlung dieser Informationen haben alle Beteiligten zugesichert.

Das Modellvorhaben liefert eine Fülle wertvoller Erkenntnisse zur Umsetzung der Digitalen Schiene Deutschland. Bereits die erste Evaluierung dokumentiert dies durch den umfangreichen Bericht und die ausführlichen Anlagen. Durch die Förderung der Fahrzeugausrüstung im Modellvorhaben Digitaler Knoten Stuttgart partizipiert der Bund unmittelbar an den Erkenntnissen und kann sie sich in der weiteren Umsetzung des Flächenrollout zu Nutze machen.

Die Förderung wirkt auf die ausführliche Dokumentation der FoC-Projekte hin und macht die Dokumentation Dritten zur Erleichterung weiterer Umrüstprojekte zugänglich. Von zentraler Bedeutung ist dabei eine umfassende und breite Nutzung der aus den FoC-Projekten gewonnenen Erkenntnisse und Dokumentationen. Ziel muss es sein, durch Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse und darauf aufbauender Zusammenfassung vergleichbarer Baureihen mit möglichst wenigen FoC-Projekten möglichst viele Serienumrüstungen zu ermöglichen.

Der Vorschlag der zentralen Koordinierung der Fahrzeugausrüstung wird durch das BMDV uneingeschränkt unterstützt. Dadurch ergibt sich für alle Beteiligten ein erhebliches Zeiterparnis- und Kostensenkungspotential. Aufgrund des nachgewiesenen hohen Nutzens für alle Beteiligten unabhängig von einer Entscheidung über eine Ausdehnung der Förderung über den Digitalen Knoten Stuttgart hinaus, sollte die Aufgabe der Koordinierung schnellstmöglich auf den Weg gebracht werden. Dazu sollte aus den im Dokument bereits enthaltenen Ausführungen eine Aufgabenbeschreibung und -zuordnung definiert werden. Daraus kann dann die für die Wahrnehmung der Koordinierung am besten geeignete Stelle ausgewählt oder eingerichtet werden.

Die Empfehlungen zur Überarbeitung der bestehenden Förderrichtlinie für den Digitalen Knoten Stuttgart werden zur Kenntnis genommen und bedürfen zunächst einer rechtlichen

Würdigung. Spätestens mit Realisierung des DKS-Bausteins 3 ist auch der Güterverkehr betroffen, der in der aktuellen Förderrichtlinie aber nicht berücksichtigt ist. Anders als beim regelmäßig verkehrenden Personenverkehr lassen sich für den Güterverkehr keine handhabbaren Förderkriterien mit lokalem Bezug zum Knoten Stuttgart definieren. Das Modellvorhaben macht deutlich, dass es für die DSD-Fahrzeugausrüstung des Güterverkehrs einer bundesweiten Lösung bedarf.

Aus den festgestellten Zeit- und Kostenaufwänden ergeben sich wertvolle Hinweise für eine noch zu treffende Grundsatzentscheidung einer bundesweiten Förderung der Umrüstung von Bestandsfahrzeugen und den dazu festzulegenden Bedingungen.

Als wesentliche Herausforderung sind zunächst die Kosten der FoC-Umrüstung zu nennen. Im Modellvorhaben machen sich hier der innovative Charakter und die fehlenden Standards bemerkbar. Auch bei optimaler Nutzung der möglichen Synergieeffekte wird die FoC-Zulassung insbesondere bei älteren Fahrzeugbauarten und kleinen Serien gegenüber den Kosten für die Serienumrüstung zu einem überproportional hohen Anteil führen, was vor allem kleinere Unternehmen deutlich stärker belastet und zu Wettbewerbsnachteilen führen kann. Aufgrund des auch bei einer 90%-Förderung weiterhin hohen Eigenanteils, des möglichen Engineering-Risikos und der langen Ausfallzeit sind EVU nicht als erste zu diesem Schritt bereit, wenn weitere EVU in vergleichbarer Situation zu einem späteren Zeitpunkt von diesen Ergebnissen ohne oder nur mit geringen zusätzlichen Kosten profitieren können. Wichtig ist ein möglichst frühzeitiger Einstieg in die Fahrzeugumrüstung statt vermeidbarer Wartezeiten. Mithilfe einer zentralen Koordinierung über alle EVU können dieses Risiko minimiert, die Umrüstzeitpunkte auf den tatsächlichen räumlichen Einsatzbereich passgenau zur Infrastrukturausrüstung und das technische Zielbild optimiert und die Kosten gleichmäßig auf alle Nutznießer verteilt werden.

Aufgrund der unterschiedlichen technischen Ausrüstungsstände, Fahrzeugalter und Seriengrößen der Bestandsfahrzeuge werden der Umfang und damit auch die Kosten einer First-of-Class eine breite Spanne einnehmen. Zur Wahrung der Wettbewerbsfähigkeit ist hier auf eine möglichst gleichmäßige Lastenverteilung pro Fahrzeug hinzuwirken. Dies kann mithilfe eines darauf ausgerichteten Förderkonzepts erreicht werden.

Eine erfolgreiche DSD-Umsetzung setzt eine effiziente, zügige und zur Infrastruktur kompatible Fahrzeugausrüstung voraus. Diese erfordert eine zentrale Koordination. Wesentliches Instrument der Koordinierung ist die Förderung. Die Förderung setzt Ausrüstungsanreize und wirkt über die Förderbedingungen auf ein einheitliches technisches Zielbild hin. Das Einheitliche technische Zielbild ist zur Kapazitätssteigerung der Schiene unabdingbar.

Abkürzungsverzeichnis

APV	Anpassungsvereinbarung
ATO GoA 2	Automatic Train Operation, Grade of Automation
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BR	Baureihe
BRH	Bundesrechnungshof
BNetzA	Bundesnetzagentur
CTMS	Capacity & Traffic Management Systems
CTT	Conformity-to-Type
DKS	Digitaler Knoten Stuttgart
DSD	Digitale Schiene Deutschland
DSTW	Digitales Stellwerk
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
ERA	European Agency for Railways
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS-OBUs	European Train Control System – On-Board Unit
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FoC	First of Class
FRMCS	Future Railway Mobile Communication System
GIF	Genehmigung für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railway
GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
HLB	Hochleistungsblok
LST	Leit- und Sicherungstechnik
NBN	Nutzungsbedingungen Netz der DB Netz AG
OCORA	Open CCS Onboard Reference Architecture
OEM	Original Equipment Manufacturer
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
SFBW	Landesanstalt Schienenfahrzeuge Baden-Württemberg
SGV	Schienengüterverkehr
SPFV	Schienenpersonenfernverkehr
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
TCR	Train Capability Report
TIMS	Train Integrity Monitoring System
VDB	Verband der Bahnindustrie in Deutschland
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VE	Verpflichtungsermächtigung
VM BW	Verkehrsministerium Baden-Württemberg
TSI	Technische Spezifikationen für die Interoperabilität
ZZS	Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung

Kapitel 3: Ein optimiertes First-of-Class-Konzept für die Digitale Schiene Deutschland (DSD)

Inhalt

Kapitel 3: Ein optimiertes First-of-Class-Konzept für die Digitale Schiene Deutschland (DSD)	1
1. Abstract	1
2. Einleitung	3
3. Beschreibung der Ausgangslage bei den Fahrzeugen im DKS – „Stuttgart“	4
3.1. Erreichte Förderziele	4
3.2. Erkenntnisse zur Anzahl von FoC.....	4
3.2.1. Koordinierung: Einzelprojekte pro Betreiber vs. Bündelung	4
3.2.2. Komplexität der FoC: Major und Minor FoC	6
4. Neuer ganzheitlicher FoC-Ansatz für eine partnerschaftliche Umrüstungsstrategie	6
4.1. Evaluierung des Modells „Ganzheitlicher Ansatz“ an 3 Beispielbaureihen	7
4.1.1. Beispiel 1: „Talent 2“	7
4.1.2. Beispiel 2: BR 440 / BR 1440 – „Coradia Continental“	8
4.1.3. Beispiel 3: „Talent 3“	9
4.2. Erkenntnisse für eine neue Definition einer FoC	10
4.2.1. Kriterien für die Definition einer FoC	11
4.2.2. Definition einer FoC nach Komplexitätsgrad.....	11
5. Simulation des bundesweiten DSD-Rollouts, skaliert anhand des ScanMed-Ansatzes	13
6. Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen für Kriterien einer Förderrichtlinie auf Basis einer optimierten partnerschaftlichen FoC-Strategie	16

1. Abstract

Das Pilotprojekt in Stuttgart hat hinsichtlich der First of Class (FoC) wertvolle Erkenntnisse erbracht: Im Digitalen Knoten Stuttgart (DKS) wurden nur die „Varianten“ der 5 Baureihen (BR423/430/Talent-3/Flirt/Coradia Stream) der 2 Betreiber (DB Regio / SFBW), die in Stuttgart betrieben werden, für die DSD/ETCS-Umrüstung betrachtet.

Gleiche und weitere „Untervarianten“ anderer Eigentümer/Halter sind in großer Zahl in Deutschland vertreten und führen zu erneuten FoC-Projekten. Das Ausrollen dieses selbstkoordinierenden Ansatzes

(jeder Eigentümer/Halter organisiert sich selbst für die betroffenen Varianten zum betroffenen Zeitpunkt) führt zu einer hohen 3-stelligen Anzahl an FoC-Projekten.

Eine **Koordinierung** sollte eingeführt werden, d. h. ein FoC-Projekt wird erst dann gestartet, wenn alle Halter in Deutschland mit allen „Varianten“ einer Baureihe beteiligt sind und eine **Komplexitätsdifferenzierung** (Anzahl Major-FoC, Minor-FoC und Prototypen) erfolgt ist. Diese beiden Maßnahmen führen bei einer Nachrüstung DSD/ETCS in Deutschland auf Basis der DSD-ScanMed-Korridor-Analyse zu einer Reduktion der Anzahl FoC von ungefähr 50% und damit einhergehender Aufwandsreduzierung.

Auf Basis der Erkenntnisse wird basierend auf der Nomenklatur des Verbands der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) folgende FoC-Definition zur Komplexitätsdifferenzierung vorgeschlagen:

- Cluster 1a: Major-FoC – nur Deutschland
- Cluster 1b: Komplexe Major-FoC – internationaler Verkehr
- Cluster 2a: Minor-FoC im Zusammenhang mit Major-FoC
- Cluster 2b: Minor-FoC alleinstehend ohne TCMS
- Cluster 4: „Variante“, die nur Dokumentation erfordert

Eine gezielte Koordinierung der DSD-Fahrzeugnachrüstung erreicht die höchste Wirksamkeit unter folgenden Bedingungen

- **Stabile verbindliche technische Spezifikation** der DSD-Fahrzeugausrüstung entsprechend den Erkenntnissen des „Digitalen Knotens Stuttgart“ und fest referenzierte Normengrundlage über den gesamten Umrüstungszeitraum oder zumindest für die Umrüstung einer gesamten Baureihe (Regelwerksfestschreibung im Rahmen des Pre-Engagements). Hierbei kann eine Anforderungsdifferenzierung nach Fahrzeugkategorien sowie Fahrzeugalter und betrieblicher Einsatzprofile sinnvoll sein (siehe *technische Evaluierung*).
Es ist davon auszugehen, dass es bei Baureihen des Ausrüstungsclusters 1 dazu kommen kann, dass die DSD-/ETCS-Fahrzeugausrüstung der Serie bis zu zehn Jahre dauern kann. Die Regelwerksfestschreibung für die Baureihenumrüstung sollte auf jeden Fall angestrebt werden. Ein mehrstufiger Projektansatz sollte möglichst vermieden werden, im Rahmen der weiterführenden Förderrichtlinie als Rückfallebene jedoch möglich sein (Kapitel „Evaluierung Preise“ Kapitel 1 Abstract).
- **Bündelung von FoC-Aktivitäten** „en bloc“ für komplette Fahrzeugbaureihen/ Produktfamilien. Ein FoC-Projekt kann erst dann gestartet werden, wenn alle „Varianten“ aller Eigentümer/Halter dieser Baureihe betrachtet wurden und eine entsprechende Major-/Minor-FoC-Klassifizierung durchgeführt aufgestellt wurde. Eine verbindliche Teilnahme aller Eigentümer/Halter der betroffenen Baureihe wäre ideale Voraussetzung. Dies kann jedoch nur über einen Förderanreiz ermöglicht werden.
- Die Variantenermittlung und anschließende Durchführung ist bei den Baureihen mit TCMS (Cluster 1a, 1b und 2a) und ohne standardisierte Schnittstellen zügig nur durch den **Originalhersteller** (OEM) durchzuführen (siehe Erkenntnis *Preisevaluierung*).
- **Partnerschaft mit dem EBA** – Umrüstungen setzen auf der „letzten behördlichen Genehmigung“ eines Fahrzeuges auf. Hier ist eine gemeinschaftliche Definition und Vorgehensweise aller Beteiligten von einem „bescheidsscharfen Ansatz“ auf den „FoC-Ansatz“ zu erdenken und zu erarbeiten, die die eisenbahnrechtlichen Anforderungen berücksichtigen. (siehe *Terminplanevaluierung*).

- Schaffung einer **zentralen Koordinationstruktur** im Rahmen einer vom Sektor unterstützten und mit Kompetenz ausgestatteter Organisation zur Umsetzung der Bündelung, Allokation von Fördermitteln und Schaffung der vertraglichen Basis (idealerweise basierend auf Rahmenverträgen) zwischen Umrüster und Fahrzeughalter/-eigentümer/-betreiber für FoC und Serie (*siehe Evaluierung Vergabe*).

2. Einleitung

Ausgehend vom Projekt DKS wird in diesem Kapitel beschrieben, was es bedeuten würde, wenn die dabei etablierte Vorgehensweise auf alle weiteren Umrüstungsprojekte angewandt werden würde.

Die untersuchten Aspekte betreffen in diesem Kapitel den First-of-Class-Prozess, wobei dabei die jeweiligen Komplexitätsgrade von Fahrzeugflotten, die Termine und abwicklungstechnische Aspekte berücksichtigt werden und daraus folgende Handlungsempfehlungen für die Förderrichtlinie für den Roll-Out von der DSD-/ETCS-Fahrzeugausrüstung bei der Bestandsflotte im Rahmen der Digitalen Schiene Deutschland (DSD) gegeben werden.

Anhand von Beispielen wird ein optimiertes FoC-Konzept entwickelt und die möglichen Optimierungseffekte werden quantifiziert.

3. Beschreibung der Ausgangslage bei den Fahrzeugen im DKS – „Stuttgart“

3.1. Erreichte Förderziele

In der Förderrichtlinie „Digitalen Knoten Stuttgart“¹ (DKS) ist diese Evaluierung schon vorgesehen, um eine kostengünstige und schnelle Nachrüstung mit DSD-/ETCS-Fahrzeugausrüstung der gesamten Schienenfahrzeuge in Deutschland zu ermöglichen.

Folgende Förderziele sind vorgesehen:

Zitat:

- „Frühzeitige Identifikation und Lösung von Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können
- Erstanwendung für zahlreiche Neuentwicklungen (z. B. ETCS mit HLB, ATO, Zugintegrität, standardisierte Schnittstellen, usw.).
- Fahrzeughalterübergreifende Nutzbarmachung der im Zuge der First-of-Class-Umrüstung gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Serienumrüstung.
- Gewinnung und Nutzbarmachung wichtiger Erfahrungen und Erkenntnisse sowie die Vorbereitung bundesweiter Standardisierungen für eine infrastruktur- und fahrzeugeitig koordinierte ERTMS-/ATO-Ausrüstung, die für die Umsetzung des Gesamtkonzepts „Digitale Schiene Deutschlands“ benötigt werden.“

3.2. Erkenntnisse zur Anzahl von FoC

Im Folgenden soll ausgehend von den Erfahrungen aus dem DKS eine weitere Optimierung hergeleitet werden.

3.2.1. Koordinierung: Einzelprojekte pro Betreiber vs. Bündelung

Die Komplexität beim Projekt DKS ist in der nachfolgenden Übersicht am Beispiel von 3 Alstom-Bestandsfahrzeugen zusammengefasst:

Baureihe (im Projekt DKS)	Anzahl FoC (im Projekt DKS)
BR 423	1
BR 430	2
Talent 3	2
SUMME	5

Allein schon dieses Projekt zeigt, dass es bei 3 Baureihen zu einer Anzahl von insgesamt 5 FoCs kommt. Während es sich bei BR 423 und 430 um Flotten von Zügen jeweils gleicher Länge mit jeweils 4 Wagen

¹ 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“ vom 29. Januar 2021 veröffentlicht im Bundesanzeiger am Freitag, 5. Februar 2021 BAnz AT 05.02.2021 B2

handelt, gibt es bei den Fahrzeugen der „Talent 3“-Baureihe dreiteilige und fünfteilige Züge, die zu 2 FoCs führen. Bei der BR 430 sind zwei Zulassungen für eine ältere und eine neuere Flotte (Optionsabruf = O58) zu betrachten, die somit zu 2 FoC im DKS führten.

Die Erhöhung der Anzahl von notwendigen weiteren FoCs soll mit folgender kurzer Übersicht illustriert werden, bei der auch weitere Fahrzeuge der gleichen Baureihe, aber von anderen Betreibern in anderen Netzen eingesetzt, betrachtet werden. So werden Züge der BR 423 neben Stuttgart noch in den Regionen München, Frankfurt (Main) und Rhein-Ruhr eingesetzt. Die BR 430 wird in weiteren Varianten – die jedoch dieselbe TCMS-Software haben werden - in der Region Frankfurt (Main) betrieben. Der „Talent 3“ wird weiterhin in den Netzen „Freiburger Y (FBY)“ und „E-Netz Saar (ENS)“ eingesetzt. Für diese Flotten werden weitere FoCs notwendig sein. Eine Nutzung und Übertragbarkeit, der im DKS gewonnenen Ergebnisse und Zulassungen, wird insbesondere von der technischen Lösung abhängen, die bei diesen Flotten umgesetzt und wahrscheinlich nur bei der Beauftragung desselben Auftragnehmers effizient möglich gemacht werden. Sichergestellt werden kann die Übertragbarkeit der Zulassung und maximale Effizienz bei **gleichzeitiger Beauftragung**.

Baureihe	Anzahl FoC (DKS)	Anzahl FoC (DKS und weitere Netze)
BR 423	1	1 + 3 = 4
BR 430	2	2 + 1 = 3
Talent 3	2	2 + 5 = 7
SUMME	5	14

Bei den 3 Baureihen (BR 423, 430, 442 Talent 3) erhöht sich die Anzahl der FoCs von 5 in Stuttgart auf 14 in Deutschland. Diese Fahrzeugbaureihen haben untereinander bereits einen hohen Standardisierungsgrad bei einer großen Anzahl von Fahrzeugen pro Baureihe, die von nur wenigen Fahrzeughaltern betrieben werden. Andere Baureihen werden ein ungünstigeres Verhältnis haben und eine höhere Anzahl FoCs benötigen.

Würde man die gleichen Prozessschritte des Projektes DKS auf die gesamte Bestandsflotte projizieren (technische Varianten, Ausschreibungen und Vergaben individuell von jeweiligen Fahrzeugeigentümern/ -haltern / durchgeführt, unterschiedliche technische Spezifikationen als Vorgaben), käme man auf Basis einer von Alstom durchgeführten Prognose auf etwa eine Anzahl FoC im sehr hohen dreistelligen Bereich.

Mit dieser Anzahl von FoC wird der Zieltermin 2030 nicht erreichbar sein, somit müssen neue Ansätze und Synergien durch geeignete Bündelung gefunden werden.

Die Erfahrungen aus dem DKS zum Umgang mit FoC zeigen, dass bei einem bundesweiten Rollout mit einem koordinierten Ansatz die Anzahl der FoC reduziert werden kann.

Baureihe	Anzahl FoC bei koordiniertem Ansatz von Beginn an (Simulation für DKS und weitere Netze)
BR 423	2

BR 430	2
Talent 3	5
SUMME	9

Somit wäre bei gleichzeitiger Beauftragung aller „Varianten“ einer Baureihe in einem FoC-Projekt eine Reduktion von 14 auf 9, also **um ca. 30%** möglich. Bei Baureihen, die bei mehreren Eigentümern/Haltern vorhanden sind, wie z.B. Diesellokomotiven oder Diesellokomotiven ist die Reduzierung, die durch Bündelung erzielt werden kann, noch höher.

3.2.2. Komplexität der FoC: Major und Minor FoC

Ein weiterer Schritt zur Optimierung liegt darin, die Komplexität von FoCs zu berücksichtigen und „Major“- und „Minor“-FoCs zu unterscheiden. Die Herleitung dieser Differenzierung wird im Folgenden an Beispielen realer Alstom-Flotten hergeleitet.

Es zeigt sich, dass bei einer Vergabe mit Bündelung nach Baureihen eine Reduktion von 14 FoCs (11 Major, 3 Minor - bei der Vergabe nach Eigentümern) auf 9 FoCs (4 Major und 5 Minor bei einer Bündelung von Baureihen mit allen Varianten) möglich ist. Hiermit erhöht sich die **Reduktion des Vergabevolumens (Euro) auf 50%**.

# Major FoC	Stuttgart Major	Stuttgart Minor	Außerhalb Stuttgart Major	Außerhalb Stuttgart Minor	Summe	Koordinierter Ansatz Deutschland
BR423	1	0	3	0	4	1 Major / 1 Minor
BR430 (alt+neu)	2	0	1	0	3	1 Major / 1 Minor
Talent-3	1	1	3	2	7	2 Major / 3 Minor
Summe	4	1	7	2	14	4 Major / 5 Minor

4. Neuer ganzheitlicher FoC-Ansatz für eine partnerschaftliche Umrüstungsstrategie

Anhand von 3 weiteren Beispielbaureihen soll illustriert werden, wie durch die Erkenntnisse im Pilotprojekt Stuttgart eine deutliche Reduzierung der Anzahl von FoCs erreicht wird: Koordinierung & Komplexitätsreduktion.

4.1. Evaluierung des Modells „Ganzheitlicher Ansatz“ an 3 Beispielbaureihen

4.1.1. Beispiel 1: „Talent 2“

Die Fahrzeugplattform „Talent 2“ wurde in großen Stückzahlen und vielen Abrufen von mehreren Betreibern in 31 Varianten mit **18 Zulassungen** beschafft. Würde man alle 31 Varianten in herkömmlicher Art und Weise mit DSD-Fahrzeugausrüstung inkl. ETCS und ATO sukzessive unabhängig voneinander bzw. unkoordiniert umrüsten, käme man auf 31 FoCs inkl. der damit verbundenen langen Durchlaufzeiten.

Die Fahrzeugfamilie „Talent 2“ ist modular aufgebaut und umfasst 4 verschiedene Längen (2- / 3- / 4- / 5-teilig), die auch in Mehrfachtraktion kuppelbar sind. Sie sind mit einer einheitlichen TCMS-Software in 2 Varianten (DB / Nicht-DB) und dem Class-B-System Ebicab 500 ausgestattet. Insgesamt sind 340 Triebzüge bei der DB Regio und 72 weitere bei weiteren EVU im Einsatz.

Über einen standardisierten Ansatz wird die Umrüstung mit DSD/ETCS „en-bloc“ auf Basis einer einheitlichen technischen Anforderung installiert, getestet, validiert und zertifiziert und somit die Anzahl der FoCs deutlich reduziert. Es ergeben sich 2 Major- und 2 Minor-FoC plus Minimum 2 weitere Prototypen. Mehrfachtraktionstests und Kuppelbarkeiten insbesondere zu der Überprüfung der Zugvollständigkeit können weitere Prototypen notwendig machen. Zur Reduktion von Prototypen für Mehrfachtraktion in Mischflotten und Zugvollständigkeit sollten in Abstimmung mit der Zulassungsbehörde Wege gefunden werden, eine gemeinsame Absprungbasis für die Umrüstung zu definieren, hier schon erste Serienfahrzeuge für die Nachweise zu verwenden und evtl. ein zweistufiges Zulassungsverfahren Einfachtraktion und Kuppelbarkeit/ TMS zu implementieren, dass die Immobilisierungszeit der Flotten für Nachrüstung minimieren könnte.

FoC-Anzahl – Herleitung an Beispiel-Flotte

Talent 2



Talent 2 wurde in 31 Varianten in Deutschland verkauft

Talent 2 gibt es in 4 Längen: 2-, 3-, 4- und 5-teilig

Alle Talent 2 sind mit Ebicab 500 ausgerüstet

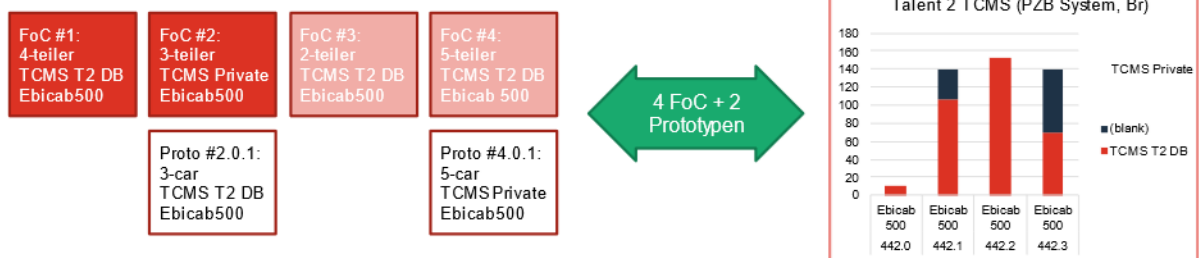
Alle Talent 2 der DB haben dieselbe TCMS software

Abrufe Talent 2 für 17 unterschiedliche Netze

Abruf	NUE**	MOS	COT**	RSX	ENF	MHE	SAX	VBB	WAR	WFN	MDS	EEN	MD2	NGM	DB AG***	Cantus	STS**	RME***	Privat
2-Teiler		5x	3x							3x					11x				0x
3-Teiler				3x	5x	6x	4x	26x			36x	8x	19x		107x	2x	20x	10x	32x
4-Teiler	42x	8x	3x	10x	9x	16x				34x	15x			16x	153x				0x
5-Teiler				2x	8x		4x	22x	23x				10x		69x		15x	25x	40x
6-Teiler																			0x

Herleitung am Beispiel der Flotte Talent 2

- Alle mechanischen Integrations - und ATP -Unterschiede werden mit den Major und Minor FoC abgedeckt
- Um jede Kombination von TCMS, Fahrzeuglänge/mechanischer Integration und ATP abzudecken, brauchen wir zwei weitere Prototypen:



2 Major FoC, 2 Minor Foc + 2 zusätzliche Prototypen *

* Anzahl Prototypen berücksichtigt nicht die Kupplung von Zügen, Mehrfachtraktion und abrufübergreifende Kuppelbarkeit

4.1.2. Beispiel 2: BR 440 / BR 1440 – „Coradia Continental“

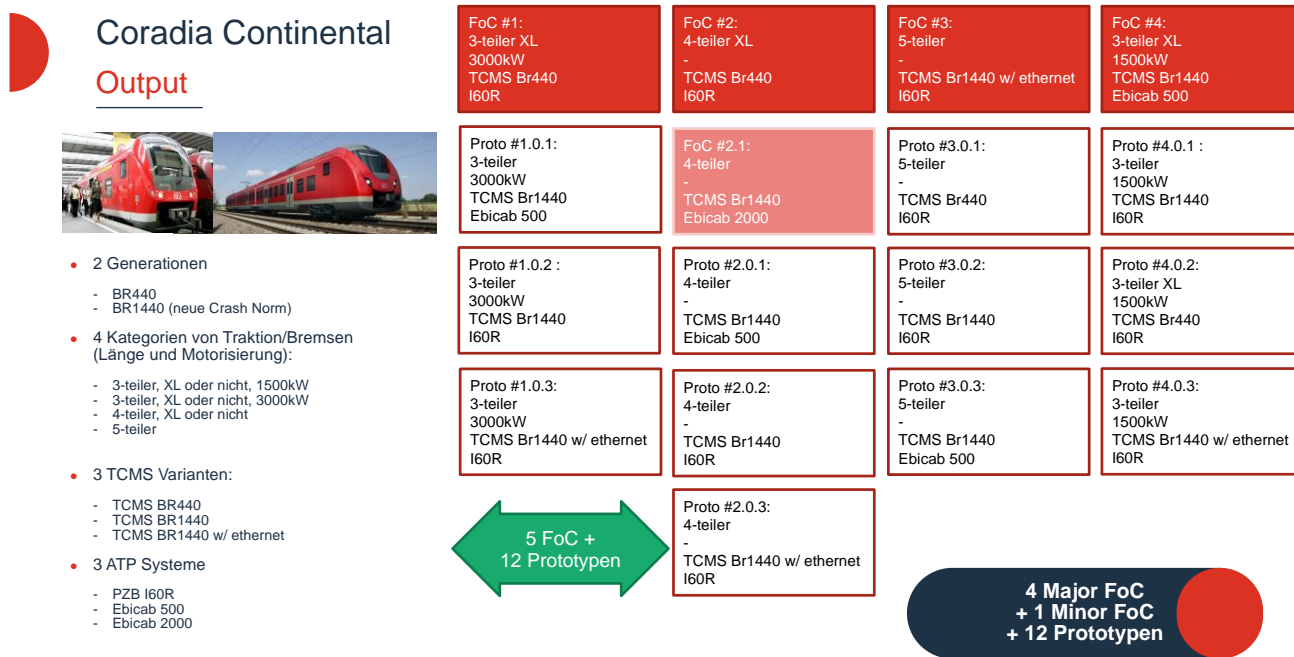
Die Fahrzeuge des Coradia Continental sind in vielen Varianten an die DB Regio und weitere EVU verkauft worden (insgesamt 432 Triebzüge², 8 Betreiber³ für 16 verschiedene Netze. XY Zulassungen) und haben in Bezug auf die FoC-Varianten folgende Merkmale:

- BR 440
- BR 1440 – mit neuen Anforderungen an die Kollisionssicherheit („TSI-Crash“-Norm)
- 3- / 3XL- / 4- / 4XL- / 5-Teiler
- 1500-kW- / 3000-kW-Antriebsleistung
- 3 TCMS-Varianten

3 Klasse-B-Systeme (PZB, Ebicab 500, Ebicab 2000)

Mit Hilfe des bereits vorgeschlagenen Ansatzes kann die Anzahl der FoCs und Prototypen auf 5 FoCs und 12 Prototypen reduziert werden. Ohne den vorgeschlagenen Standardisierungsansatz wäre die Anzahl von FoCs um etwa 50% und damit das Investitions- und Fördervolumen höher zu erwarten.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die jeweiligen Fälle.



4.1.3. Beispiel 3: „Talent 3“

Drei Betreiber, vier Zuglängen, 2 Signaltechnik-Systeme, 3 TCMS-Versionen, XY Zulassungen und eine BMU-Variante würden beim nicht koordinierten Ansatz zu je 2 FoC in Stuttgart, Freiburger Y und dem E-Netz Saar und eine weitere für den 6-teiligen Zug notwendig machen – in Summe also 7 FoC.

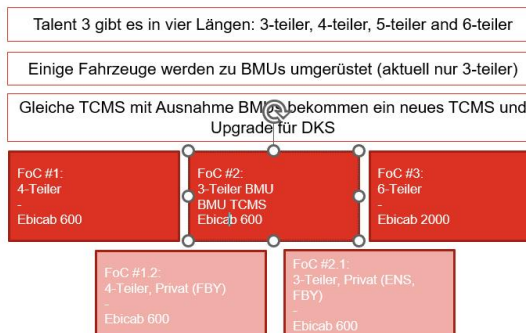
² https://de.wikipedia.org/wiki/Alstom_Coradia_Continental, aufgerufen 22.8.2022

³ DB Regio nur 1-mal gezählt bei 9 verschiedenen Netzen

Der koordinierte Ansatz führt zu 3 Major (5-Teiler Stuttgart, 6-Teiler, BMU = 3 TCMS-Versionen und 2 Signaltechniken) und 2 Minor für die weiteren Zuglängen.

Talent 3

Vom Projekt "Stuttgart" zu "Talent 3 – Programmansatz



Bei koordiniertem Ansatz ergeben sich anstatt 7 kompletten FoC nur 3 Major FoC 2 Minor FoC

4.2. Erkenntnisse für eine neue Definition einer FoC

Die drei oben genannten Beispiele belegen, dass durch eine Reduzierung von projektspezifischen Anforderungen, technischer Standardisierung und einer Absprungbasis für die Genehmigungsverfahren im Rahmen der Zulassung durch gleiche Förderbedingungen und Bündelung von Aktivitäten und Umrüstungen „en-bloc“ die Anzahl der FoCs signifikant reduziert werden kann. Dies kann nur durch eine zentrale Stelle, wie eine, die unabhängig agiert, koordiniert werden.

Über einen solchen koordinierten Ansatz kann die Anzahl notwendiger FOCs bundesweit vom hohen 3-stelligen Bereich auf ca. 250 bis 300 FoCs für Fern-, Regional- und Nahverkehr und Güterverkehr reduziert werden. Dieser Wert liegt etwas als z. B. die vom VDB⁴ ermittelte Zahl von 350 – bis 400. Es wird hier vorgeschlagen eine stärkere baureihenübergreifende Bündelung anzustreben.

¹ Die Zukunft der Schiene soll rasch beginnen, Umfassender Konzeptvorschlag: Aus- und Umrüstung von Schienenfahrzeugen mit ETCS-Bordgeräten, VDB e.V., April 2021, siehe auch Anlage 3

4.2.1. Kriterien für die Definition einer FoC

Die nachfolgend aufgeführten **Kriterien** fassen das FoC nochmals zusammen.

- Der FoC-Prozess umfasst alle notwendigen Schritte für die – sich an den FoC-Prozess anschließende - serielle DSD-Fahrzeugumrüstung inkl. ETCS und ATO in einer gesamten Baureihe mit Varianten, die mit denselben Systemen nachgerüstet wird, benötigt werden
- Ein FoC sollte so angelegt sein, dass alle Fahrzeuge einer Baureihe mit sämtlichen Varianten der Bauart, der Kuppelbarkeit und der Länderzulassungen ausgerüstet werden können.
- Einer FoC sollte eine gemeinsame Absprungbasis für die Umrüstung zu Grund liegen.
- Die Anzahl der Prototypen ergibt sich damit aus der Komplexität der Varianten, die in einer Baureihe/ Produktfamilie vorhanden sind und der sich daraus ergebenden notwendigen Integrationstests.
- Als Hauptkriterien für die Anzahl der notwendigen FoCs ergeben sich:
 - TCMS-System & insbesondere die dazugehörige Softwareversion
 - Traktion und Bremskurven (Zuglänge und Motorisierung)
 - Vorhandenes Zugbeeinflussungssystem
 - Mechanische Integration der neuen Komponenten
 - Anzahl der Zulassungsbescheide

Der entscheidende Faktor für die Anzahl von **Prototypen je FoC** ist die Anzahl der Mehrfachtraktions-Konfigurationen die physisch getestet werden müssen z. B. für die Zugvollständigkeitsüberwachung.

Daraus folgt:

- Der First-of-Class-Prozess ist kein Fahrzeug, sondern ein bundesweit wirkendes baureihenumfassendes Projekt und umfasst alle notwendigen Schritte für den seriellen Einbau in einer baureihenübergreifenden Flotte, die mit denselben Systemen und Spezifikation nachgerüstet wird.
- Ein FoC muss bundesweit alle Eigentümer, Halter, Betreiber und ECMs einer Baureihe abdecken. Das setzt voraus, dass eine eigentümer-/halterübergreifende Koordinierung stattfindet und in diesem Zusammenhang die Einreichung der Dossiers für das Pre-Engagement erfolgt. Idealerweise kann diese Einreichung in Zusammenarbeit mit dem OEM erfolgen, der einen Überblick über alle Varianten hat.
- Ein FoC-Projekt kann aus mehreren Prototypen bestehen. Ein Prototyp ist ein Fahrzeug zur Durchführung von Tests.

4.2.2. Definition einer FoC nach Komplexitätsgrad

Die Einteilung des Komplexitätsgrades für FoC-Projekte folgt weitestgehend der nachfolgenden Definition des VDB von 3 Komplexitätsstufen, die sich als zutreffend und hinreichend genau erwiesen hat⁴:

- Ausrüstungscluster 1 des VDB = **Major-FoC**
 - In diesem Cluster ergeben sich folgende Erkenntnisse hinsichtlich einer nur in Deutschland verkehrenden Fahrzeugbaureihe:
 - Die **Modifikation der TCMS** erfordert einen kompletten Engineeringprozess inklusive Nachweisführungen und Zulassungsaktivitäten. Ein Major-FoC kann ein oder mehrere Prototypen benötigen.
 - Mehrsystemfahrzeuge im internationalen Verkehr (Güterzuglokomotiven wie z. B. Traxx oder Vectron) sind diesem Cluster ebenso zuzuordnen, aber aufgrund der Mehrländerzugsicherungseinbringung und -zulassung wesentlich komplexer mit einem noch höheren Fahrzeugintegrationsgrad. Diese Fahrzeuge konnten in der Evaluierung für den „Digitalen Knoten Stuttgart“ nicht betrachtet werden.
 - Es wird daher empfohlen 2 Arten von Major-FoC durch die Komplexität zu unterscheiden. Daraus folgt auch eine unterschiedliche terminliche und finanzielle Einordnung:
 - **1a: Major FoC – nur Deutschland**
 - **1b: Major FoC – internationaler Verkehr** (*Evaluierung in Stuttgart nicht möglich, da der Schienengüterverkehr nicht gefördert wurde, weitere Simulationen wurden durch die Industrie aus Erfahrung vorgenommen*)

- Ausrüstungscluster 2 & 3 des VDB = **Minor-FoC**

In diesem Cluster ergeben sich folgende Erkenntnisse:

 - Es sollten von Anfang zwischen 2 Arten Minor-FoCs unterschieden werden. Daraus folgt auch eine unterschiedliche terminliche und finanzielle Einordnung:
 - **2a: Minor-FoC – im Zusammenhang mit einem Major-FoC**
 - **2b: Minor-FoC – Alleinstehende Fahrzeugbaureihen** (*Evaluierung in Stuttgart nicht möglich, weitere Simulationen wurden durch die Industrie aus Erfahrung vorgenommen*)
 - Zu Cluster 2a: Minor im Zusammenhang eines Major-FoC:
 - Die TCMS wird beibehalten.
 - Bei einer Familie von Triebzügen wird die TCMS beim Major-FoC angepasst, alle anderen o. g. Unterscheidungsmerkmale wie Zuglänge, Zugbeeinflussungssysteme, Brems-/Beschleunigungs-vermögen ergeben bei gleichzeitiger Betrachtung nur noch Minor-FoC.
 - Es werden im Normalfall zusätzliche Prototypfahrzeuge für die Nachweisführung der Zulassung benötigt, wenn Fahrzeuge in Mehrfachtraktion verkehren.
 - Zu Cluster 2b: Alleinstehende Fahrzeugbaureihen
 - Umrüstung z. B. einer Lokomotive ohne TCMS oder ohne Änderung der TCMS.
 - Es werden im Normalfall zusätzliche Prototypfahrzeuge für die Nachweisführung der Zulassung benötigt, wenn Fahrzeuge in Mehrfachtraktion verkehren.

- NEU : Ausrüstungscluster 4 = **nur Dokumentation**
 - Auf Basis der Dokumentation kann die Nachweisführung der Zulassung für zusätzliche Varianten im Rahmen eines Major- oder Minor-FoCs erbracht werden.


- Für den Eintrag im ERA-TV ist eine Betrachtung je Kunde und je Variante erforderlich. Der Aufwand minimiert sich je größer die Akzeptanz der Behörden von Referenzen auf Nachweise auf die relevanten Major-/Minor-FoC ist.

Im Folgenden werden die Erkenntnisse zur FoC-Defintion zusammengefasst:

- Cluster 1a: Major-FoC – nur Deutschland
- Cluster 1b: Komplexe Major-FoC – internationaler Verkehr
- Cluster 2a: Minor-FoC im Zusammenhang mit Major-FoC
- Cluster 2b: Minor-FoC alleinstehend ohne TCMS
- Cluster 4: Variante, die nur eine Dokumentation erfordert

Definition eines FoC

First of Class für das DSD Rollout




Die Anzahl der FoC wird hauptsächlich von folgenden Faktoren beeinflusst:

- TCMS System
- Traktion und Bremskurven (Zuglänge und Motorisierung)
- Vorhandenes Zugsicherungssystem
- Mechanische Integration der neuen Komponenten

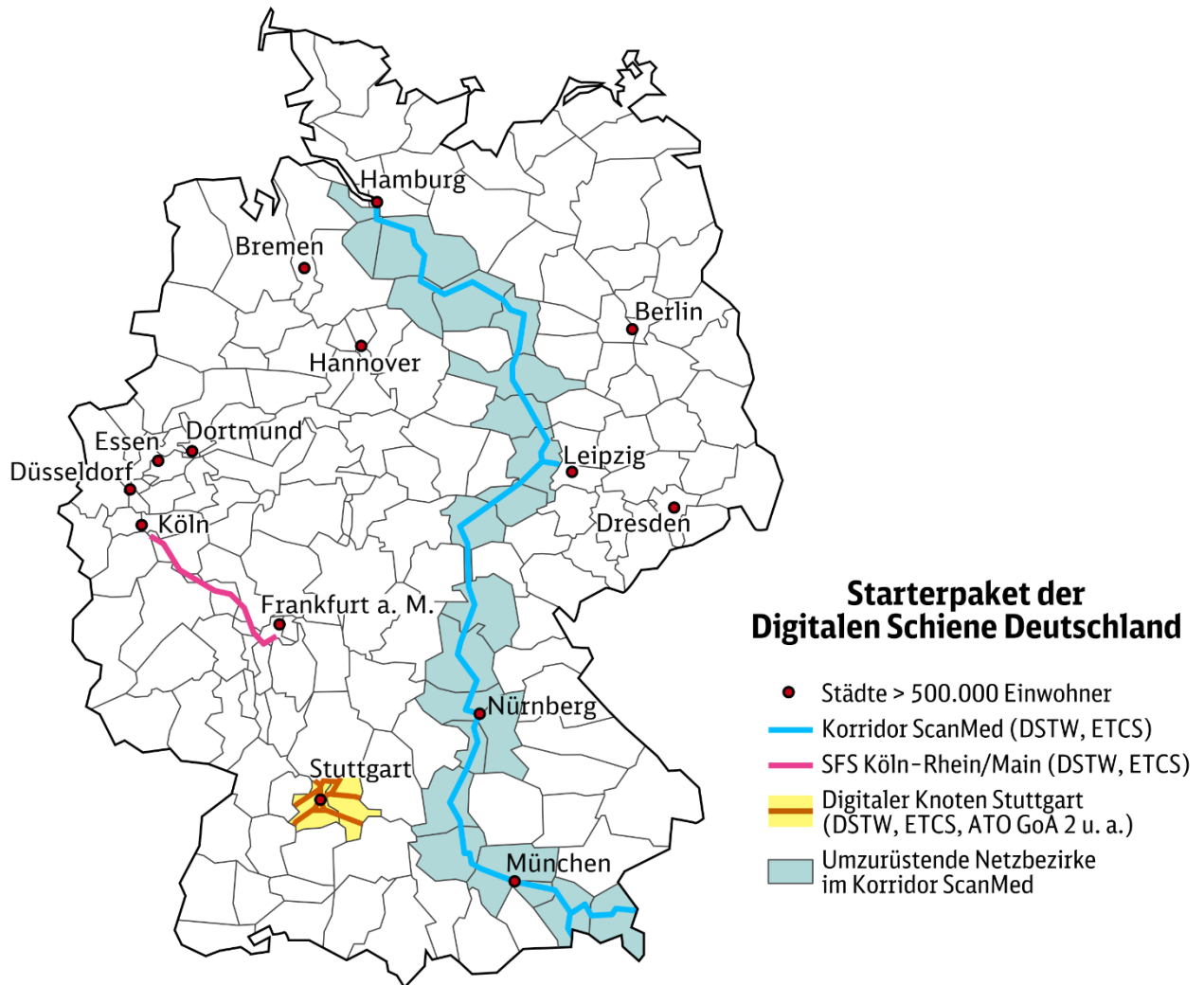
Major First of Class	Minor First of Class	Nur Dokumentation
<u>Vollständiger Engineering- und Zulassungsprozess</u>	<u>Erfordert mindestens einen Prototypen für die Zulassung</u>	<u>Documentation Only</u>
Für jede neue TCMS Lösung und signifikante Unterschiede in der Antriebstechnik	Zum Beispiel ein unterschiedliches Zugsicherungssystem oder unterschiedliche mechanische Integration des ETCS an Bord	Nur ERA Dokumentation (Einträge ins ERATV)

Ein First of Class ist ein vom Engineering-Aufwand getriebenes Projekt
Zusätzlich sind internationale Vehikel als komplexe FoC zu betrachten.



5. Simulation des bundesweiten DSD-Rollouts, skaliert anhand des ScanMed-Ansatzes

Der in Punkt 3 entwickelte Ansatz wurde auf die Alstom Flotten der Top-20-Flotten auf dem Scan-Med-Korridor ausgeweitet. Die Analysen basieren auf den von der DSD erhobenen Daten im Rahmen einer Halterabfrage.



13 der Top--20-Flotten bzw. Produktfamilien auf dem Scan-Med-Korridor sind von Alstom als Fahrzeughersteller geliefert worden, bzw. umfasst auch 2 alte Baureihen ohne TCMS, die von verschiedenen Unternehmen gebaut worden sind. Die folgende Extrapolation beschränkt sich daher auf die Baureihen, über deren Daten Alstom als Fahrzeughersteller verfügt und repräsentieren damit etwa 2/3 der Fahrzeuge und Baureihen des ScanMed. Diese 13 Flotten beinhalten 28 Baureihen. Mit der Extrapolation des oben beschriebenen Ansatzes ergeben sich 61 FoC-Projekte für 28 Baureihen. Es ergibt sich also ein Verhältnis von ca. 1 Baureihe zu 2 FoCs. Für die gesamte Flotte in Deutschland erwarten wir – wie auch der VDB - ein Verhältnis von ca. 3 (1 Baureihe zu ca. 3 FoCs).

Baureihe	Anzahl Fahrzeuge	Anzahl FoC	Produktname
290/291/294/295/296	393	12	V 90
202...204/293/298	128	7	V100
612	131	2	RegioSwinger
185.2/146.2	304	5	TRAXX AC2
185.1/146.1	251	4	TRAXX AC1
186	205	4	TRAXX F140 MS2
147/187	201	3	TRAXX AC3
101	134	2	BR101
145/146	109	1	BR145/146
623/648/1648	270	8	Coradia Lint 27/41/54
442	270	4	Talent 2
423	238	2	S-Bahn ET423
440/1440	106	7	Coradia Continental
Summe	2740	61	

Bei einer Extrapolation auf Deutschland mit 111 Baureihen ergeben sich bei der vorgeschlagenen Bündelung 250-300 FoC bzw. gemäß der Analyse des VDB ca. 350 -400 FoC für die DSD/ETCS-Fahrzeugausrüstung der Bestandsflotte in Deutschland.

6. Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen für Kriterien einer Förderrichtlinie auf Basis einer optimierten partnerschaftlichen FoC-Strategie

Die bisherigen Erfahrungen aus den geförderten Nachrüstprojekten und die weitergehende Analyse bestehender Flotten auf gesamten DSD/ETCS-Roll-Out bestätigen den für das DKS-Pilotprojekt gewählten Ansatz als richtig und haben die gewünschten Erfahrungen und Erkenntnisse zur Anpassung der gegenwärtigen Förderrichtlinie hin zu einer bundesweit gültigen Förderrichtlinie für eine bundesweite DSD-Fahrzeugausrüstung inkl. ETCS und hochautomatisiertem Fahren (ATO GoA 2) erbracht.

Für das Pilotprojekt war es sinnvoll und richtig, dass der Fokus im DKS auf einzelne Flotten (im Gegensatz zu kompletten Baureihen mit „Untervarianten“) gelegt wurde, um damit einhergehend einzelne Eigentümer/Halter zu bewerten. Eine Erweiterung auf weitere Fahrzeuge der gleichen Baureihe mit jedoch leichten Unterschieden und die Einbeziehung weiterer Eigentümer/ Halter hätte für ein Pilotprojekt die Komplexität unnötig erhöht. Für ein Roll-out im Rahmen der DSD sollte jedoch für die DSD/ETCS-Fahrzeugausrüstung eine FoC je Baureihe mit allen Untervarianten angestrebt werden.

Sehr sinnvoll war auch der Ansatz einer gemeinsamen, projektübergreifenden gleichen **technischen Spezifikation**, die als Bedingung für die Förderfähigkeit in den Förderrichtlinien verankert wurde und die damit für alle Fahrzeugeigentümer/ -halter / -betreiber verbindlich gilt. Mit diesem Ansatz kann der Gesamtaufwand durch technische Synergien der Projekte untereinander deutlich reduziert werden (die sogenannte *Generische Applikation* – siehe Preisevaluierung). Die Industrie musste aufgrund der klaren Förderbedingungen technische innovative Lösungen anbieten, damit sie den Auftrag überhaupt bekommen konnte. Dieser Ansatz sollte in Zukunft unbedingt beibehalten werden: Parallel laufende Projekte zeigen, dass ohne Förderbedingungen in Ausschreibungen mit unterschiedlichen technischen Anforderungen, die Industrie keine identischen technischen Lösungen anbieten kann.

Die gewünschten Innovationen und Neuentwicklungen konnten ebenfalls angestoßen werden und werden derzeit in den 5 DKS-Projekten von Alstom (Baureihe 423, Baureihe 430, Talent3, Flirt, Coradia Stream) umgesetzt.

Um das technische Zielbild des Programms „Digitale Schiene Deutschland“ (DSD) realisieren zu können, konnten die gewünschten Weiterentwicklungen im Rahmen einer Innovationskooperation detailliert werden. Ergebnis sind allgemein nutzbare Lastenhefte für einen bundesweiten DSD-Rollout.

Die Digitalisierungsstrategie für die Ausrüstung der gesamten Fahrzeugflotte in Deutschland benötigt aber einen weitergehenden ganzheitlichen Ansatz, bei dem alle Beteiligten – Infrastruktur- und Fahrzeugseite – verzahnt miteinander agieren. Dieser Ansatz fehlte bisher. Zudem erfolgte aufgrund des beschränkten Blicks auf Einzelprojekte kein bundesweiter Ansatz, so dass DSD-Fahrzeugumrüstungen derzeit auf Basis von einzelnen personal- und zeitintensiven Ausschreibungen und anhand von individuell gestalteten Anforderungen und Kriterien erfolgen, was zur Folge hat, dass bundesweit im Zweifel keine einheitliche DSD-Fahrzeugausrüstung, die im Zweifel die kapazitiven Effekte des DSD-Rollouts nicht nutzen kann, verbaut wird. Die Ziele für die Kapazitätssteigerung würden damit absehbar verfehlt. Darüber hinaus erfordert dieser Einzelprojekt-Ansatz jeweils eine separate Angebotslegung und ein separates Engineering, was von der Industrie keinesfalls leistbar ist.

Um jedoch die gewünschten verkehrs- und klimapolitischen Ziele der Digitalisierung der Schiene in der geplanten Zeit zu erreichen, ist es notwendig die First-of-Class-Zulassung unter Einbindung aller Beteiligten (inklusive Gutachtern und Zulassungsbehörde) und mittels einer zentralen Koordinationsstelle auf ein standardisiertes, „quasi-industrielles“ Niveau zu bringen, welches deutlich verkürzte Durchlaufzeiten und eine erhebliche Reduzierung der Kosten und damit auch eine Reduzierung des Fördervolumens erlauben.

Auf Basis eines **optimierten Roll-Out-Konzepts**, dem eine detaillierte Simulation zugrunde liegt, werden Lösungen für die FoC-Prozesse und die Serienumrüstungen dargestellt. Mit einem Start zum 1.1.2023 ist eine Umrüstung bis für die Top 20 Flotten des Scan-Med-Korridors bis Ende 2029 darstellbar.

Hierzu sind folgende Voraussetzungen zu schaffen:

1. **Stabile verbindliche technische Spezifikation** der DSD-Fahrzeugausrüstung entsprechend den Erkenntnissen des „Digitalen Knotens Stuttgart“ und fest referenzierte Normengrundlage über den gesamten Umrüstungszeitraum oder zumindest für die Umrüstung einer gesamten Baureihe (Normenfestschreibung). Hierbei kann eine Anforderungsdifferenzierung nach Fahrzeugkategorien sowie Fahrzeualter und betrieblicher Einsatzprofile sinnvoll sein (siehe technische Evaluierung).
Es ist davon auszugehen, dass es bei Baureihen des Ausrüstungsclusters 1 dazu kommen kann, dass die DSD-/ ETCS-Fahrzeugausrüstung der Serie bis zu zehn Jahre dauern kann. Die Normenfestschreibung für die Baureihenumrüstung sollte auf jeden Fall angestrebt werden. Ein mehrstufiger Projektansatz sollte im Rahmen der weiterführenden Förderrichtlinie möglich sein (Upgrade auf neuere TSI).
2. **Bündelung von FoC-Aktivitäten** „en bloc“ für komplette Fahrzeugbaureihen/ Produktfamilien. Ein FoC-Projekt kann erst dann gestartet werden, wenn alle Varianten alle Betreiber dieser Baureihe betrachtet wurden und eine entsprechende Major-/Minor-FoC-Klassifizierung durchgeführt aufgestellt wurde. Eine verbindliche Teilnahme aller Eigentümer/Betreiber der betroffenen Baureihe wäre ideale Voraussetzung. Dies kann jedoch nur über einen Förderanreiz ermöglicht werden. Die Variantenermittlung und anschließende Durchführung ist bei den Baureihen mit TCMS (Cluster 1a, 1b und 2a) und ohne standardisierte Schnittstellen zügig nur durch den **Originalhersteller** (OEM) durchzuführen (siehe Erkenntnis *Preisevaluierung*).
3. **Partnerschaft mit dem EBA** – Umrüstungen setzen auf der „letzten behördlichen Genehmigung“ eines Fahrzeuges auf. Hier ist eine gemeinschaftliche Definition und Vorgehensweise aller Beteiligten von einem „bescheidsscharfen Ansatz“ auf den „FoC-Ansatz“ zu erdenken und zu erarbeiten, die die eisenbahnrechtlichen Anforderungen berücksichtigen. (siehe *Terminplanevaluierung*).
4. Schaffung einer **zentralen Koordinationsstruktur** im Rahmen einer vom Sektor unterstützten und mit Kompetenz ausgestatteter Organisation zur Umsetzung der Bündelung, Allokation von Fördermitteln und Schaffung der vertraglichen Basis (idealerweise basierend auf Rahmenverträgen) zwischen Umrüster und Fahrzeughalter/-eigentümer/-betreiber für FoC und Serie (siehe *Evaluierung Vergabe*).

Abschließend ist festzuhalten, dass dieser Ansatz nur funktionieren kann, sofern

- es ein weitestgehendes stabiles Lastenheft für das gesamte Umrüstprogramm gibt und insbesondere keine Änderung innerhalb der Umrüstung einer Baureihe/Produktfamilie auftritt (Für notwendige Änderungen muss eine Regelung geschaffen werden, welche keinen zeitlichen Einfluss auf die Umrüstungsdauer hat.),
- alle Varianten unter der gleichen TSI, dem gleichen Normenstand und dem gleichen Lastenheft zugelassen werden und
- alle Varianten einer Baureihe/ Produktfamilie am Tag des Projektstartes mit in dem FoC-Projekt umfasst sind.

Kapitel 4 Terminplan fahrzeugseitiges Rollout-Projekt für die Digitale Schiene Deutschland (DSD)

Inhaltsverzeichnis

KAPITEL 4 TERMINPLAN FAHRZEUGSEITIGES ROLLOUT-PROJEKT FÜR DIE DIGITALE SCHIENE DEUTSCHLAND (DSD)...	1
1. ABSTRACT	2
2. EINLEITUNG	3
3. FIRST-OF-CLASS-TERMINPLAN	3
3.1. ERKENNTNISSE TERMINPLAN FOC-PROJEKT AUS DKS	3
3.2. FOC-PROJEKT-EXTRAPOLATION AUF BASIS DES PROJEKTES DKS FÜR DEN BUNDESWEITEN DSD-ROLLOUT	5
3.2.1. DKS-ARBEITSWEISE	5
3.2.2. SIMULATION TOP 13 NACH DKS-ARBEITSWEISE	6
3.3. FOC-PROJEKT-EXTRAPOLATION AUF BASIS EINES GENERISCHEN ANSATZES FÜR DEN BUNDESWEITEN DSD-ROLLOUT	7
3.3.1. KONZEPT & ANNAHMEN	7
3.3.2. SIMULATION TOP 13 NACH GENERISCHEM DSD-PROGRAMM-ANSATZ	9
4. TERMINPLAN DER SERIENNACHRÜSTUNG	10
4.1. ERKENNTNISSE AUS DEM DKS	10
4.2. SIMULATION FÜR DIE DSD-FAHRZEUGNACHRÜSTUNG DES SCAN-MED-KORRIDORS	12
5. ZUSAMMENFASSUNG UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN – TERMINPLAN BUNDESWEITER DSD-ROLLOUT, FOC-UND SERIENNACHRÜSTUNGEN	16

1. Abstract

Die Nachrüstterminpläne der vier Baureihen und 333 Triebzüge im DKS zeigen folgende Kennwerte:

FoC-Projekt-dauer (von Beauftragung bis zur Genehmigung zum Inverkehrbringen)

- Cluster-1-Baureihen (BR 423, 430, TALENT 3) mit Alstom als ursprünglichem Hersteller (OEM = Original Equipment Manufacturer) und DSD-Fahrzeugausrüster: **31 Monate**
- Cluster-1-Baureihe (Flirt) mit Stadler als OEM und Alstom als DSD-Fahrzeugausrüster: **43 Monate**
- Neubaufahrzeuge (Coradia Stream): ist Bestandteil des Terminplanes des Fahrzeugherstellprozesses

Der kritische Pfad wird zunächst durch die TCMS-Änderung und anschließend durch den Validierungs-, Begutachtungs- und Zulassungsprozess bestimmt. Wir empfehlen, den Fall des Auseinanderfallens von OEM und DSD-Fahrzeugausrüster für Fahrzeuge des Ausrüstungscluster 1 mit Anpassung der TCMS nicht weiter zu verfolgen. Bei Ausrüstung mit DSD-Fahrzeugausrüstung durch einen anderen Hersteller als den OEM ist eine zusätzliche Komplexität in der Umsetzung zu berücksichtigen, die bei der Vielzahl an parallel durchzuführenden Projekten beim Umrüstprojekt der bundesweiten Bestandsflotte vermieden werden sollte.

Durch stabile Lastenhefte und Wiederholbarkeit ist eine Verkürzung der FoC-Durchlaufzeit auf bis zu **24 Monate** möglich. Diese Verkürzung ist unter der Voraussetzung möglich, dass für den DKS modellhaft entwickelte technische Lösungen bei Folgeprojekten wieder verwendet werden.

Die heutige Arbeitsweise erlaubt im Bestfall, ein FoC-Projekt pro Monat zu starten. Eine Simulation der 61 FoC-Projekte der 13 von Alstom untersuchten Baureihen des Scan-Med-Korridors mit jeweils 24 Monaten Laufzeit ergibt: Bei einem Programmstart im Januar 2023, wird das letzte FoC-Projekt der 61 FoC im Januar 2028 starten und im Dezember 2029 enden. Daran würde sich die Serienumrüstung jeweils versetzt anschließen. Mit den heutigen Randbedingungen ist es damit bereits jetzt schon nicht mehr möglich, alle auf dem Scan-Med-Korridor verkehrenden Fahrzeuge bis zum Jahr 2030 mit DSD-Fahrzeugausrüstung auszurüsten. Das ist nicht zufriedenstellend.

Unter Voraussetzung der im Kapitel 3 („First of Class“) empfohlenen **FoC-Koordinierung und Komplexitätsdifferenzierung** (eine Baureihe wird erst dann gestartet, wenn alle Major-/Minor-FoC einer Baureihe bundesweit identifiziert sind und gemeinsam beauftragt werden) und durch Investitionen des Sektors in einen generischen industriellen Programmansatz werden FoC-Durchlaufzeiten von **12-19 Monaten** möglich. Zusätzlich erlaubt dies einen gleichzeitigen Start von 2 FoC-Projekten pro Monat. Eine Simulation der 61 FoC-Projekte der 13 von Alstom untersuchten Baureihen des Scan-Med-Korridors mit jeweils 12-19 Monaten Laufzeit ergibt: Bei einem Programmstart im Januar 2023 wird das letzte FoC-Projekt der 61 FoC im Jan 2026 abgeschlossen. Daran würde sich die Serienumrüstung jeweils versetzt anschließen. Dies zeigt umso deutlicher, dass die DSD-Fahrzeugausrüstung bundesweit zentrale Koordinierungsstelle koordiniert werden muss, um die Nachrüstprozesse zu beschleunigen.

Der Serienumbau von 318 Triebzügen im DKS schließt sich an die jeweilige FoC-Zulassung an und wird im DKS über einen Zeitraum von 18 Monaten durchgeführt. Um eine Umrüstzeit von 13 Monaten zu ermöglichen, **werden im DKS durchschnittlich 25 Triebzüge zeitgleich für jeweils 4 Wochen immobilisiert**. Dabei entfallen 50% der geplanten Zeit auf Conformity-to-Type-Erklärung (CTT), 30% auf Installation und Inbetriebnahme und 20% auf Transferzeiten (Überführungen & Abnahme).

Alstom führte eine Simulation zu den 2.679 Triebfahrzeuge der 13 untersuchten Baureihen des Scan-Med-Korridors basierend auf dem optimierten FoC-Ansatz durch. Es zeigt sich, dass mit dem koordinierten Ansatz und dem optimierten FoC-Ansatz ein Abschluss des letzten FoC Projektes im Januar 2026 und einen Abschluss der Serienumrüstung bis Dezember 2029 erreicht werden kann. **Im Mittel werden hier für die 13 Flotten und 28 Baureihen ca. 32 Triebfahrzeuge für jeweils 2 Wochen immobilisiert**. Voraussetzung ist die

Sicherstellung optimierter, kontinuierlicher Zuführung, die Reduzierung der Transferzeiten sowie die Reduzierung der CTT-Zeit von 4 Wochen auf „2 Stunden“ sowie eine ausreichende Anzahl an Ersatz- bzw. Kompensationsfahrzeugen. Der limitierende Faktor stellt bei aller industrieller Serienoptimierung die Verfügbarkeit passender Ersatz- bzw. Kompensationsfahrzeuge für die Betreiber dar, beispielsweise im Hinblick auf Traktion, technischen Anforderungen sowie Anforderungen aus Verkehrsverträgen. Der tatsächliche Fahrzeugbedarf wird insofern größer sein. Nicht zuletzt müssen geeignete Triebfahrzeuge überhaupt auf dem Markt verfügbar sein.

Eine DSD-Fahrzeugausrüstung von Neufahrzeugen sollte in der Förderrichtlinie berücksichtigt werden, da so für Neufahrzeuge keine zusätzlichen Kapazitäten für eine Nachrüstung in Anspruch genommen werden und auch die Projektlaufzeiten für die Typtests nur geringfügig verlängert werden. Insbesondere können erst durch eine Förderung klare Anforderungen an die Fahrzeugausrüstung gestellt werden, die aufgrund der Regeln des Eisenbahnregulierungsrechts nicht anderweitig durch Schienennetz-Nutzungsbedingungen verpflichtend verlangt werden können. Allerdings sollte die Förderung für Neufahrzeuge nur bis zum Jahr 2030 gewährt werden.

2. Einleitung

In diesem Kapitel wird der Terminplan für den Roll-Out der Umrüstung von Fahrzeugflotten mit DSD-Fahrzeugausrüstung beschrieben. Dabei wird wiederum das Projekt Digitaler Knoten Stuttgart (DKS) als Referenz genommen. Die sich aus der Vorgehensweise beim Projekt DKS ergebenden Randbedingungen, werden auf weitere Fahrzeugflotten terminlich extrapoliert und dargestellt. In einem weiteren Kapitel wird ein optimierter Ansatz gewählt und die sich daraus ergebenden Potenziale dargestellt.

3. First-of-Class-Terminplan

Die existierenden Terminpläne im Projekt DKS (Stand Juli 2022) für 5 verschiedene Baureihen sind in der nachfolgenden Übersicht dargestellt. Sie werden als Referenz für die Analyse der Durchlaufzeiten genutzt.

3.1. Erkenntnisse Terminplan FoC-Projekt aus DKS

Insbesondere sollen die Durchlaufzeiten von Vertragsabschluss bis zur Erteilung der GIF¹ der FoC-Projekte dargestellt werden. Sie betragen je nach Baureihe 31 bzw. 43 Monate, also rund 2,5 bzw. 3,5 Jahre (siehe rote Pfeile in nachstehender Grafik Anlage 2). Hierbei ist der vorgelagerte Vergabeprozess nicht berücksichtigt (siehe Kapitel Vergabe).

¹ GIF: Genehmigung für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen

Es zeigt sich, dass Nachrüstprojekte, die nach dem derzeitigen Projektansatz ohne Optimierungen durchgeführt werden mussten, etwa 31 Monate dauern. Das Beispiel FLIRT zeigt eine zusätzliche Erhöhung der Durchlaufzeit auf 43 Monate. Grund dafür ist der höhere Komplexitätsgrad und Abstimmungsbedarf mit dem OEM, der die DSD-Fahrzeugnachrüstung nicht durchführt. Da dessen Mitwirkung für eine erfolgreiche DSD-Fahrzeugnachrüstung essenziell ist, müssen vor der tatsächlichen Nachrüstung erst sämtliche Abstimmungen erfolgreich umgesetzt worden sein.

Das Projekt „Doppelstock Baden-Württemberg Coradia Stream High Capacity“ ist ein Neubauprojekt. Daher kann die Dauer der signaltechnischen Ausrüstung hier nicht direkt verglichen werden. Die ETCS-Integration und die dazugehörige Autorisierung erfolgen hier im Zusammenhang mit der Entwicklung, Herstellung, Baumusterprüfung und Zertifizierung des Neufahrzeugs.

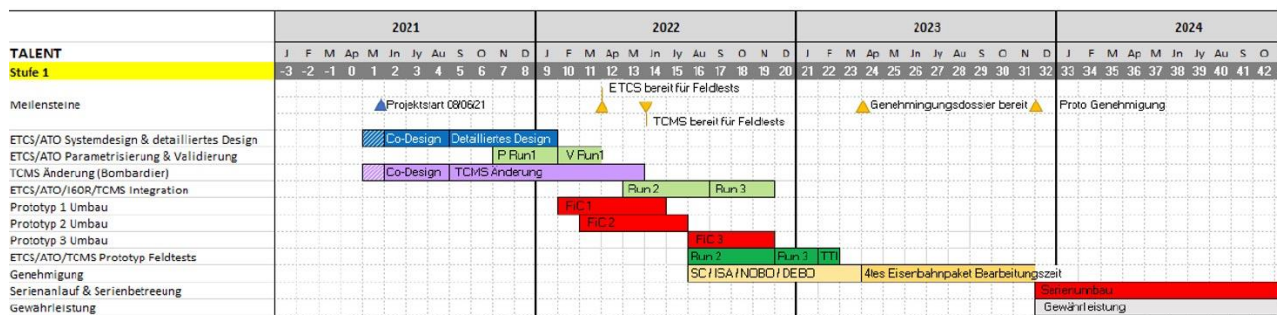
Das Projekt Doppelstock kann jedoch als Vergleichsmaßstab herangezogen werden: Der derzeitige Ansatz in ETCS-Fahrzeugnachrüstprojekten benötigt derzeit ungefähr 70% der Projektzeit einer Neufahrzeugzulassung. Dies hat seine Ursache in ähnlich langen Zeiten bei Nachrüstung und Neubau für Design, TCMS-Entwicklung, Materialbeschaffung (Lieferzeiten), Prototypenausrüstung, Inbetriebsetzung, Typtest, Begutachtung durch Gutachter und Zulassung durch die Behörden.

Die Projektlaufzeiten bis zur Zulassung lassen sich auch durch andere Fahrzeugnachrüstungsprojekte in Deutschland z. B. ICE-Flotten bestätigen.

3.2. FoC-Projekt-Extrapolation auf Basis des Projektes DKS für den bundesweiten DSD-Rollout

3.2.1. DKS-Arbeitsweise

Die Umsetzung der DSD-Fahrzeugnachrüstung müsste für weitere Triebfahrzeuge anderer Baureihen sequenziell erfolgen, wenn es bei einzelnen spezifischen Projektabwicklungen mit dem üblichen Vergabeverfahren in Einzelausschreibungen bliebe. Zur Veranschaulichung soll eine generische Darstellung eines DKS-Terminplanes dienen. Optimierungen, Synergien, Bündelungen von Aktivitäten sind hierbei nicht berücksichtigt.



Bestimmende zeitliche Faktoren sind ca. 1 Jahr Engineering, 13 Monate TCMS-Entwicklung, mindestens 12 Monate für Beschaffung und Logistikkette bis zum Start der Umrüstung des ersten Prototyps und 15 Monate für Prüfung und Nachweisführung. Zusätzlich ergeben sich 16 Monate für Begutachtung durch Gutachter (DeBo, NoBo und AsBo) und Zertifizierung durch ERA/EBA. Durch Parallelisierung der Aktivitäten ist es möglich, eine Projektlaufzeit von insgesamt zweieinhalb Jahren bis zur Zulassung zu realisieren. Die TCMS-

Software-Entwicklung inklusive der dazu notwendigen Nachweisführung, Begutachtung und der Zulassungsprozess liegen auf dem kritischen Pfad.

Für den Fall von Cluster-2b-Fahrzeugen (DSD-Fahrzeugnachschrüstung ohne die Anpassung von TCMS) sind im Idealfall Projektlaufzeiten von 2 Jahren möglich. Eine Evaluierung im DKS ist hier jedoch nicht möglich, da keine der DKS-Baureihen zu den Cluster-2b-Varianten zählen.

Insbesondere ist die Bearbeitungszeit auf Basis des 4. Eisenbahnpakets – gegenüber der früher sehr kurzen Durchlaufzeit beim EBA – nicht sehr förderlich. Hier ist ein großes Einsparpotenzial zu sehen, welches auch schon in Analysen der VDB-Positionspapiere z.B. „Die Zukunft der Schiene soll rasch beginnen“ VDB 2021 (siehe Anlage 3) dargestellt ist.

3.2.2. Simulation TOP 13 nach DKS-Arbeitsweise

ACHTUNG:

Die in Kapitel 3 erfolgten FoC-Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen zu **Koordinierung** (eine Baureihe wird erst gestartet, wenn alle FoC-Projekte der Baureihe definiert sind) und **Komplexitätsdifferenzierung** (Ermittlung Major-/Minor-FoC und Prototypenanzahl) sind Eingangsvoraussetzung für die folgenden Simulationen.

Den folgenden Simulationen wurden die 13 von Alstom untersuchten Flotten des Scan-Med-Korridors, entsprechend 28 Baureihen und 61 FoC-Projekte - somit 2/3 der Scan-Med-Baureihen zu Grunde gelegt.

Annahmen für eine sequenzielle Umrüstung auf Basis des Projektes DKS ohne Optimierung:

- Projektstart: 01.01.2023
- Es kann 1 FoC-Projekt pro Monat gestartet werden = 12 pro Jahr
 - zum Vergleich: im DKS wurden 10 FoC-Projekte im Jahr 2021 gestartet.
- Die Gesamtdurchlaufzeit pro FoC beträgt 2 Jahre.
 - zum Vergleich: im DKS werden 31-43 Monate benötigt

Mit dieser Arbeitsweise sind erreichbar:

- 14 der 61 FoCs sind bei einem Start zum 1.1.2023 bis Januar 2026 abgeschlossen (bei einem Start am 1.1.2024 bis Januar 2027 etc.),
- 61 FoCs sind bis Januar 2030 abgeschlossen und
- die Seriennachschrüstung aller Triebfahrzeuge schließt sich jeweils an den Abschluss jeder FoC mit zusätzlichen 1-2 Jahren Durchlaufzeit an.

Im Ergebnis ist festzuhalten:

Nur 14 FoCs wären bei diesem Szenario und einer extrapolierten Vorgehensweise auf Basis des Projektes DKS bis Januar 2026 möglich (Start 1.1.2023) und 61 FoCs sind somit erst im Januar 2030 erreichbar. Die Seriennachschrüstungen wären erst weit nach 2030 abgeschlossen. Mit den heutigen Randbedingungen ist es damit bereits jetzt schon nicht mehr möglich, alle auf dem Scan-Med-Korridor verkehrenden Fahrzeuge bis zum Jahr 2030 mit DSD-Fahrzeugausrüstung auszurüsten.

Selbst die zwingend erforderliche FoC-Koordinierung und Komplexitätsdifferenzierung sind nicht allein ausreichend, um die Zielsetzungen eines bundesweiten DSD-Rollouts zu erfüllen.

Im Folgenden werden die Effekte eines optimierten generischen FoC-Ansatzes simuliert. Ähnliche Ansätze wurden bei großen nationalen Rollouts wie in Dänemark (~50 Baureihen) oder Norwegen (~25 Baureihen) verfolgt.

3.3.FoC-Projekt-Extrapolation auf Basis eines generischen Ansatzes für den bundesweiten DSD-Rollout

3.3.1. Konzept & Annahmen

In den Kapiteln 2 (Technische Evaluierung) und 3 (First-of-Class-Definition) sind die Prämissen für einen optimierten und auf Partnerschaft aller Akteure basierenden Programmansatzes bereits ausführlich beschrieben worden. Die unveränderten technischen Anforderungen, Koordinierung und Komplexitätsdifferenzierung erlauben der Industrie einen hohen Grad der Industrialisierung auch bei FoC-Projekten. Die Potenziale, die dieser Ansatz im Hinblick auf die Termine bietet, werden nachfolgend beschrieben.

Dazu wird ein hoher Grad an Standardisierung mit einer einheitlichen technischen Spezifikation für den gesamten bundesweiten DSD-Rollout angesetzt. Erreicht wird dies durch einen generischen Ansatz, der alle deutschen STM-Typen (PZB I60R, PZB EBICAB, LZB 8016*, LZB 80E und LZB EBICAB) abdeckt. Ein Entwurf bildet einen virtuellen Zug ab, der den meisten Anforderungen der verschiedenen Baureihen funktional entspricht und eine modulare Integration vorsieht. Standardisierte (aber nicht normierte) Schnittstellen zu TCMS werden geschaffen und es wird ein standardisiertes Redundanzkonzept entwickelt.

Folgende Herausforderungen sind dabei sowohl abwicklungstechnisch als auch vertragsrechtlich zu berücksichtigen:

- Eine DSD-Fahrzeugnachrüstung hat weitreichende Auswirkungen auf den laufenden Betrieb vieler Eisenbahnverkehrsunternehmen. Die Einplanung von Nachrüstungszeiträumen für Triebfahrzeuge, auf Basis eines verbindlichen und finanzierten Infrastruktur-Rollouts, einer Baureihe muss langfristig und vorausschauend geplant werden, um eine „en bloc“-DSD-Fahrzeugnachrüstung durchführen zu können. Wobei jedoch zu beachten ist, dass erst eine vorauslaufende DSD-Fahrzeugnachrüstung der Fahrzeuge dem Infrastruktureigentümer bzw. -betreiber die nötige Flexibilität gibt und damit für ihn notwendige Freiheitsgrade schafft. Hier ist insbesondere auch die Einplanung von Nachrüstkapazitäten und Ersatzfahrzeug- bzw. Kompensationsfahrzeugflotten zu berücksichtigen.
- Das DSD-Rollout-Programm der Fahrzeugseite wird bundesweit ungefähr ein Jahrzehnt andauern. Daher muss zu Beginn eines FoC-Programms eine Normenfestschreibung erfolgen und die Nachrüstung der Serie zumindest einer Baureihe dann im Zeitraum der Normfestschreibung erfolgen.

Die Antwort auf die komplexen und vielfältigen Fahrzeugflotten wird auch in einer generisch aufgebauten Dokumentation liegen, die für den gesamten DSD-Rollout modular genutzt werden kann. Ebenso werden umfassende Tests auf generischer Ebene durchgeführt, die eine projektübergreifende Akzeptanz der Testergebnisse ermöglichen.

Spezifische Anpassungen pro Fahrzeug, ohne dass der generische Ansatz aufgegeben wird, erfolgen durch Tests im Labor und am Fahrzeug. Der reduzierte Umfang sollte in Abstimmung mit den Betreibern, Gutachtern Behörden und der zentralen Koordinierungsstelle erfolgen.

Das zentral koordinierte DSD-Rollout sollte FoC-Zentren ermöglichen und aufbauen, um somit auch die logistischen Prozesse und den Testbetrieb deutlich effizienter gestalten zu können, d. h. die Prozesse auf einen „quasi-industriellen“ Maßstab zu heben und FoC-Projekte „in Serie“ mit den entsprechenden Synergien durchzuführen. Ebenso sollte die enge Kooperation mit Gutachtern über die gesamte

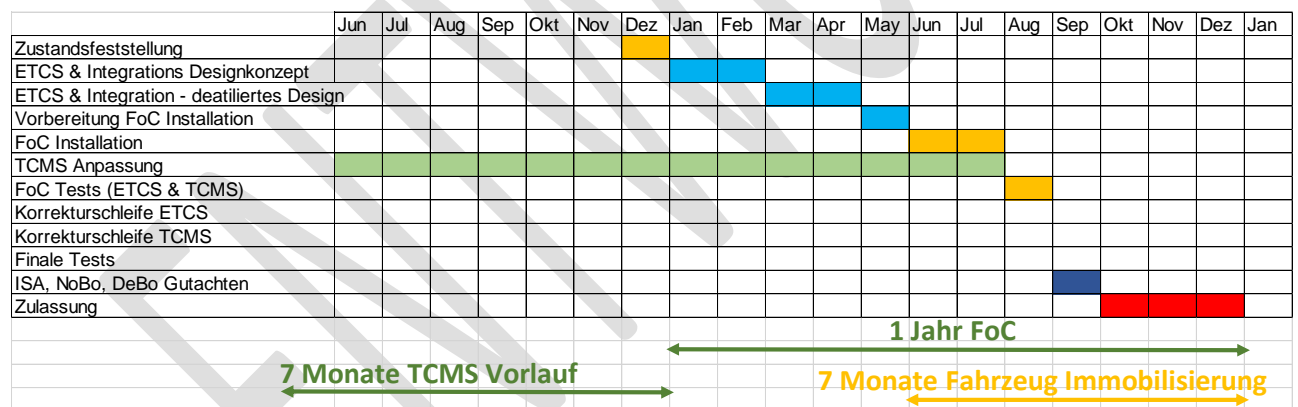
Programmdauer mit den FoC-Zentren erfolgen. Bei entsprechender Auslastung der Zentren wäre eine Allokation der Gutachter fest vor Ort vorzusehen.

Der Ansatz von FoC-Zentren stellt eine große Investition für die Industrie dar, da personelle, maschinelle und Infrastruktur-Kapazitäten sowohl bei FoC-Fahrzeugnachrüstern als auch bei Subunternehmen aufgestockt und vorgehalten werden müssen. Für derart weitreichende Investitionen sind konstante und verlässlich zugesagte Volumen an FoC-Projekten unbedingt notwendig, die über die zentrale Koordinierungsstelle zugewiesen werden sollten. Ohne die Einrichtung der „quasi-industriellen“ FoC-Zentren kann ein bundesweiter DSD-Rollout keinesfalls bis zum Jahr 2035 gelingen. Da die zeitgerechte DSD-Fahrzeugausrüstung allein über das Gelingen des bundesweiten DSD-Rollouts in Gänze entscheidet, ist ohne die dargestellten Bedingungen sogar ein Abschluss des DSD-Rollouts bis zum Jahr 2040 illusorisch.

Bei einem langfristig angelegten Programm, können sowohl personelle Ressourcen als auch industrielle Prozesse planbar aufgebaut werden und entsprechende Effizienzsteigerung hervorbringen. Lerneffekte gerade bei der TCMS-Erstellung können zu Durchlaufzeitverkürzungen führen, da z. B. Korrekturschleifen vermieden werden.

Die generische Bewertung als Best-Case-Szenario (Konzept der Typzulassung) ermöglicht ein schnelleres Genehmigungsverfahren. Für die Simulation wird die Durchlaufzeit für die FoC-Zulassung von 5 Monaten auf 3 Monate reduziert. Für die Serie ist die oben genannte Verkürzung der CTT-Zeit notwendig (siehe Abstract).

Unter diesen Prämissen ergibt sich folgender generischer Terminplan:



Gegenüber einer sehr projektspezifischen Entwicklung kann durch den generischen Ansatz die Durchlaufzeit auf einen Wert von 12 Monaten bei vorgelagerten TCMS-Entwicklungen reduziert werden.

Bei stabilen technischen Lastenheft-Anforderungen und dadurch stabilen technischen Lösungen und standardisierten (nicht normativen) Schnittstellen zwischen der DSD-Fahrzeugausrüstung inkl. ETCS/ATO und TCMS wird es möglich, die TCMS-Entwicklung vorzuziehen. Eine normierte Schnittstelle zwischen der DSD-Fahrzeugausrüstung inkl. ETCS/ATO und TCMS auf allen Triebfahrzeugen zu implementieren, wird jedoch bei den Bestandsfahrzeugen aufgrund der sehr unterschiedlichen Fahrzeugarchitekturen wirtschaftlich nicht bei allen Fahrzeugen sinnvoll sein. Hier sollte das Fahrzeugalter ausschlaggebend sein. Das DSD-Fahrzeugnachrüstungs-Projekt adressiert Baureihen, die zwischen 3 bis 50 Jahre alt sind. Die Schnittstelle muss flexibel und adaptiv bleiben, um den besten Kompromiss zu finden zwischen Standardisierung und Minimierung der TCMS-Änderung. Für Triebfahrzeuge ohne TCMS muss ebenfalls eine kostengünstige, standardisierte Lösung entwickelt werden.

3.3.2. Simulation TOP 13 nach generischem DSD-Programm-Ansatz

Eine Simulation mit diesem Ansatz und den oben beschriebenen Randbedingungen zeigt, dass jetzt 52 von 61 FoCs der 13 von Alstom untersuchten Flotten auf dem Scan-Med-Korridor bis Januar 2026 möglich wären.

Bei Lokomotivfamilien der TRAXX Baureihen (Zulassung z. T. in mehreren Ländern) ergeben sich weitere 9 komplexe FoCs (mit längerer Laufzeit und höherer Komplexität aufgrund von Mehrländerzulassungen). Eine Zulassung wäre hier bis März 2027 möglich.

ENTWURF

4. Terminplan der Seriennachrüstung

In diesem Abschnitt wird auf die Seriennachrüstung der Triebfahrzeuge eingegangen. Es wird wieder das Projekt DKS als Ausgangspunkt genommen und darauf aufsetzend eine Extrapolation für weitere umzurüstende Baureihen vorgenommen.

Anschließend wird die Simulation mit optimierten Randbedingungen vorgenommen und deren Ergebnisse erläutert.

4.1. Erkenntnisse aus dem DKS

Nachfolgend ist der Projektterminplan der DSD-Fahrzeugnachrüstung im DKS dargestellt und mit roten Pfeilen die Gesamtdurchlaufzeit hervorgehoben. Sie beträgt insgesamt für alle Baureihen ca. 6 Jahre.

Insgesamt werden im Projekt DKS 333 Triebzüge² nachgerüstet (BR 423, BR 430, Talent 3 und Flirt). Die Ausrüstung der 130 Coradia Stream DoSto mit DSD-Fahrzeugausrüstung wird in dieser Simulation nicht betrachtet, es wird sich auf die Simulation der Nachrüstkapazität beschränkt. Eine DSD-Fahrzeugausrüstung von Neufahrzeugen sollte in der Förderrichtlinie berücksichtigt werden, da so für Neufahrzeuge keine zusätzlichen Kapazitäten für eine Nachrüstung in Anspruch genommen werden und auch die Projektlaufzeiten für die Typtests nur geringfügig verlängert werden.

Die Umsetzung erfolgt projektspezifisch mit unterschiedlichen Anforderungen für die jeweiligen Baureihen.

² 118 Triebzüge für SFBW und 215 Triebzüge für S-Bahn Stuttgart

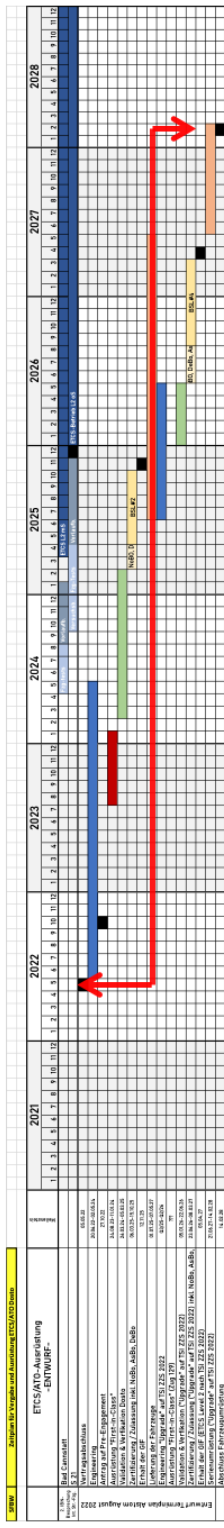
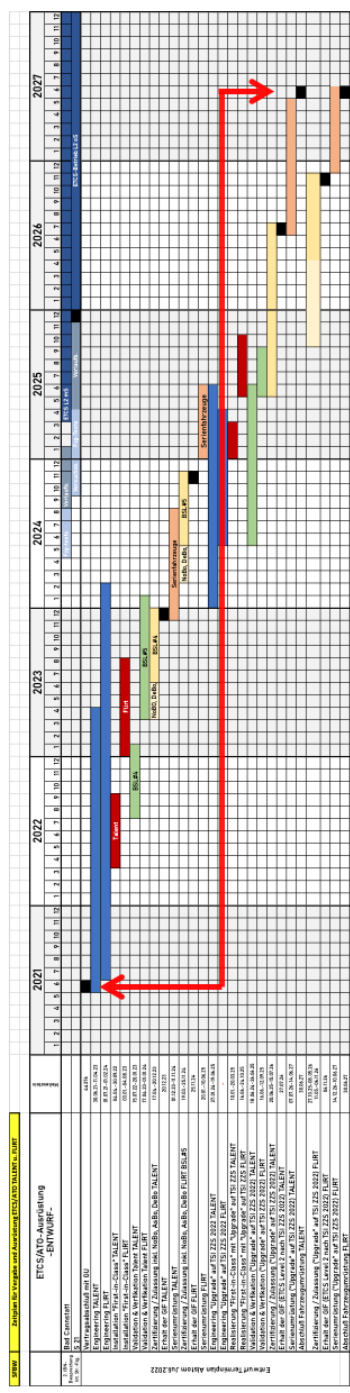
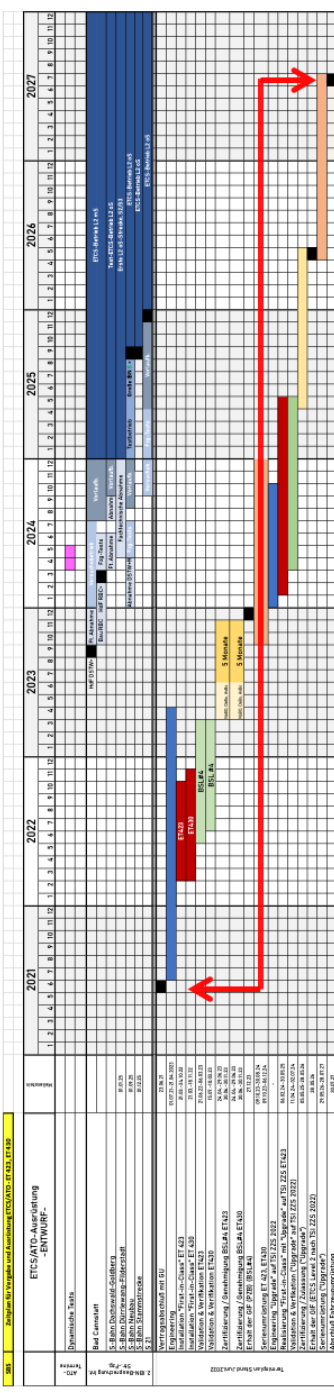
Durchlaufzeiten Vertragsabschluss – Serienumbau

6 Jahre (ET423, 430)

6 Jahre (Talent)

6 Jahre (FLIRT)

6 Jahre (Dosto)



Die Nachrüstung der verbleibenden 318 Serientriebzüge wird grob über einen Zeitraum von 18 Monaten nach jeweils abgeschlossener FoC-Zulassung zwischen Dezember 2023 und Juli 2025 erfolgen. Im Projekt wurde bislang von einer Immobilisierungszeit von 4 Wochen je Fahrzeug ausgegangen. Hierauf entfallen etwa:

- 50% auf Conformity-to-Type-Erklärung
- 30% auf Installation und Inbetriebnahme
- 20% auf Transferzeiten (Überführungen & Abnahme)

Bereits heute geht der Terminplan von einer Verkürzung der CTT-Zeit von 4 auf 2 Wochen aus. Hier benötigt es jedoch dringend Rechtssicherheit.

Im Mittel sind im Jahr 2024 zeitgleich 25 Triebzüge für den Einbau der DSD-Fahrzeugausrüstung immobilisiert. In 2025 nachlaufend die 61 Flirt-Triebzüge.

4.2. Simulation für die DSD-Fahrzeugnachrüstung des Scan-Med-Korridors

Betrachtet und für die Simulation ausgewertet, wird beispielhaft eine Fahrzeugauswahl für den DSD-Rollout am Beispiel des Scan-Med-Korridors mit insgesamt 2740 von Alstom untersuchten Triebfahrzeugen. Folgende Alstom-Fahrzeugflotten für den Scan-Med-Korridor³ werden als Ausgangsdaten angesetzt⁴. Die 61 FoCs werden mit mindestens einem Prototypen angenommen und abgezogen: Damit ergeben sich 2679 Serienfahrzeuge.

Baureihe	Anzahl Fahrzeuge	Anzahl FoC	Produktname
290/291/294/295/296	393	12	V 90
202...204/293/298	128	7	V100
612	131	2	RegioSwinger
185.2/146.2	304	5	TRAXX AC2
185.1/146.1	251	4	TRAXX AC1
186	205	4	TRAXX F140 MS2
147/187	201	3	TRAXX AC3
101	134	2	BR101
145/146	109	1	BR145/146
623/648/1648	270	8	Coradia Lint 27/41/54
442	270	4	Talent 2
423	238	2	S-Bahn ET423
440/1440	106	7	Coradia Continental
Summe	2740	61	

In diesem Kapitel sollen insbesondere die industriellen und logistischen Aspekte dargestellt werden. Die Simulation beruht wieder auf demselben Fahrzeugvolumen von 2679 Triebfahrzeugen.

Die Auswahl der Nachrüstungsstandorte und deren Anzahl ist entscheidend für die erfolgreiche Durchführung einer zeitgerechten DSD-Fahrzeugnachrüstung am Beispiel des Scan-Med-Korridors. Gerade bei der Seriennachrüstung sind die Vermeidung von Stillstandszeiten (Überführungsfahrten zum und vom Depot) zu reduzieren. Es sollte idealerweise auch bei den Seriennachrüstungen eine Bündelung der

³ Gesamtbedarf für Scan-Med: 3715 Fahrzeuge

⁴ Alstom, German Rollout planning simu + Workload V10.xlsx, Juni 2022

Baureihen über die zentrale Koordinierungsstelle vorgenommen werden. Die DSD-Fahrzeugnachrüstung findet idealerweise in Depots, Herstellungszentren, Wartungszentren in ganz Deutschland statt, die über eine Expertise in bestimmten Bahnsegmenten (Triebzüge, Lokomotiven, usw.) verfügen. Die Kapazität von Depots oder Wartungszentren allein wird nicht ausreichen, den zusätzlichen Einbau der DSD-Fahrzeugnachrüstung neben der regulären Instandhaltung durchführen zu können.

Es wird dringend empfohlen, zusätzliche Kapazitäten als Nachrüstzentren zu schaffen. Die Nachrüstungsstandorte müssen neben der Infrastruktur für die Nachrüstung auch über geeignete Infrastruktur und geeignetes/qualifiziertes Personal für sämtliche Schritte der Inbetriebsetzung verfügen und diese auch für mehrere Triebfahrzeuge parallel ermöglichen.

Der Start der Seriennachrüstung sollte für eine Baureihe spätestens drei Monate nach der Zulassung des FoC starten. Durch dieses zeitnahe Nachrüsten nach der FoC kann gewährleistet werden, dass sowohl bei den FoC-Projekten als auch bei den Seriennachrüstungen die optimierten Randbedingungen zur Anwendung kommen. Bei der Nachrüstung der Serie ist in jedem Fall das Unternehmen hinzuzuziehen, welches die FoC durchgeführt hat – nur so kann eine Nachrüstung effizient erfolgen (Zeichnungen, Arbeitsanweisungen und Inbetriebnahme).

Für die serielle Nachrüstung in industriellem Maßstab werden folgende Annahmen pro Fahrzeug-Baureihe getroffen:

- Maximal 3 Triebzüge (Triebzüge D oder E) der gleichen Baureihe, die gleichzeitig in Nachrüstung sind
- Maximal 4 Lokomotiven (D oder E) der gleichen Baureihe, die gleichzeitig in Nachrüstung sind
- Mehrere Standorte in die Nachrüstung involviert (z. B. spezialisierte Standorte für Lokomotiven und Triebzüge)

Werkstatt- und Depotauslastungen werden in der Regel für einen Zeitraum von 3 Jahren geplant, so dass eine Vorausplanung aller logistischen und industriellen Aktivitäten zum Start des FoC-Projektes absolut notwendig ist. Materialbeschaffungen sind aufgrund von „en-bloc“-DSD-Fahrzeugnachrüstungen sehr gut planbar, müssen aber ebenfalls zum Start des FoCs avisiert werden.

Neben den Herausforderungen, die sich aus Ersatzfahrzeug- bzw. Kompensationsfahrzeugflotten der jeweiligen Betreiber, Anpassung von Verkehrsverträgen und Verkehrsvertragsanforderungen ergeben, besteht eine der größten Herausforderungen eines solchen Programms darin, die Triebfahrzeuge der unterschiedlichen Fahrzeugeigentümer, -halter und -betreiber pünktlich zu mobilisieren, einschließlich des Transports zum Installationsdepot und der Inbetriebsetzung/Abnahme und Rückkehr zum Heimatdepot. Dies erfordert eine enge Kooperation aller Akteure, da die Nachrüstung bei laufendem Geschäft erfolgen soll. Daher müssen die Planungen für die Standzeit lange vor der Genehmigung des FoC vereinbart werden, wodurch gleichzeitig die pünktliche Lieferung des FoC-Fahrzeugs unter erheblichen Zeitdruck gerät.

Die Nachrüstung einer Baureihe sollte en bloc im Anschluss nach der FoC erfolgen und möglichst in einem oder wenigen Depots erfolgen – da ansonsten weitere Lernkurven anfallen und eine „industrielle“ DSD-Fahrzeugnachrüstung nicht erfolgen kann.

Über abzuschließende Rahmenverträge lassen sich die Spielregeln definieren, die eine Planbarkeit über lange Zeiträume ermöglichen.

Um terminliche Risiken zu berücksichtigen, sind folgende Annahmen in der Simulation getroffen worden:

- Eine Umrüstungsdauer von 2 Wochen wurde angesetzt, die folgende Aktivitäten enthält:
 - Überführung/Ankunft
 - Seriennachrüstung mit DSD-Fahrzeugausrüstung
 - Statische Prüfung

- Dynamische Durchgangsprüfung
- Abnahme / Übergabe an Kunden
- Ein Puffer von 2 Wochen pro Halbjahr wurde in die Gesamtplanung aufgenommen.
- Es wurde ein Puffer von mindestens 3 Monaten zwischen der FoC-Zertifizierung und dem Beginn der entsprechenden Flotteneinführung eingeführt.
 - In Kombination mit der 3-monatigen ERA/EBA-Zulassung des FoC-Fahrzeuges ergäbe sich nur ein Zeitraum von 6 Monaten für die Beschaffung des erforderlichen Materials für das jeweilige Fahrzeug. Dieser Zeitraum ist zu kurz bei Beschaffungszeiten von bis zu 1,5 Jahren bei einigen Komponenten.
 - Artikel mit langen Lieferzeiten, müssen somit schon zu Beginn das FoC-Design bestellt werden. Ermöglicht wird dies durch vorher abgeschlossene Rahmenverträge und zum Programmstart festgelegter Anzahl von Fahrzeugumrüstungen.
- Es wurde ein Puffer von ~9 Monaten zwischen dem theoretischen Ende des Rollouts aller umfasster Triebfahrzeuge gemäß Simulation und dem tatsächlichen Ende des Rollouts am Beispiel des Scan-Med-Korridors vorgesehen.

Ein entscheidender Faktor für den Erfolg des bundesweiten DSD-Rollouts ist die Vermeidung von Stillstandzeiten bei den Betreibern. Diese können jedoch in massiver Form entstehen, wenn die Durchlaufzeiten bei der ERA für die CTT-Genehmigung so bleiben wie sie zurzeit gelten.

- Theoretisch kann jedes mit DSD-Fahrzeugausrüstung nachgerüstete Fahrzeug erst wieder in Betrieb genommen werden, sobald die ERA das jeweilige Dossier genehmigt hat.
 - Dieser Vorgang kann bei der ERA bis zu 4 Wochen Bearbeitungszeit in Anspruch nehmen.
 - Anmerkung: Früher hat das EBA die Konformitätsbescheinigung innerhalb von Stunden erteilt.

Bliebe es bei 4 Wochen Bearbeitungszeit, wären Stillstandskosten für viele Betreiber nicht mehr tragbar und das operative Geschäft würde massiv gestört werden.

- Da die Anzahl der Triebfahrzeuge einer Baureihe auf 3 (Elektrotriebwagen) bzw. 4 (Lokomotiven) begrenzt ist, gefährden CTT-Stillstandzeiten den Erfolg des bundesweiten DSD-Rollouts grundlegend.
- Eine Lokomotive zu leasen, kostet mindestens 40.000 EUR pro Monat. Triebfahrzeuge müssen mit mindestens 100.000 EUR pro Monat veranschlagt werden. Die Verpflichtung, alle Serienfahrzeuge für einen Monat stillzulegen, führt zu zusätzlichen Kosten für die Betreiber, von kumuliert 170 Mio. EUR für die ca. 2700 betrachteten Triebfahrzeuge und könnte bei mehr als 800 Mio. EUR für den bundesweiten DSD-Rollout liegen. Folgekosten aus dem operativen Geschäft sind hierbei noch nicht berücksichtigt.
- In der Simulation wird daher als wesentliche Änderung davon ausgegangen, dass sich EBA und ERA auf ein Verfahren einigen, dass auf einer vorläufigen CTT-Bescheinigung basiert. Es wird vorgeschlagen, dass die Konformitätserklärung von der NSA (EBA) nach dem alten Verfahren (innerhalb von 2 Stunden) ausgestellt wird und einen Monat lang gültig ist, so lange, bis die ERA bzw. das EBA die endgültige Fassung der Bescheinigung entsprechend dem 4. Eisenbahnpaket ausstellt.

Die Simulation für die Seriennachrüstung für das Volumen von 2679 Triebfahrzeugen unter den oben vorgestellten Annahmen und Randbedingungen inkl. eines optimierten FoC-Verfahrens, ist unter Berücksichtigung von einem zeitlichen Risikopuffer von 9 Monaten bis zum Jahresende 2029 möglich. Dies

zeigt umso deutlicher, dass die DSD-Fahrzeugausrüstung bundesweit zentral koordiniert werden muss, um die Nachrüstprozesse zu beschleunigen.

ENTWURF

5. Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen – Terminplan bundesweiter DSD-Rollout, FoC- und Seriennachrüstungen

Es wird ein detaillierter Ansatz mit konkreten Maßnahmen vorgestellt, um Handlungsempfehlungen für einen bundesweiten DSD-Rollout darzustellen. Die Simulationen beziehen sich auf die auf dem Scan-Med-Korridor verkehrenden Fahrzeuge, bei denen Alstom der Ursprungsfahrzeughersteller ist und nicht Fahrzeuge anderer OEMs umrüstet oder in Konsortien die ursprüngliche Fahrzeugentwicklung vorgenommen hat. Zusätzlich wurden die Diesellokomotiven V90 und V100 untersucht, um auch ältere Fahrzeuge zu analysieren, bei denen eine TCMS-Anpassung nicht sinnvoll oder möglich ist. Damit decken die Simulationen etwa 2/3 der in Deutschland verkehrenden TOP-20-Flotten auf dem Scan-Med-Korridor ab.

Auf Basis der Erfahrungen des DKS-Projektes und der Extrapolation dieses gewählten Vorgehens auf zukünftige Projekte zeigt die Simulation, dass aufgrund der sequenziellen Projektschritte „Vergabe – Zulassung 1. Fahrzeug“ mit einer reinen **Projektdurchlaufzeit von 31 Monaten** zu rechnen ist. Hierin ist die Vorlaufzeit von Ausschreibung, Angebotslegung, Verhandlung bis zu einer Vergabe (bis zu 1 Jahr) noch nicht einmal berücksichtigt. Eine Nachrüstung in Baureihen, wo der DSD-Fahrzeugnahrüster nicht der OEM ist, führt zu **einer Durchlaufzeit von 43 Monaten**.

Ebenso zeigt die Analyse, dass ein sequenzielles und projektspezifisches Umrüsten für eine Vielzahl von Fahrzeugserien für unterschiedliche Fahrzeughalter der gesamten Fahrzeugflotte mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zum Zieltermin 2030 nicht erreichbar ist. Die damit nicht zeitgerecht erfolgte DSD-Fahrzeugnahrüstung verzögert damit den infrastrukturellen DSD-Rollout.

Daher sind die folgenden 5 Prämissen für ein beschleunigtes und partnerschaftliches Programm für die DSD-Fahrzeugnahrüstung bei Bestandsfahrzeugen anzuwenden:

1. **Stabile technische Spezifikation und fest referenzierte Normengrundlage über den gesamten Nachrüstungszeitraum (Normenfestschreibung)**

Technische Lastenheftanforderungen müssen gleich sein – Sonderwünsche und spezifische Kundenapplikationen sind bei einer stringenten schnellen Umsetzung nicht umsetzbar. Dies ermöglicht der Industrie durch generische Arbeitsweise und Investitionen die FoC-Durchlaufzeit auf 12-19 Monate zu reduzieren.

2. **Bündelung von FoC-Aktivitäten für jeweilige Fahrzeugbaureihen**

Reduzierung der notwendigen Entwicklungszeiten für FoC-Ausrüstungscluster: ein modularer Aufbau der technischen Unterlagen pro Baureihe, so dass innerhalb einer Baureihe die verschiedenen Varianten konfiguriert werden können.

3. **1 OEM wickelt die jeweiligen eigenen Fahrzeugbaureihen gesamthaft ab – Seriennahrüstung großer Stückzahlen „en bloc“**

Dies erfordert die bundesweite Einbeziehung der jeweiligen Fahrzeughalter dieser Baureihen (zeitlich, kommerziell und bei der Bereitstellung der Fahrzeuge). Das Instrument sollten Rahmenverträge sein, aus denen mit genügend langem Vorlauf abgerufen wird. Ziel der Strategie ist eine „DSD-Fahrzeugnahrüstungs-Programmabwicklung“ und nicht „case-by-case“-Ausschreibung. Dazu sind schnellstmöglich Grundsatzentscheidungen zu treffen, wofür es eine zentralen Koordinierungsstelle bedarf.

Voraussetzung für eine reibungsarme und effiziente Umsetzung ist, dass der technische Ist-Zustand mit heute aktueller Fahrzeugdokumentation übereinstimmt. Abweichungen werden über ein Risikomanagement geklärt.

Die Seriennachrüstungen werden „en bloc“ pro Fahrzeugbaureihe durchgeführt. Dabei müssen alle Fahrzeuge der Baureihe einbezogen werden, die bundesweit vorhanden sind.

Kooperationen mit Nachrüstungscentren/Werkstätten werden beispielsweise auf der Basis von Rahmenverträgen ermöglicht.

4. Partnerschaft mit dem EBA – Vorabklärung der Akzeptanzkriterien für FoC-Fahrzeuge und schnelle Durchlaufzeit bei Serienzulassungen

Ein Validierungs- und Zertifizierungskonzept wird analog zum „modular angelegten Baureihen-FoC“ aufgebaut. Dies Konzept wird mit Sicherheitsbehörden (ERA/EBA) vorher abgestimmt inklusive der dazu erforderlichen Nachweisführung (auch mit DeBo, NoBo und AsBo).

Mit den Sicherheitsbehörden (ERA/EBA) muss sichergestellt werden, dass es einen Prozess gibt, der es erlaubt alle Zulassungsdossiers von Varianten einer Baureihe eigentümerübergreifend in einem konsolidierten Dossier einzureichen. Ein derartiger Ansatz wurde bisher im DKS nicht implementiert, da hier jeweils nur Triebzüge, die in Stuttgarter Raum betrieben werden, autorisiert werden. Das heißt, dass die Genehmigungen, die Alstom für die DKS-Flotten bekommen wird, nur für die spezifischen Stuttgart-Fahrzeuge gültig sein werden. Eine Übertragung auf andere, identische Fahrzeuge innerhalb der gleichen Baureihe, die an anderen Orten in Betrieb sind, findet nicht automatisch statt und muss zu einem späteren Zeitpunkt beantragt werden.

5. Zentrale Programm-Organisation und Schaffung von Rahmenverträgen zwischen OEM und Zuwendungsempfänger

Ausschreibungen bzw. Bestellungen müssen als „DSD-Programm-Strategie“ erfolgen, hierbei sind die Zuwendungsempfänger einzubeziehen.

Eine zentrale Organisationsstelle muss vorgelagert agieren und Rahmenverträge verwalten. Hierfür sollte eine zentrale Koordinierungsstelle eingesetzt werden.

Aus Rahmenverträgen werden die DSD-Fahrzeugnachrüstungen abgerufen und die Förderungen von der zentralen Koordinierungsstelle verwaltet. In dem DSD-Programm-Modell gibt es eine Finanzierungsförderzusage (in Anlehnung an die Förderrichtlinie für den DKS⁵) für die jeweiligen FoC-Ausrüstungscluster, so dass die Fixkosten auf alle Zuwendungsempfänger bundesweit gleichmäßig umgelegt werden.

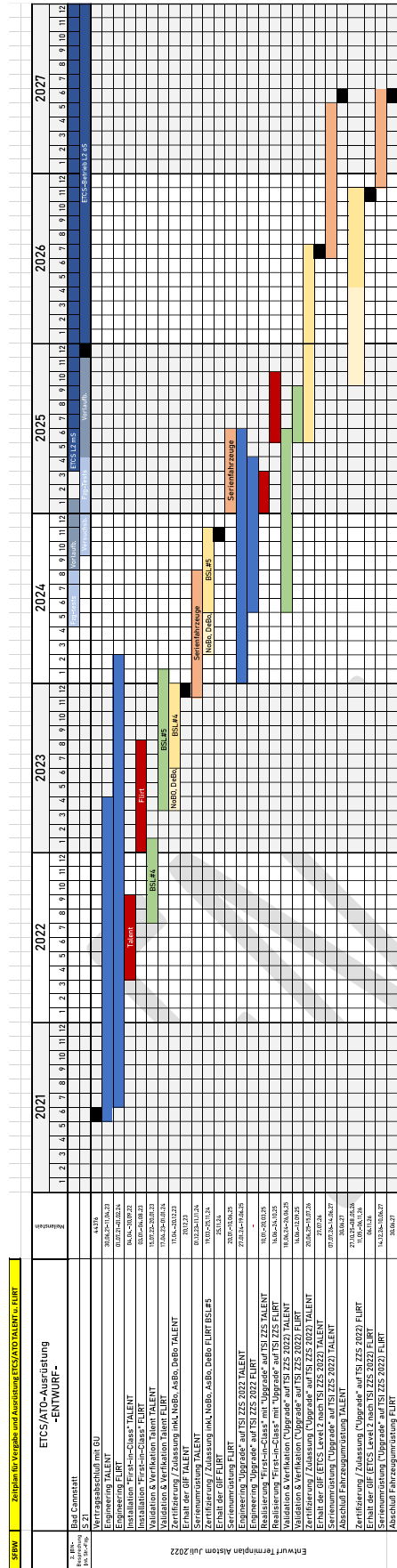
Sobald der Umfang einer DSD-Fahrzeugnachrüstung einer Baureihe vorliegt, bietet der OEM in Absprache mit der zentralen Koordinierungsstelle ein eigengesteuertes Nachrüstungsprogramm pro Baureihe inkl. deren Varianten „en bloc“ für die Seriennachrüstung an. Die Zuwendungsempfänger bekommen in Absprache mit der zentralen Koordinierungsstelle einen

⁵ 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“. 29. Januar 2021.

festgelegten Zeitrahmen angeboten, in dem sie sich mit ihren Fahrzeugen der standardisierten DSD-Fahrzeugnachrüstung anschließen müssen.

ENTWURF

Anhang zu Kapitel 4a (Siehe beigefügte Dateien Terminpläne des Projektes Digitaler Knoten Stuttgart)
Beispiel: Terminplan des Projektes Digitaler Knoten Stuttgart, Stand Juli 2022



Kapitel 4b: Ein optimierter Vergabe- und Koordinierungsprozess für die Digitale Schiene Deutschland

Inhalt

KAPITEL 4B: EIN OPTIMIERTER VERGABE- UND KOORDINIERUNGSPROZESS FÜR DIE DIGITALE SCHIENE DEUTSCHLAND	1
1. ABSTRACT	2
2. EINLEITUNG	3
3. VERGABEPROZESS IM DIGITALEN KNOTEN STUTTGART	4
4. SZENARIO 1: EINE AUSSCHREIBUNG PRO BETREIBER UND NETZ EXTRAPOLATION UNKOORDINIERT VERGABEVERFAHREN DES DKS	8
5. SIMULATION KOORDINierter VERGABEVERFAHREN	9
5.1. SZENARIO 2: OPTIMIERTER DKS STUTTGART-ANSATZ: EINE AUSSCHREIBUNG PRO BAUREIHE IN DEUTSCHLAND FÜR ALLE FAHRZEUGHALTER	9
5.2. SZENARIO 3: PARTNERSCHAFTSMODELL: BÜNDELUNG VON MEHREREN BAUREIHEN ZU LOSEN	10
6. VERGABEPROZESSEFFIZIENZ	11
6.1. RAHMENVERTRÄGE	11
6.2. BAUREIHENSPEZIFISCHE ABRUFVERTRÄGE AUS DEN RAHMENVERTRÄGEN	12
6.2.1. ABRUFVERTRÄGE DER CLUSTER 1A, 1B, 2A BAUREIHEN	12
6.2.2. ABRUFVERTRÄGE DER CLUSTER 2B BAUREIHEN	13
6.3. SERIENABRUFVERTRÄGE	13
7. ZUSAMMENFASSUNG & HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	15

1. Abstract

Im Projekt „Digitaler Knoten Stuttgart“ (DKS) wurden **zwei Vergabeverfahren** entsprechend den beiden Eigentümern (DB Regio & SFBW) mittels eines bestellten **Koordinators** (DB Einkauf) für vier Baureihen (BR423/430/Talent/Flirt) in 10 FoC-Projekten und mit 15 Prototypen in einer Durchlaufzeit von **11,5 Monaten** zwischen dem Aufruf zum Teilnahmewettbewerb bis Vertragsabschluss durchgeführt. Vorgeschaltet gab eine mehr als **2-jährige Markterkundungs-phase**, um die technischen Anforderungen und den Stand der Technik zu ermitteln und schließlich das Vergabedesign auf die beteiligten Akteure abzustimmen.

Wenn alle zukünftigen Ausschreibungen bei 300 FoC-Projekten und etwa 300 -400 Fahrzeughaltern in Deutschland individuell durchgeführt würden, wäre allein schon aufgrund der Ausschreibungsprozesse mit mehr als **1.000 Verfahren** zu rechnen und allein mit der Länge von 11,5 Monaten pro Ausschreibung das Ziel einer DSD-Fahrzeugnachrüstung der gesamten Bestandsflotte mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit bis 2030 nicht erreichbar.

Durch einen koordinierten Ansatz für Deutschland würde jede Baureihe nur einmal bearbeitet und nicht durch jeden Eigentümer terminlich einzeln.

Das erste Szenario der **koordinierten, baureihenweisen Vergabe** führt zu etwa **300 Vergabeprozessen** mit der Problematik der „unattraktiven“ Baureihen.

Das zweite Szenario, der **koordinierte Ansatz im Partnerschaftsmodell**, führt bei einer durchschnittlichen Losgröße von 10 Baureihen (mit 20-25 FoC-Projekten und 35-50 Prototypen) zu **30 Vergabeprozessen**. Die Herausforderung hier liegt in der Koordinierung und effizienten Vertragsgestaltung zwischen dem Industrieauftragnehmer und bis zu 50 teilnehmenden Betreibern pro Vergabeverfahren.

Ableitend aus der Komplexität der Flirtfahrzeuge und der TCMS-Problematik wird empfohlen, die Möglichkeit von Direktvergaben für FoC-Projekte in Cluster 1a, 1b und 2a mit dem OEM in Betracht zu ziehen.

Die Fahrzeugleittechnikanpassung ist abhängig vom OEM und führt zur Empfehlung, dass Cluster 1a, 1b, 2a sinnvollerweise bei fehlenden standardisierten Schnittstellen unter der Führung des OEM zu erbringen ist. Der zentralen Koordinierungsstelle fällt dabei die Aufgabe zu, im Wettbewerb entstandene Preise sicherzustellen. Als Beispiel kann die Beschaffung von digitaler Stellwerkstechnik herangezogen werden.

Die FoC-Projekte des Cluster 2b (ohne TCMS) und 3 (Museums- und Nebenfahrzeuge) können im Wettbewerb vergeben werden.

Allerdings wird die Mischung „unattraktiver“ Baureihen mit anderen Baureihen empfohlen – analog zu dem Vorgehen in andern EU-Mitgliedsstaaten (z.B. derzeit in Österreich). So kann sichergestellt gestellt werden, dass auch für Baureihen mit geringen Stückzahlen z.B. Nebenfahrzeuge eine Nachrüstung erfolgen kann und Angebote gelegt werden.

Die Instrumente eines effizienten, kostenoptimierten, operativ und terminlich machbaren Vergabeprozesses sind **Rahmenverträge** als übergeordnetes Steuerungsinstrument. Die Eignung der Industrieteilnehmer, ggf. unterteilt nach Komplexität (z. B. je Cluster) wird durch ein Präqualifikationsverfahren durch die koordinierende Stelle ermittelt. Anschließend werden alle baureihenunabhängigen kommerziellen und technischen Konditionen geprüft. Daran anschließend regeln baureihenspezifische (Szenario 2) oder (idealerweise) losweise mehrere Baureihen inkludierende (Szenario 3) Abrufverträge die FoC-Aktivitäten. Pro koordiniertem Vergabeverfahren wird die Anzahl FoC-Projekte und benötigter Prototypen ermittelt. Daraus ergibt sich, wie viele Einzelverträge pro Vergabeprozess mit den einzeln beteiligten Eigentümern (Bereitsteller von Prototypen) geschlossen werden müssen. Aus dem oben genannten Beispiel eines Vergabeprozesses mit 10 Baureihen (20-25 FoC-Projekten, 35-50 Prototypen, bis zu 50 Betreiber) ist voraussichtlich mit ca. 20-30 Einzelverträgen zu rechnen (ein Vertrag je beteiligten Eigentümer, welcher ein FoC-Projekt/Prototyp begleitet). Um diese komplexe eigentümerübergreifende Beteiligung am FoC-Projekt mit Prototypen zu erreichen, ist eine **100%-Förderung** zielführend.

Der Roll-Out der Fahrzeugumrüstungen soll über Serienabrufverträge erfolgen, in denen Umrüstungsfenster für die jeweiligen Baureihen für die jeweiligen Fahrzeugbetreiber angeboten werden, um optimierte industrielle en-bloc-Umrüstungen gleicher Baureihenvarianten zu ermöglichen. Die Serienabrufkonditionen werden idealerweise bereits in Zusammenhang mit den FoC-Abrufverträgen und dem infrastrukturseitigen DSD-Rolloutplan reguliert.

2. Einleitung

Der Vergabeprozess für die DSD/ETCS-Umrüstung von Bestandsfahrzeugen wird anhand des Projektes DKS analysiert. Darauf aufbauend wird beschrieben, was die Anwendung dieses Prozesses für Vergaben bei der DSD/ETCS-Nachrüstung in ganz Deutschland bedeuten würde.

Anhand von 3 verschiedenen Szenarien werden stufenweise Optimierungsmodelle vorgestellt, anhand derer unterschiedliche Potenziale aber auch die jeweiligen Nachteile aufgezeigt werden. Ziel dabei ist es, ein Vergabemodell zu ermitteln, mit dem eine flächendeckende Umrüstung der Bestandsflotte erreichbar wird, das die riesige Herausforderung eines flächendeckenden Rollouts von mehr als 300 Baureihen von mehr als 450 Betreibern beherrschen kann.

Anschließend werden aus den Erkenntnissen des DKS Ableitungen zur Vergabeprozesseffizienz entwickelt. Der Entwurf von Rahmen- und Abrufverträgen unter Berücksichtigung der First-of-Class-Koordinierung und Serienabrufmöglichkeiten der unterschiedlichen Betreiber rundet das Konzept ab.

Im Kapitel Handlungsempfehlungen wird beschrieben, wie ein optimiertes und partnerschaftliches Konzept aufgebaut werden kann und welche Randbedingungen dazu festzuschreiben sind.

3. Vergabeprozess im Digitalen Knoten Stuttgart

Detaillierte Darstellung des Vergabeprozesses siehe „Beschreibung des Vergabeverfahren im DKS“ am Schluss dieses Kapitels.

Der Vergabeprozess für die beiden Nachrüstprojekte im DKS (DB Regio AG S-Bahn Stuttgart und Landesanstalt Schienenfahrzeuge Baden-Württemberg [SFBW]) wird nachfolgend dargestellt.

Die DSD-/ ETCS-Umrüstung betrifft 215 bzw. 118 Triebzüge in unterschiedlichen Konfigurationen und wurde in zwei Vergabeverfahren mit je zwei Losen – somit in Summe vier parallelen Vergabeverfahren - durchgeführt. Zwischen « Aufruf und Durchführung Teilnahmewettbewerb » und « Vertragsabschluss » lagen 11,5 Monate. (Abb. 1 und 2)

- **DB Regio – S-Bahn – 215 Züge**
 - 60 Züge BR 423
 - 155 Züge BR 430
- | | | | |
|------------|-------------------|-----------|------------------------------|
| Hersteller | Alstom/Bombardier | Betreiber | DB Regio AG S-Bahn Stuttgart |
| | Bombardier/Alstom | | DB Regio AG S-Bahn Stuttgart |

Zeitstrahl Vergabeprozesse für Baureihen 423 und 430

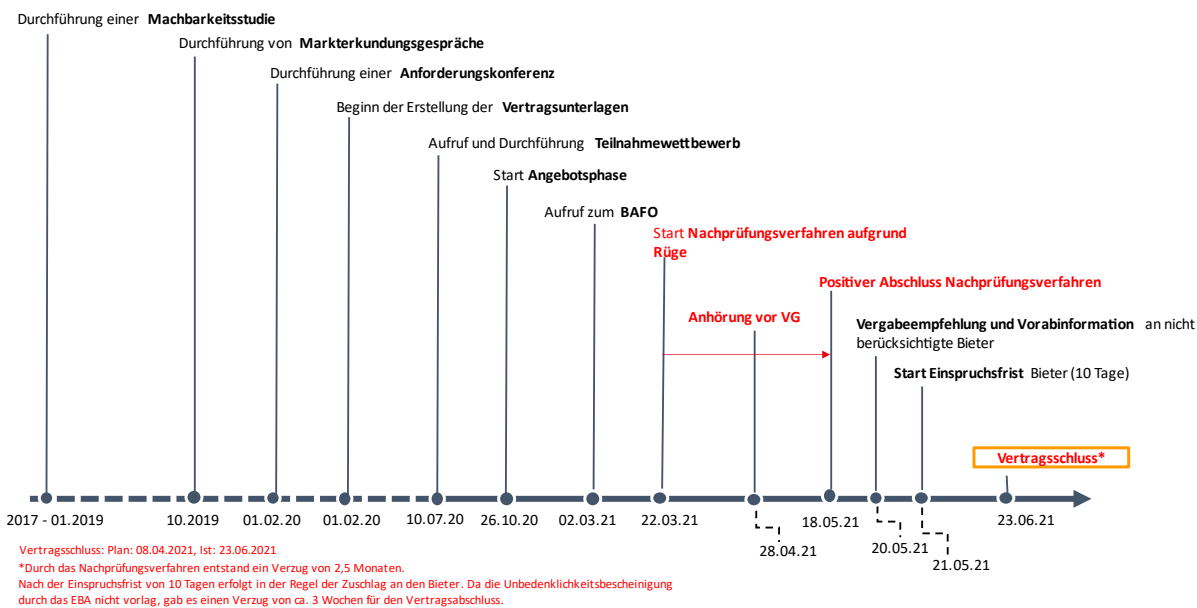


Abb. 1: Zeitstrahl der Vergabeprozesse Baureihen 423 und BR 430 in Stuttgart (siehe Anlage 5)

- **SFBW – 118 Regionalzüge**

○ 26 TALENT 3 dreiteilig	Hersteller	Bombardier	Betreiber	SWEG Bahn Stuttgart GmbH
○ 26 TALENT 3 fünfteilig		Bombardier		SWEG Bahn Stuttgart GmbH
○ 13 FLIRT 3 dreiteilig		Stadler		Go-Ahead BW GmbH
○ 9 FLIRT 3 vierteilig		Stadler		Go-Ahead BW GmbH
○ 19 FLIRT 3 fünfteilig		Stadler		Go-Ahead BW GmbH
○ 14 FLIRT 3 sechsteilig		Stadler		Go-Ahead BW GmbH

Zeitstrahl Vergabeprozesse für FLIRT 3 und TALENT 3

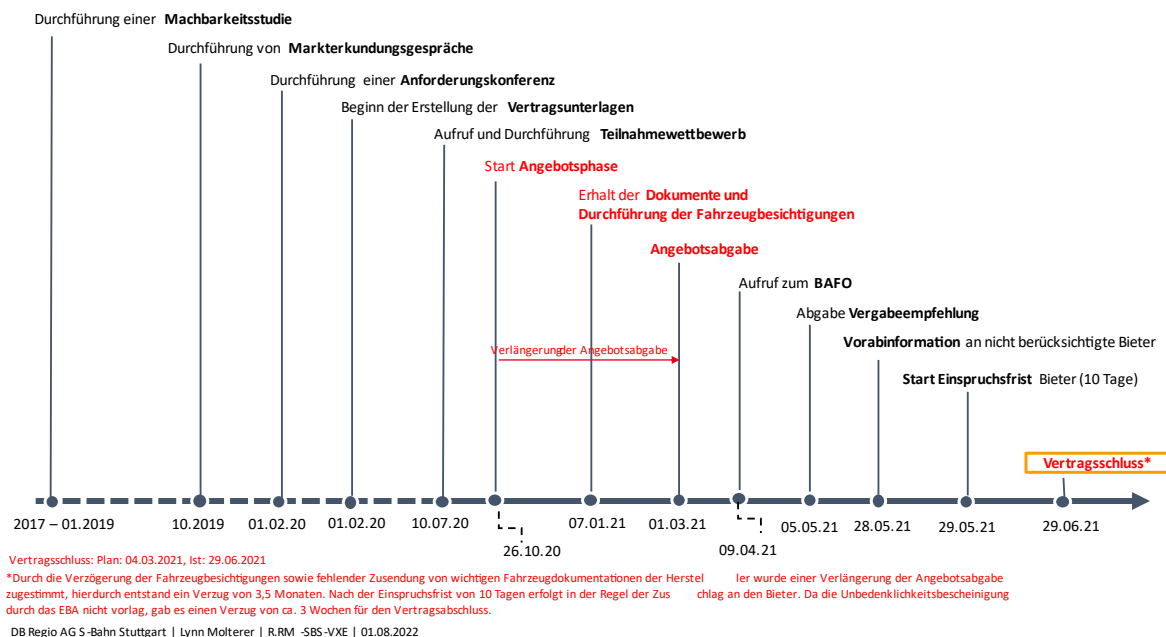


Abb. 2: Zeitstrahl Vergabeprozesse Baureihen „FLIRT 3“ und „TALENT 3“

Zu den **Durchlaufzeiten von 11,5 Monaten** für die Vergabeverfahren kommen noch vorbereitende Vorlaufzeiten hinzu. Da es sich beim DKS-Projekt um ein Pilotprojekt handelte, sind die **Vorlaufzeiten mit mehr als zwei Jahren** besonders lange. Derartig lange Vorlaufzeiten sollten beim deutschlandweiten Roll-out nicht mehr notwendig sein und vermieden werden: Mit den technischen Anforderungen aus DKS und anderer Nachrüstprojekte liegt ein Set bekannter und machbarer technischer Anforderungen vor; und auch im Bereich der Förderung sind ausreichend Erfahrungen gesammelt worden. Zudem soll durch klare und verbindliche Regelungen einer zukünftigen Förderrichtlinie der Aufwand für die Ausarbeitung solcher Anforderungen verringert werden. Auch der Aufwand der Markterkundung sollte sich verringern, da durch das Pilotprojekt DKS die Umsetzung prinzipiell nachgewiesen wird (und auch Gegenstand der Evaluierung ist).

Durch die Beauftragung der S-Bahn Stuttgart und des Einkaufsbereiches der Deutschen Bahn als Berater der SFBW zur Durchführung des Vergabedesign, Vergabeprozess und der anschließenden Projektsteuerung der FLIRT/TALENT-Flotte hat sich ein Maximum an Synergien ergeben: Gleiche Vertragsstruktur, gleiche technische Anforderungen, Terminplankoordinierung. Auch wenn die zwei Verfahren (S-Bahn / SFBW) parallel durchgeführt wurden, konnte der Hersteller in der Angebotserstellung und Verhandlungen sehr hohen Gleichanteil ausmachen.

Synergieeffekte sind also durch die parallele Durchführung, durch die gleiche Basis der technischen Anforderungen als auch durch die Förderrichtlinie auf Seiten der vergebenden Stellen sowie auf Anbieterseite gegeben. Dennoch wurden beide Verfahren (DB und SFBW) von Anfang bis Ende mit leicht unterschiedlichen Leistungsumfängen durchgeführt z.B:

- DB: Serieninstallation als Beistellung durch die DB Fahrzeuginstandhaltung, während die SFBW die Installation durch Alstom erbringen lässt,

- SFBW FLIRT: komplexes Sechs—Eck-Verhältnis mit SWEG, Go-Ahead und Stadler als Betreiber, Halter & ECM regulieren muss (siehe Grafik).

Die unterschiedlichen Leistungsumfänge und kommerziellen Bedingungen führen auch zu leicht unterschiedlichen Prozessen bei der Projektdurchführung und daher zu einem unterschiedlichen Preis – insbesondere durch den unterschiedliche Prozesse in der Projektbegleitung bei den Auftraggebern.

Abb. 3 zeigt die vertragliche Struktur und die Abhängigkeiten der verschiedenen Akteure für das SFBW-Projekt untereinander. Dieses Netzwerk hat einen natürlichen Einfluss auf die Durchlaufzeiten bei den Ausschreibungsprozessen als auch später bei der Projektabwicklung und sollte möglichst einfach gehalten werden.

Es wird deutlich, dass die vertragliche Struktur Fördergeber, Fahrzeugeigentümer, Fahrzeughalter, Betreiber, Instandhalter, Umrüster und teilweise Berater (für Qualitätsprozesse) umfasst:

- Das direkte Vertragsverhältnis besteht zwischen dem Umrüster (Alstom) und dem Eigentümer (SFBW).
- DB Regio unterstützt als Berater mit ihren Erfahrungen sowohl in Ausschreibungen als auch in der Projektabwicklung
- Der Projekterfolg beruht u. a. auf der Kooperation des OEM (Stadler Deutschland) mit dem Umrüster (Alstom) bzgl. der Bereitstellung von technischer Dokumentation, die zur Erarbeitung der detaillierten technischen Lösung DSD/ETCS-Umrüstung notwendig ist, als auch bei der Kooperation im Zulassungsverfahren (der OEM ist Eigentümer der Zulassungen)
- Trainings zu Betrieb und Instandhaltung der umgerüsteten Fahrzeuge werden dann wieder vom Umrüster an die Betreiber und ECMS geliefert – im Fall FLIRT Go-Ahead Baden-Württemberg und Stadler Services.
- Zusätzlich zu den dargestellten Verträgen ergibt sich für das SFBW-Projekt „FLIRT“ ein weiterer Untervertrag für die TCMS-Anpassung,

Die höhere Komplexität führt maßgeblich zu einer längeren Projektlaufzeit (siehe Kapitel „4a Terminplan“).

Schnittstellen ETCS/ATO-Nachrüstung im DKS – am Beispiel FLIRT und TALENT 3

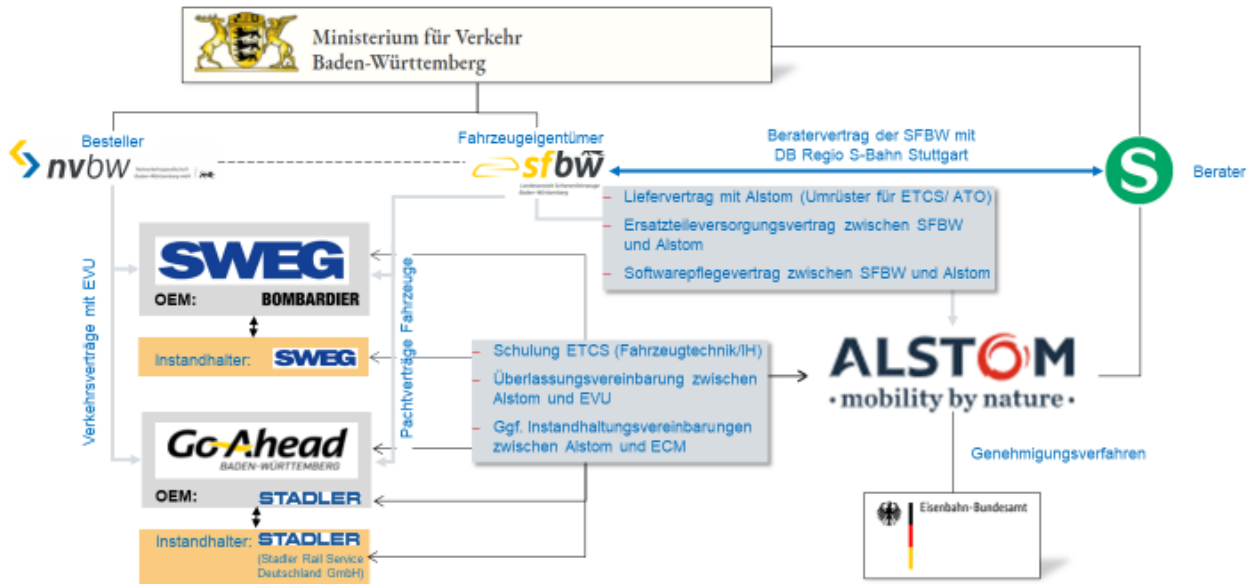


Abb. 3: Vertragsverhältnisse bei Ausschreibungen und Projekten SFBW FLIRT

4. Szenario 1: Eine Ausschreibung pro Fahrzeughalter und Extrapolation der unkoordinierten Vergabeverfahren auf den DSD-Rollout

Extrapoliert man die derzeitige Vorgehensweise in Stuttgart auf alle zu vergebenden Baureihen, die bei unterschiedlichen Fahrzeugeigentümern/-haltern/-betreibern im Einsatz sind, so müsste man dies bei 300 verschiedenen Fahrzeugbaureihen inkl. seiner FoC-relevanten Varianten für 300–400 Fahrzeughalter¹ anwenden.

Die Anzahl der Vergabeverfahren würde „explodieren“ bzw. es würde aufgrund von Kapazitätsengpässen (Machbarkeitsstudie/ Markterkundung, Präqualifikationen, Angebotslegung, Verhandlungen, Nachprüfungen, Vergaben) vermutlich gar keine Angebote für kleine und kleinste Stückzahlen geben. Zusätzlich würde es zu einer Vielzahl unterschiedlicher technischer Anforderungen und vertraglicher Ausgestaltung kommen, die einer effizienten Umsetzung entgegenstehen würden.

Der größte Nachteil dieses Ansatzes wird die mehrfache Durchführung von FoCs für gleiche Baureihen bei unterschiedlichen Eigentümern sein – was insgesamt zu einer „Explosion“ der Kosten für FoC führen wird. Unter der Annahme, dass Eigentümer nicht alle Fahrzeuge bündeln und es dadurch zu mehrfachen Ausschreibungen kommt, würden sich über einen Zeitraum von 10 Jahren **mehr als 1.000 Vergabeverfahren** kumulieren.

¹ In Deutschland gab es 2019 452 registrierte EVUs (laut Statista). Nicht jedes EVU ist dabei auch Fahrzeughalter.

5. Simulation koordinierter Vergabeverfahren

Eine effiziente und kostengünstige Möglichkeit, um Synergieeffekte und Bündelungseffekte erzielen zu können, besteht mit der Schaffung einer zentralen Koordinierungsstelle (Aufgaben bereits in Kap. 3 beschrieben).

Über diese Stelle und die durch sie koordinierte Förderung kann sichergestellt werden, dass sowohl das technische Zielbild DSD/ETCS umgesetzt und dabei auch die Interessen der Fahrzeugeigentümer/-halter/-betreiber, der Schienenfahrzeugindustrie und der Sicherheitsbehörden diskriminierungsfrei berücksichtigt werden können.

5.1. Szenario 2: Optimierter DKS -Ansatz: eine Ausschreibung pro Baureihe in Deutschland für alle Fahrzeughalter

Anstatt die Umrüstung auf die Stuttgarter FLIRT-Fahrzeuge zu beschränken, hätte die Ausschreibung auf alle FLIRT 3 -Fahrzeuge in Deutschland erweitert werden können. Das hätte eine Koordinierung aller FLIRT-Fahrzeugeigentümer/-halter/-betreiber erfordert. Natürlich ist dies komplexer als eine Einzelausschreibung und hätte dazu die Bereitschaft vieler Akteure erfordert. Außerdem hätten alle FoC-Varianten berücksichtigt werden müssen.

Durch diese Art der Bündelung können bei den Fahrzeugeigentümern Synergieeffekte entstehen, die einen positiven Effekt auf das operative Geschäft haben (in diesem Beispiel Lokomotivbetrieb): Insgesamt müssen weniger Fahrzeuge für FoCs immobilisiert werden. Das hat auch positive Auswirkungen auf die Dimensionierung und Kosten der Ersatzfahrzeugflotte.

Dies erfordert eine intensive partnerschaftliche Koordinierung aller Akteure, wo das Wissen der Halter und ECMs und der OEMs zur Bestimmung der Variantenvielfalt innerhalb der Baureihe zur Bestimmung der Anzahl FoC und Prototypen instrumental sind.

Die Abstimmung mit Zulassungsbehörden und Bewertungsstellen zur Festlegung der Zulassungsstrategie muss ebenfalls in diesem Zeitfenster stattfinden (Anzahl der FoC, Anzahl Major/Minor, Anzahl Prototypen und Anzahl der Varianten, für die eine Zulassung über Dokumentation stattfinden kann).

Durch diese Vorabstimmungen wird die Vorlaufzeit bei komplexen Baureihen länger werden. Dies führt jedoch in der Abwicklung und durch die Reduktion der Anzahl FoC in Summe zu einer erheblichen Verkürzung der kompletten FLIRT-Flottenumrüstung, bei der alle Fahrzeugeigentümer berücksichtigt werden und davon profitiert würden.

Ein zusätzlicher Effekt wird sich dadurch einstellen, wenn auch die Umrüstungsaktivitäten schon im Vorfeld mit geplant werden und Umrüstungswerkstätten und Umrüstungszeiträume in einem separaten Verfahren ebenfalls vergeben werden. So können auch industrielle Prozesse bei der Serienumrüstung eingeführt und sichergestellt werden.

Es wird notwendig sein zusätzliche Kapazitäten für die Umrüstung zu schaffen – neben der bestehenden Kapazität für die regulären Instandhaltungsaktivitäten der Bestandsflotten. Diese Werkstätten müssen dann über Personal mit entsprechenden Qualifikationen für die Nachrüstung mit DSD/ETCS-Technik verfügen. Es sollte erzielt werden, dass eine Baureihe möglichst en bloc umgerüstet wird und dass aber auch die

Überführungsfahrten und damit auch die Zeit der Immobilisierung reduziert wird. Es wird sich somit je nach Flottengröße einer Baureihe ergeben, dass die Umrüstung in wenigen über Deutschland verteilten Umrüstungszentren erfolgen sollte (z. B. bis zu 3 Umrüstungszentren je Baureihe). Das hat auch positive Auswirkungen auf die Dimensionierung und Kosten der Ersatzfahrzeugflotte.

Es wäre pro Baureihe je eine FoC-Ausschreibung und evtl. eine getrennte Ausschreibung für die Serienumrüstung durchzuführen – somit insgesamt **mehr als 300 Ausschreibungen in Deutschland**. Dies liegt wahrscheinlich immer noch in einer Größenordnung, die die Eigentümer, Industrie und ausschreibende Stelle überfordern würde.

5.2. Szenario 3: Partnerschaftsmodell: Bündelung von mehreren Baureihen zu Losen

Das Konzept besteht hierbei in der Bündelung von Fahrzeugklassen (z. B. Lokomotiven, E-Triebzüge, D-Triebzüge, Steuerwagen, etc.), die dann von einem Fahrzeughersteller umgerüstet werden. Z. B. könnten alle verschiedenen Lokomotivbaureihen von Siemens (ES64F4, ES64U2, VECTRON, SMARTRON, ...) in einer Vergabe für alle Fahrzeugeigentümer/-halter/-betreiber in einem vollumfassende Vergabeverfahren gebündelt werden.

Der Koordinationsaufwand erhöht sich im Vergleich zum Szenario 2. Insgesamt kann aber hierdurch die Anzahl der Ausschreibungen massiv reduziert werden und auf ein für ausschreibende Stellen und Industrie handhabbares Maß gebracht werden. Die Synergieeffekte für FoCs sind im Vergleich zum Szenario 2 noch höher und können zu Preisreduktionen führen: Skaleneffekte beim Einkauf von Material, Lernkurve Personal, usw.

Ein weiterer Vorteil der Vergabe von größeren Losen ist das gesicherte Volumen von FoCs an einen Umrüster. Nur unter der gesicherten Voraussetzung einer großen Anzahl von FoCs lohnt sich die Investition in ein FoC-Zentrum, das dann nach quasi-industriellen Maßstäben FoCs durchführen kann.

Die Bündelung zu Losen erlaubt es „attraktive“ und „unattraktive“ Baureihen zu bündeln und somit sicherzustellen, dass auch „unattraktive“ Baureihen berücksichtigt werden und nachgerüstet werden.

Die Anzahl der Baureihen könnte mit der Zeit erhöht werden, da mit der Zeit alle Partner Erfahrungen gesammelt haben und sich ein Preisniveau etabliert hat. Durch eine Erhöhung der Losgrößen von 5 zu 10 zu 15 zu 20 Baureihen je Los ist es möglich, zunächst eine Lernkurve zu durchlaufen und Praxiserfahrungen zu sammeln und bei auf dieser Grundlage die notwendigen Volumina und Planungssicherheit für hocheffiziente FoC-Zentren zu gewährleisten.

Voraussetzungen und Vorteile bleiben ansonsten wie unter Szenario 2 beschrieben. Dieses Modell wird beispielsweise von Banedanmark (BDK: ~600 Triebfahrzeuge aus bis zu 48 Baureihen, davon mehr als die Hälfte Instandhaltungsfahrzeuge BaneNor oder ÖBB verwendet).

Unter der Annahme, dass im Durchschnitt 10 Baureihen pro Vergabe gebündelt werden würden, ergeben sich ca. **30 Vergabeverfahren**. Bei dem durchschnittlich ermittelten Verhältnis von Baureihe zu Anzahl FoC würden sich pro Vergabeverfahren mit 10 Baureihen 20 -25 FoC-Projekt ergeben (zum Vergleich DKS: 4 Baureihen mit 10 FoC).

Einheitliche Anforderungen und kommerzielle Bedingungen sind hier nur pro Ausschreibung/Los gesichert. Weitere Synergien können durch das Vorschalten der Vergabe von Rahmenverträgen erzielt werden.

Diese Methode ist besonders geeignet, um durch den staatlich legitimierten zentralen Koordinator eine Priorisierung der Baureihen vorzunehmen, die in den ersten ausschließlich mit DSD/ETCS ausgerüsteten Netzbezirken betroffen sein werden und zugleich besonders komplex sind (komplexe FoC, große Stückzahlen mit langen Umrüstzeiten etc. ...).

Die in Kapitel 3 beschriebenen Herausforderungen der auseinanderlaufenden Leistungsumfänge, kommerzieller Bedingungen und Beteiligter bei den beiden Eigentümern DB Regio & SFBW lässt erahnen, welche koordinativen Herausforderungen bei einem Vergabeverfahren für bis zu 50 Betreiber bestehen.

6. Vergabeprozesseffizienz

6.1. Rahmenverträge

Rahmenverträge sollten das zentrale Instrument sein, mit denen eine effiziente, schnelle und kostengünstige Umrüstung der Bestandsflotte ermöglicht werden kann.

Rahmenverträge können die in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Randbedingungen bei gleichzeitiger Koppelung der Förderfähigkeit an diese Bedingungen festlegen, um das große Ziel einer Umrüstung der gesamten Bestandsflotte zu erreichen.

Randbedingungen:

- Einbindung aller Akteure
- Optimierte FoC-Prozesse
- Bündelungen der Baureihen untereinander
- Bündelungen mehrerer Baureihen zu Losen
- einheitliche technische Spezifikation
- Evolution technischer Standards beschränkt auf das absolute Minimum (TSI-Evolution)
- Definition von Volumina inkl. Steuerung der erforderlichen Serienumrüstungen durch Festlegung von Umrüstungszeitfenstern basierend auf einem Nationalen Umsetzungsplan (NIP)
- Bereitstellung von und Investition in industrielle Umrüstkapazitäten,
- Risikomanagement

Den Prozess für Rahmenverträge sollte die zentrale Koordinierungsstelle steuern.

Rahmenverträge werden in einem vorgelagerten Wettbewerb (inkl. Eignungsprüfung durch vorgelagerte Präqualifikationsverfahren wie im DKS) mit allen Akteuren geschlossen, die sich entsprechend qualifiziert haben. Dabei sollten aufgrund der unterschiedlichen Komplexitätsgrade der Fahrzeuge (mit/ohne Änderung der TCMS) unterschiedliche Rahmenverträge (mit der Möglichkeit unterschiedlicher Eignungsanforderungen im Präqualifikationsverfahren) für Cluster 1 bzw. Cluster 2 geschlossen werden. Die Abrufmöglichkeiten für die Ausrüstung sämtlicher Triebfahrzeuge in Deutschland aus den Rahmenverträgen sollen so über den gesamten Umrüstungszeitraum von etwa 10 Jahren geregelt werden.

Die Rahmenverträge sollten alle grundsätzlichen Konditionen in Beziehung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer beinhalten, die nicht spezifisch für eine bestimmte Baureihen bzw. FoC-Projekte sind.

Durch die Vergabe von Rahmenverträgen kann die Anzahl der Ausschreibungen insgesamt deutlich reduziert werden:

- auf Ausschreibungen der Rahmenverträge für die 3 FoC-Ausrüstungscluster
- auf eine Ausschreibung der Rahmenverträge für Serienumrüstungen

6.2. Baureihenspezifische Abrufverträge aus den Rahmenverträgen

Unter baureihenspezifischen Verträgen ist zu verstehen, dass es pro Baureihe (Szenario 2) oder Los von Baureihen (Szenario 3) spezifische Abrufverträge gibt. Dies betrifft etwa 300 baureihenspezifische Verträge, da es ca. 300 verschiedene FoC-Varianten gibt, die sich auf die 300–400 Fahrzeughalter aufgliedern.

Bei der Vergabe von Losen von Baureihen kann die Anzahl der Verträge deutlich reduziert werden. Bei 10 Baureihen pro Los auf ca. 30 Verträge für die FoC-Varianten. Hier wird besonders deutlich, dass eine zentrale Koordinierungsstelle als vergebende Stelle eingesetzt werden muss: Unter der Annahme, dass pro Baureihe im Schnitt 5 Betreiber betroffen sind, sind 50 Betreiber vor Vergabe durch die zentrale Stelle zu koordinieren.

Wie können nun die Abrufmöglichkeiten aus Rahmenverträgen aussehen?

Dazu werden aufgrund der unterschiedlichen Komplexitätsgrade 2 Möglichkeiten vorgeschlagen, die mit baureihenspezifischen/ losspezifischen Verträgen abgebildet werden können.

Die baureihenspezifischen Verträge sollten in 2 verschiedene Cluster aufgeteilt werden:

6.2.1. Abrufverträge von Baureihen aus den Clustern 1a, 1b und 2a

Für **Fahrzeuge der Clusters 1a, 1b, 2a (Modifikation der TCMS erforderlich)** sollte eine Direktvergabe an den OEM in Betracht gezogen und vergaberechtlich geprüft werden. Ohne das Know-how des OEM ist ein effizienter, terminlich stringenter und kostengünstiger baureihenübergreifender Umrüstungsprozess deutlich aufwendiger. Nur dadurch sind die Bündelungseffekte sowohl bei dem FoC-Prozess als auch später bei der industriellen Umsetzung erzielbar. Da im Rahmenvertrag bereits allgemeine Bedingungen geregelt sind, könnte sich die Verhandlungen auf die Kriterien „Preis“ und „Umrüstungsdauer“ beschränken. Übergeordnet gelten die Bedingungen der Rahmenverträge.

Die Vergabe könnte als direkte Verhandlung durchgeführt werden, wobei die aus den DKS-Projekten gewonnenen Preise als auch die Preise aus den einzelnen parallelen Verhandlungen als marktgerechte Richtpreise herangezogen werden können. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass im DKS wurden erstmalig DSD/ ETCS Anforderungen umgesetzt wurden und es darüber hinaus noch Unsicherheiten zum technischen Zielbild gab. Des Weiteren sollten sich durch die Synergieeffekte der als Ergebnis der Evaluierung vorgeschlagenen Optimierungen Reduktionen ergeben. Die Richtpreise sollten daher unter den Preisen der DKS Projekten liegen.

Eine Herausforderung ist die Benennung des Auftraggebers. Im Szenario der partnerschaftlichen Zusammenarbeit ergibt sich pro Vergabe die Zusammenarbeit von bis zu 50 Eigentümern, die 10 Baureihen mit 20-25 FoC Projekten und Bereitstellung von ca. 35-50 Prototypfahrzeugen vereinbaren müssen. Hier braucht es die Koordination und Vereinbarung zwischen den Betreibern. Anschließend ist es jedoch aus Industrieperspektive das Optimum, die Verträge für FoC zwischen jedem Eigentümer, welcher die Prototypen stellt, und dem Umrüster zu schließen. Bei mehreren Eigentümern, welche Prototypen stellen, gibt es mehrere Verträge. Durch die Verträge zwischen Eigentümer und Umrüster wird verhindert, dass bei der koordinierenden Stelle zusätzliche technische und juristische Kapazitäten aufgebaut werden müssen (z.B. Qualitätskontrolle, Fahrzeugabnahme, Schadensfälle und Streitigkeiten, welche am besten direkt zwischen Eigentümer und Umrüster geklärt werden).

Diese Methode ist, wenn auch in sehr reduziertem Umfang, vergleichbar mit der im DKS gewählten Methode. Als zentraler Koordinator wurde der **DB Einkauf** bestellt, der das Verfahren im Auftrag von DB Regio und SFBW koordiniert durchführte. Die Verträge kamen letztlich jedoch zwischen DB Regio bzw. der SFBW und Alstom zustande. Der Koordination wurde schon in den Ausschreibungen des DKS geleistet: 2 parallele Vergabeverfahren mit je zwei Losen 2 Betreiber, 4 Baureihen, 10 FoC, 15 Prototypen. Der Koordinationsaufwand der deutschlandweiten Umrüstung wird gegenüber dem DKS hier pro Vergabe im partnerschaftlichen Modell erheblich steigen (bis zu 50 Betreiber, 10 Baureihen, 20-25 FoC Projekt, 35-50 Prototypen). Der Nutzen in der Reduzierung der Anzahl FoC und der Beschleunigung der Umrüstung DSD/ETCS überwiegt jedoch den Koordinierungsaufwand.

Der Eigentümer und die koordinierende Stelle schließen die Verträge bezüglich Förderung.

Als Anreiz für einen Eigentümer, die Prototypen zu stellen, wäre eine 100%-Förderung der FoC anzustreben.

6.2.2. Abrufverträge der Cluster-2b-Baureihen

Fahrzeugumrüstungen der Cluster 2b und 3 (ohne Modifikation der TCMS) könnten auf Basis einer Vergabe im Mini-Wettbewerb erfolgen. Da im Rahmenvertrag bereits allgemeine Bedingungen geregelt sind, könnte sich der Wettbewerb auf die Kriterien „Preis“ und „Umrüstungsdauer“ beschränken.

Auch hier greifen Rahmenverträge, die den Gesamtprozess steuern.

Die oben unter Cluster 1 angeführten Punkte gelten auch hier.

6.3. Serienabrufverträge

Ebenso wie bei den baureihenspezifischen Abrufverträgen soll über die Rahmenverträge der Gesamtprozess gesteuert werden.

Über Serienabrufverträge soll ermöglicht werden, dass die jeweiligen Fahrzeugeigentümer/-betreiber/-halter ihre jeweiligen Volumina abrufen können. Diese Abrufmöglichkeiten sind zu bestimmten Zeitfenstern möglich, um die industriellen Prozesse im Sinne von Bündelungen aussteuern zu können. Fahrzeugeigentümer/-halter / und -betreiber wird somit die Möglichkeit geboten, mit einer genügend langen Vorlaufzeit die Umrüstungen sozusagen „unter rollendem Rad“ in das jeweilige operative Geschäft einzutakten. Für den spätesten Umbau eines Serienfahrzeug ist zum einen die kontinuierliche Zuführung als auch zulassungsrechtliche Aspekte, wie Normenstandzusicherung für die CTT zum First of Class.

Die Konditionen sollten vorher in den Rahmenverträgen geregelt sein. Dies betrifft insbesondere Zeitfenster für Umrüstungen, so dass die Effekte von hohen Stückzahlen und standardisierten industriellen Abläufen gewährleistet werden kann.

Das Digitale Stellwerk und das darauf aufsetzende ETCS (ohne Doppelausrüstung) eines Netzbezirks kann erst dann in Betrieb genommen werden, wenn alle Fahrzeuge umgerüstet sind bzw. alle Eigentümer/Halter/Betreiber die Chance hatten, umzurüsten. Die Zeitpunkte der Umrüstung sollten auf Basis eines verbindlichen nationalen Umsetzungsplans für die Netzbezirke festgelegt werden. Darüber hinaus sollte sich der Umrüstzeitraum einer Baureihe auf den Zeitraum beziehen, bis wann ein Netzbezirk ausgerüstet sein wird. So könnte der Umrüstzeitraum einer Baureihe auf z. B. zwei Jahre vor Ausrüstung des Netzbezirkes

begrenzt werden. Ein zu langer Abstand zwischen DSD-Ausrüstung eines Fahrzeuges und Inbetriebnahme von ETCS in einem Netzbezirk ist aus technischer und finanzieller Sicht nicht sinnvoll.

Die Infrastrukturausrüstung mit ETCS bildet im Übrigen die Grundlage, auf die weitere in den Triebfahrzeugen integrierte Techniken (wie ATO GoA 2) schrittweise aufgesetzt werden.

ENTWURF

7. Zusammenfassung & Handlungsempfehlungen

Ausgehend vom Projekt DKS – Digitaler Knoten Stuttgart wird die Komplexität der Vergabe in Bezug auf Anzahl der Akteure als auch auf die terminliche Dauer dargestellt. Das Ergebnis ist eine Durchlaufzeit von 11,5 Monaten von Beginn „Aufruf und Durchführung Teilnahmewettbewerb“ bis „Vertragsabschluss“.

Extrapoliert man diese Durchlaufzeiten für alle zukünftigen Ausschreibungen bei 300 FoC-Projekten bei etwa 300 Fahrzeughaltern (es gibt 450 registrierte EVUs in Deutschland), die individuell durchgeführt würden, wäre allein schon aufgrund der Ausschreibungsprozesse das Ziel einer Umrüstung mit ETCS der gesamten Bestandsflotte bis 2030 nicht erreichbar.

Daher werden 2 weitere Szenarien im koordinierten Ansatz analysiert, wie der Vergabeprozess gestaltet werden könnte. Selbst im partnerschaftlichen Ansatz ist mit 30 Vergabeverfahren zu rechnen. Eine besondere Herausforderung stellt hierbei die Koordinierung und effiziente Vertragsgestaltung zwischen dem Industriauftragnehmer und bis zu 50 teilnehmenden Betreibern pro Vergabeverfahren.

Die Instrumente eines effizienten, kostenoptimierten, operativ und terminlich machbaren Vergabeprozesses sind Rahmenverträge als übergeordnetes Steuerungsinstrument. Alle Akteure sollen in die Rahmenverträge partnerschaftlich eingebunden werden.

Daran anschließend regeln baureihenspezifische oder idealerweise losweisen Abrufverträge die FoC-Aktivitäten.

Der Roll-Out der Fahrzeugumrüstungen soll über Serienabrufverträge erfolgen, in denen Umrüstungsfenster für die jeweiligen Baureihen für die jeweiligen Fahrzeugbetreiber angeboten werden, um optimierte industrielle en-bloc-Umrüstungen gleicher Baureihenvarianten zu ermöglichen.

Beschreibung des Vergabeverfahrens im DKS

Kernbotschaften

- Ein EU-regelkonformes Wettbewerbsverfahren benötigt einen Zeitbedarf von 18 Monaten.
- Das Ergebnis des Verfahrens bestätigte die in der Markterkundung ermittelten Planansätze im Wettbewerb, d.h. die Vergabe bestätigte die getroffenen Planansätze.
- Eine Direktvergabe der Nachrüstung an den ursprünglichen Hersteller des Fahrzeug-TCMS reduziert nachfolgende Prozesszeiten und -kosten. Eine Vergabe im Wettbewerb an einen anderen als den ursprünglichen Hersteller des Fahrzeug-TCMS führt zu einem Zeit- und Kostenrisiko bei nicht leistbaren Mitwirkungspflichten.
- Die Vorrüstung für eine spätere ETCS-Ausrüstung reduziert in der Regel nicht die Kosten der späteren Umsetzung.
- Die Kosten für die sogenannten „game changer“ betragen nur einen geringen Anteil der Gesamtkosten und sind daher im Rahmen einer vollständigen DSD-Fahrzeugausrüstung gleich umzusetzen, womit erst die verkehrs- und klimapolitischen Zielsetzungen erreicht werden können.

Vorbemerkung und rechtliche Grundlagen

Dieser Abschnitt dokumentiert den Ablauf des Vergabeverfahrens betreffend die Schließung des Vertrages über die Entwicklung, Herstellung, Inbetriebsetzung, Lieferung, Integration und Erlangung der

Typgenehmigung und Genehmigungen zum Inverkehrbringen von ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstungen sowie weiteren Fahrzeugeinrichtungen zur Zug-Streckenkommunikation der DKS-Baureihen ET 423 und ET 430 der DB Regio AG, S-Bahn Stuttgart, sowie TALENT 3 und Flirt 3, Flirt 3xL der SFBW AöR. Er beinhaltet darüber hinaus die Gründe für die wesentlichen Entscheidungen zur Vorgehensweise der Auftraggeber. Den genauen zeitlichen Ablauf für das Vergabeverfahren im DKS ist der Anlage 5 „Zeitstrahl Vergabeprozess“ zu entnehmen.

Die rechtliche Grundlage des Verfahrens bilden die Vorschriften der §§ 97 ff. GWB und die SektVO in der Zeit bis zum 18.04.2016 geltenden Fassung. Die Verträge mussten – infolge der Voraussetzung für den Vertragsschluss eines bestandskräftigen Förderbescheids mit den antizipierten Inhalten - insgesamt unter eine aufschiebende Bedingung gestellt werden.

Für ein Vergabeverfahren müssen 18 Monate Zeitbedarf eingeplant werden.

Vorfällige Aufgaben

Markterkundungsgespräche 2017

Im Jahr 2017 wurden im Rahmen einer Markterkundung potenzielle Lieferanten bezüglich der geschätzten Kosten und Projektlaufzeit für eine ETCS-Ausrüstung der beiden Fahrzeugbaureihen ET 423 und ET 430 angefragt.

Machbarkeitsstudie 2018

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zur Ausrüstung der Regionalfahrzeuge mit DSD-Fahrzeugausrüstung inkl. ETCS / ATO im Digitalen Knoten Stuttgart wurden im Jahr 2018 insbesondere Anforderungen an die Fahrzeuge der verschiedenen Baureihen und die daraus resultierenden Umrüstungsstrategien im Hinblick auf Termine und Kosten betrachtet. In der Studie wurden u.a. ein Verhandlungsverfahren mit Teilnahmewettbewerb, die Vergabe der Umrüstung an einen Generalunternehmer und die Überlassung der Auswahl und Beschaffung von Systemarchitektur und Komponenten durch den Auftragnehmer empfohlen. Das ETCS/ATO-Pilotprojekt S-Bahn Hamburg im Rahmen der Entwicklung der "Digitalen Schiene Deutschland" (DSD) wurde nach der Direktbeauftragung an die Fa. Siemens im Rahmen eines Austauschs einbezogen.

Markterkundungsgespräche 2019

Eine neuerliche Sondierung des Markts erfolgte zum Jahresende 2019, um die Realisierbarkeit der im DKS zu betrachtenden Baureihen abzusichern und auf das parallellaufende Projekt Infrastruktur (DKS) und den damit verbundenen Aufgaben hinzuweisen. Diese Gespräche erfolgten koordiniert durch die DB Regio in Verbindung mit der SFBW.

Unbedenklichkeitsbescheinigung 30.01.2020

Erst der Erhalt einer Unbedenklichkeitsbescheinigung v. 30.01.2020 ermöglichte die Bereitstellung entsprechender Personalressourcen (zum Beispiel durch den Abschluss von Beraterverträgen oder interner Leistungsvereinbarungen) um das Vergabeverfahren zu initiieren und schließlich zu starten.

Anforderungskonferenz Februar 2020

Im Rahmen einer sogenannten Anforderungskonferenz wurde mit den wesentlichen Beteiligten des DKS (DB Netz DSD, PSU GmbH, DB Netz Zentrale, DB AG, VM BW und DB Regio) das Konzept in technisch-betrieblicher und terminlicher Sicht entwickelt und Eingangsgrößen für das Vergabeverfahren definiert. Dies war später in Verbindung mit der DKS-Förderrichtlinie die Grundlage für die Erstellung des Beschaffungsvertrages durch die Einkaufsorganisationen.

Gewähltes Verfahren

Nach Abschluss der unternehmensinternen Bedarfsermittlungen wurde die Veröffentlichung der Bekanntmachung (nachfolgend BM) wie folgt vorbereitet:

Die Arten der Vergabeverfahren, mit den Vor- und Nachteilen der verschiedenen Vergabearten, wurden im Rahmen eines Strategieworkshops mit allen bei beiden Auftraggebern Beteiligten besprochen und gemeinsam festgelegt. Für die vorliegenden Vorhaben wurde das EU-weite Verhandlungsverfahren mit öffentlichen Teilnahmewettbewerb gewählt. Die Angebotsphase des Vergabeverfahrens wird nur mit Bietern

durchgeführt, welche den Teilnahmewettbewerb im Rahmen der Vergabeverfahren erfolgreich abgeschlossen haben.

Auftragsgegenstand des Vertrages

Auftragsgegenstand des Vertrages für die Fahrzeuge ist es

- die Entwicklung, die Herstellung und den Einbau bzw. die Lieferung und Begleitung des AG beim Einbau der vertragsgegenständlichen DSD-Fahrzeugausrüstungen inkl. ETCS und ATO umzusetzen;
- die technischen Spezifikationen der Innovationsgegenstände gemeinsam mit dem AG und im Rahmen einer Innovationskooperation weiterzuentwickeln und bei Erfolg der Weiterentwicklung umzusetzen;
- den Nachweis für die Erlangung der Genehmigungsfähigkeit zur Wiederaufnahme des Betriebes der mit den vertragsgegenständlichen Fahrzeugausrüstungen ausgerüsteten Fahrzeuge in komplettem, funktionsfähigem, zugelassenem, betriebsbereitem, für den wirtschaftlichen Einsatz im Betrieb des AG und den sicheren Betrieb im Sinne des § 4 AEG geeignetem und auf die Nutzungsdauer ausgelegtem Zustand zu führen und diesen Zustand herzustellen;
- sich mit den Auftragnehmern in den parallellaufenden Projekten Redesign, Infrastruktur (DKS) zu koordinieren;
- die Dokumentationen insbesondere der angepassten Fahrzeugdokumentation, einer Fördermittelgeber-Dokumentation, der Instandhaltungsdokumentation und der Umbaudokumentation für die Serienfahrzeuge zu liefern;
- die Ersatzteilversorgung sicherzustellen und die Hard- und Softwarepflege für die Laufzeit der Fahrzeuge sicherzustellen; sowie
- die Hinterlegungsgegenstände zu übereignen und die Hinterlegungsvereinbarung umzusetzen.

Aufteilung in Lose

Eine Losaufteilung wird nach den Baureihen der Schienenfahrzeuge vorgenommen. Option 1: Angebot auf Los 1 (BR ET 423 bzw. TALENT 3) und Los 2 (BR ET 430 bzw. FLIRT 3/3XL), Option 2: Angebot nur auf Los 1 (BR ET 423 bzw. TALENT 3) und Option 3: Angebot nur auf Los 2 (BR ET 430 bzw. FLIRT 3/3XL).

Laufzeit

Anforderungen an die Terminvorgaben ergeben sich zwingend aus der Fertigstellung des Projekts Stuttgart 21. Die Projektlaufzeit ist ab Zuschlagserteilung bis Inbetriebnahme der zweiten Ausbaustufe (Stufe 2) zum 06/2027 geplant. Darüber hinaus sind Verpflichtungen des AN geplant, welche sich im Anschluss an der Laufzeit der betrieblichen Nutzung des jeweiligen Schienenfahrzeuges orientieren.

Leistungsumfang und Kooperationspflicht

Im Rahmen des Strategieworkshops und der nachfolgenden Strukturierung der Vergabeverfahren wurde intensiv geprüft, wie die notwendige Einbindung des Fahrzeugherstellers der Bestandsfahrzeuge erfolgen kann. Die Auftraggeber haben keinen Zugriff auf das geschützte geistige Eigentum des Herstellers. Ergebnis der technischen Sondierungen war zudem, dass es unterschiedliche Möglichkeiten zur Bestimmung der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und ETCS/ATO geben kann. Die Auftraggeber haben sich daher bewusst dafür entschieden, die notwendigen Mitwirkungshandlungen nicht beizustellen, sondern dem Auftragnehmer die Entscheidung über Art und Umfang der Kooperation mit dem Fahrzeughersteller zu überlassen. Begründung dafür ist auch, dass eine Vereinbarung der Auftraggeber über Art und Umfang der Beistellung einerseits ohne Kenntnis der technischen Lösung der Bieter nicht erfolgen konnte, andererseits der Hersteller zur Offenlegung gegenüber den Auftraggebern auch nicht verpflichtet ist. Eine Vermischung der Sphäre von Hersteller/Lieferanten und Nutzer/Auftraggeber hinsichtlich der für die Fahrzeugausrüstung maßgeblichen und auch gewährleistungsrechtlich relevanten Umsetzungsentscheidungen soll vermieden werden. Die Ausschreibungen sind daher technikoffen in Bezug auf die Umsetzung der vertragsgegenständlichen Anforderungen und kooperationsmodelloffen erfolgt.

Die Auftraggeber haben sich dafür entschieden, diesen Lösungsweg angesichts der im Vorfeld von Marktteilnehmern insofern beschriebenen Unsicherheiten maximal transparent bereits in der ersten Projektbeschreibung, die mit der Bekanntmachung veröffentlicht wird, deutlich zu machen, damit etwaige insofern aus Bewerbersicht bestehende Schwierigkeiten im Teilnahmewettbewerb erörtert werden können und die nachfolgenden Angebotsverfahren nach insofern erfolgter Klarstellung des erwarteten Leistungsumfangs nicht mehr belasten.

Innovationskooperation

Aufgrund der Neuartigkeit von Teilen der digitalen Technik und den fehlenden technischen Spezifikationen kann die Leistung des Auftragnehmers zum Zeitpunkt des Vertragsschlusses für bestimmte Funktionalitäten noch nicht abschließend detailliert in den einschlägigen Lastenheft- und Vertragspassagen sowie deren Anlagen definiert und daher dort teilweise nur funktional bzw. über den zu erbringenden Erfolg beschrieben werden. Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel der Vertragsparteien, gemeinsam die technischen Spezifikationen für die Innovationsgegenstände:

- Bereitstellung der Informationen über Zugvollständigkeit und Zuglänge (Train Integrity Monitoring System (TIMS)) als Voraussetzung für Nutzung von ETCS Hybrid Level 3,
- Umsetzung einer Schnittstelle vom Fahrzeug an die Strecke zur Übertragung von Fahrzeugzustandsinformationen (Train capability),
- Ausrüstung auf das nach TSI ZZS 2022 spezifizierte Interface zum von der ERA definierten GSM-R-Nachfolger (FRMCS) und
- Umsetzung einer modularen und erweiterbaren Architektur im Bereich der Leit- und Sicherungstechnik (Standardisierte Schnittstellen (OCORA))

im Rahmen einer „Innovationskooperation“ abschließend zu definieren; Bei erfolgreicher Weiterentwicklung und Festlegung der technischen Spezifikationen soll der Auftragnehmer die Innovationsgegenstände auf den Fahrzeugen ebenfalls umsetzen. Damit werden die Grundlagen für eine erstmalig vollständige DSD-Fahrzeugausrüstung entsprechend dem DSD-Zielbild geschaffen.

Veröffentlichung der Bekanntmachung

Die Verhandlungsverfahren wurden per Vergabeplattform e-Vergabe inklusive den Änderungsbekanntmachungen (Korrekturzyklen) im Rahmen des Teilnahmewettbewerbs und im Rahmen der Angebotsphase inklusive der Aufforderung zur Abgabe eines Final Offer veröffentlicht.

Teilnahmewettbewerb

Die Teilnehmer des Verhandlungsverfahrens mussten ihre Eignung im Rahmen des vorgelagerten Teilnahmewettbewerbs nachweisen.

Auf die Bekanntmachung hin haben vier bzw. fünf Bewerber einen Teilnahmeantrag eingereicht.

Im Rahmen der Prüfung der Teilnahmeanträge wurde bei drei Bietern Feststellungen getroffen, welche die Notwendigkeit von Aufklärungen zur Folge hatten.

Im Rahmen von Transparenz und Offenheit gegenüber den Bewerbern wurde entschieden, vor schriftlichen Nachforderungen bzw. Entscheidungen (Zulassung bzw. Ausschluss) je ein Gespräch mit den Betroffenen Bewerbern durchzuführen und dieses zu protokollieren. Bei den Bewerbergesprächen wurden die Bieter über die jeweiligen Feststellungen bzw. Sachverhalte informiert.

Aufgrund der Bewerbergespräche wurde klar, dass es in einigen Fällen schwierig für die Bewerber ist, die von der Vergabestelle zu den Referenzen geforderten Bestätigungen für die technische, betriebliche und fachliche Leistungsfähigkeit des Bewerbers, bestätigt durch den jeweiligen Auftraggeber vorzulegen. Da auch aus Sicht der Vergabestelle ein von der Eignung des jeweiligen Bewerbers für die Auftragsausführung unabhängige und außerhalb des Einflussbereichs des jeweiligen Bewerbers liegende Versäumnis oder Weigerung von Auftraggebern, den Referenznachweis zu bestätigen, nicht maßgeblich für die objektive Eignungsfeststellung sein kann, akzeptierte die Vergabestelle alternativ dazu abweichend von den ursprünglichen Anforderungen zum Teilnahmewettbewerb einen gleichwertigen Nachweis dieser Inhalte und

Umfänge mittels einer Erklärung durch den Bewerber selbst und unter Angabe eines auskunftsfähigen Ansprechpartners bei dem jeweiligen Auftraggeber. Die Inhalte oder Umfänge der geforderten Referenzprojekte bleiben dabei selbstverständlich unberührt/identisch. Ein Bewerber, bei welchem dieses Problem nicht relevant war, wurde ebenfalls über die Änderung der Anforderungen informiert.

Im Anschluss an die Bewerbergespräche wurde von den Bewerbern die fehlenden Erklärungen/ Nachweise/ Unterlagen/ Formblätter nachgefordert.

Die Frist für die nachzuliefernden Erklärungen/Nachweise/Unterlagen/Formblätter wurde von allen betroffenen Bewerbern eingehalten. Die Prüfung der Teilnahmeanträge ergab, dass drei Bewerber Ihre Eignung nicht nachweisen konnten. Damit blieben 2 Bewerber im Vergabeverfahren.

Aufforderung zur Abgabe eines Angebots / Übermittlung Vergabeunterlagen

Mittels der Vergabeplattform e-Vergabe (DB weites Standardsystem bei Vergaben dieser Art) wurden den als zur Auftragsausführung geeignet eingestuft und damit qualifizierten Bewerbern die Verdingungsunterlagen im Rahmen der Aufforderung zur Angebotsabgabe übermittelt.

Bestandteile der Verdingungsunterlagen

Die Vergabeunterlagen („Verdingungsunterlagen“) setzen sich wie folgt zusammen:

- Allgemeine Verdingungsunterlagen, insbesondere Bewerbungsbedingungen
- Kommerzielle Verdingungsunterlagen bestehend aus dem Vertrag über die Entwicklung, Herstellung, Inbetriebsetzung, Lieferung, Integration und Erlangung der Typgenehmigung und Genehmigungen zum Inverkehrbringen von ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstungen
- Anlagen zum Hauptvertrag u.a. kommerzielle Verdingungsunterlagen ergänzend zum Hauptvertrag in Form von Anlagen und Anhängen
- Bewertungskriterien und
- Nachunternehmerliste des AN mit den jeweiligen prozentualen Anteilen an der Gesamtleistung.

Anforderungen an das Angebot

Die erstellten Bewerbungsbedingungen (nachfolgend BWB) bestimmen, dass ein Hauptangebot in Übereinstimmung mit den Regelungen der Verdingungsunterlagen abzugeben ist. Dieses Hauptangebot muss sowohl alle zwingenden Spezifikationen in den Technischen Verdingungsunterlagen, insbesondere der Lastenhefte mit seinen Anlagen, Anhängen und Beilagen, als auch alle Anforderungen der nicht verhandelbaren Bedingungen der kommerziellen Verdingungsunterlagen erfüllen. Die zwingenden technischen Spezifikationen sind in den Lastenheften mit „Muss“ gekennzeichnet. Änderungen an zwingenden technischen Spezifikationen oder nicht verhandelbaren Vertragsbestandteilen führen zum Ausschluss eines Angebotes.

Ablauf des Verhandlungsverfahrens

Den Bietern wurde in den BWB mitgeteilt, dass nach Einreichung der verbindlichen Angebote eine Prüfung gem. BWB erfolgt und danach je eine technische/fachliche und je eine kommerzielle Verhandlungsrunde zu den wertungsfähigen Angeboten durchgeführt wird, zu denen die Auftraggeber einladen.

Wertungskriterien und ihre Gewichtung

Die BWB führen den Hinweis über die Versendung der Zuschlagskriterien und deren Gewichtung (Bewertungsmatrix) auf.

Die Zuschlagskriterien und deren Gewichtung setzen sich auf der obersten Ebene wie folgt zusammen: Preise mit 75 %, Erfüllung der Vertragsbedingungen mit 20 % und technische Lösungen mit 5 %.

Für diese beiden Wettbewerbsverfahren soll das jeweils wirtschaftlichste Angebot bezuschlagt werden. Die hohe Gewichtung des Angebotspreises insbesondere gegenüber den Vertragsbedingungen und der Technik war daher gerechtfertigt, weil für die Erfüllung der technischen Muss-Kriterien nur wenige Bewertungspunkte aufgrund der wenigen Soll-Kriterien vergeben werden. Die Bewertung des Vertrags und seiner Anlagen

begründet sich aus dem Anteil verhandelbarer Bedingungen, die je nach Ergebnis dieser Verhandlungen wertbar sind.

Bieterfragen

Fragen zu den Vertragsbedingungen konnten die Bieter gem. BWB bis zehn Kalendertage vor Ende der Angebotsfrist stellen. Alle Bieterfragen (ca. 230 Fragen je Vergabeverfahren) wurden gegenüber allen ausgewählten Lieferanten beantwortet. Zusätzlich zur Möglichkeit der Stellung von Bieterfragen haben die Auftraggeber allen potenziellen Bietern Aufklärungs- und Optimierungsgespräche angeboten und diese auch durchgeführt, in deren Rahmen die Themengebiete Innovationskooperation, Nutzungsrechte und IPR, Verantwortung Fahrzeug. / vs. Fahrzeug-Ausrüstung, Lastenheft, Zahlungen und Hinterlegungsvereinbarung / Abnahme, Liefertermine / Bürgschaften gemeinsam besprochen wurden. Die Bieter hatten hier die Möglichkeit, noch einmal auf Sachverhalte einzugehen, welche aus Sicht der Bieter klärungs- bzw. optimierungswürdig waren. In Folge von Bieterfragen und als Ergebnis der Aufklärungs- und Optimierungsgespräche haben die Auftraggeber mittels Korrekturzyklen diverse Anpassungen an den Verdingungsunterlagen vor der Angebotsabgabe und im Rahmen der Möglichkeiten, Änderungen in einem laufenden Vergabeverfahren vornehmen zu können, vorgenommen.

Verlängerung der Angebotsfrist

Die Abgabefristen beider Verfahren für die Einreichung der Teilnahmeanträge wurde verlängert. Durch Optimierung der internen Prüfzeiten konnte diese Verlängerung kompensiert werden. Den Bietern wurde die Verlängerung mit dem Hinweis gewährt, dass die benannten Fertigstellungstermine für Stufe 1 und Stufe 2 durch die Verschiebung der Angebotsfristen nicht angepasst werden.

Submission

Zur Angebotsabgabe wurden die zwei gemäß Teilnahmebedingungen geeigneten 2 Lieferanten aufgefordert, die auch jeweils Angebote vorlegten. Die Angebotsöffnung wurde protokolliert.

Ergebnis der formalen Prüfung

Zur Vorbereitung der Klärungsgespräche und der Verhandlungen der Angebote mit den Bietern wurden die Angebote gesichtet. In diesem Rahmen erfolgte nach jeder Submission eine formale Prüfung der technischen und kommerziellen Angebotsunterlagen.

Aufklärung und Nachforderung

Aufgrund der Ergebnisse der formalen Prüfung haben die Auftraggeber entschieden, vor dem geplanten Verhandlungstermin von jedem Bieter aufklärungswürdige Sachverhalte nachzufordern bzw. sich aufklären zu lassen. Dazu wurden den Bietern die aufklärungswürdigen Sachverhalte zugesandt. Die Nachlieferung erfolgte pünktlich.

Verhandlungsgespräche

Im Anschluss an die Aufklärungsrunde wurde mit allen Bietern mindestens je ein technisches und vertraglich/kommerzielles Verhandlungsgespräch geführt. Die Verhandlungen umfassten vertragliche, technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte. Zur Vorbereitung auf die technische Verhandlungsrunde wurde den Bietern jeweils vorab ein Fragenkatalog zugesandt. Der Ablauf und das Ergebnis der einzelnen Verhandlungsgespräche wurden je Bieter protokolliert.

Aufforderung zum Bafo

Die Bieter wurden zur Abgabe eines Final Offers auf Basis der Prüfung der Angebote der Submission, deren Nachlieferungen im Rahmen der Aufklärung, der Aufklärungsgespräche und der durchgeführten Verhandlungen aufgefordert.

Prüfung des Bafo und Vergabeabsicht

Die eingegangenen Final Offers wurden von den Auftraggebern jeweils bewertet und der Gewinner des Verfahrens festgelegt. Nach juristischer Prüfung wurde den unterlegenen Bietern das Ergebnis vorab mitgeteilt.

Rüge

Im Verfahren der DB Regio AG wurde eine Rüge durch einen unterlegenen Bieter ausgesprochen. Die Rüge wurde zurückgewiesen und nach Verhandlung vor der zuständigen Vergabekammer konnte auch hier das Vergabeverfahren mit Ergebnismitteilung an den Gewinner des Vergabeverfahrens ausgesprochen werden.

ENTWURF

Inhalt

1. Zusammenfassung.....	1
2. Erfüllbarkeit der Anforderungen im Digitalen Konten Stuttgart.....	2
2.1. Einführung & Hintergrund.....	2
2.2. Kategorisierung der Lastenheftanforderungen im DKS	3
2.3. Erfüllung der Anforderungen	3
2.4. Erfahrungen und Empfehlungen	4
3. Erkenntnisse für einen bundesweiten DSD-Rollout	4
3.1. Kategorisierung Umsetzungsaufwand nach Fahrzeugtypen.....	5
3.2. Empfehlungen	5
3.2.1. Förderzeitraum.....	5
3.2.2. Innovationskooperation	5
3.2.3. Weitere technische Anforderungen.....	8
3.2.4. Fahrzeugbetrieb und Instandhaltung.....	8
3.2.5. Projektanforderungen.....	9
3.2.6. Ergänzende Fahrzeuganforderungen in Bezug auf Fahrzeug- und streckenseitige Fehlererkennung	9

1. Zusammenfassung

- Die Anforderungen des Anhangs 2 der DKS-Förderrichtlinie für die DSD-Fahrzeugausrüstung können durch die Triebzüge vollständig erfüllt werden.
- Die Anforderungen entfalten vielfältige Nutzen, sowohl für Eisenbahnverkehrs- als auch -Infrastrukturunternehmen, wie auch den Bund. Nur eine umfassende Umsetzung der im Anhang 2 der DKS-Förderrichtlinie für die DSD-Fahrzeugausrüstung enthaltenen Anforderungen führt in Verbindung mit der Digitalisierung der Infrastruktur zu einer wesentlich höheren Kapazität im System Bahn.
- Die Förderbedingungen aus dem Pilotprojekt sollten differenziert werden, beispielsweise im Hinblick auf das Alter, das Einsatzgebiet, den Typ und die Verbreitung der Triebfahrzeuge. Beispielsweise ist eine einzelne Dampflok anders zu behandeln als eine große Serie von Nahverkehrstriebzügen für hochbelastete Knoten.
- Die Anforderungen sollten möglichst lange stabil gehalten werden und auf die notwendigen TSI-Novellierungsschritte begrenzt werden. Nur so ist eine schnelle und effiziente DSD-Fahrzeugausrüstung möglich.

2. Erfüllbarkeit der Anforderungen im Digitalen Knoten Stuttgart

2.1. Einführung & Hintergrund

Im Digitalen Knoten Stuttgart (DKS) treten die Deutsche Bahn und ihre Partner an, erstmals in Deutschland einen großen Knoten mit Digitalen Stellwerken (DSTW), ETCS (Level 2 und 3) und weiteren, darauf aufbauenden Techniken auszurüsten. Das zur schrittweisen Umsetzung bis 2030 vorgesehene Projekt wird im Endzustand rund 500 Netzkilometer umfassen. Neben der geographischen Ausdehnung werden sukzessive weitere Techniken und Funktionen in Betrieb genommen. Damit werden nicht nur Grundlagen für die Ausrüstung ähnlicher Knoten gelegt, sondern auch die Möglichkeiten und Grenzen einer eng aufeinander abgestimmten Fahrzeug- und Infrastrukturausrüstung ausgelotet, insbesondere im Hinblick auf die betrieblich-verkehrliche Leistungsfähigkeit.¹





Typ	Hersteller	Anzahl	Baujahre	Konfiguration	Eigentümer	Betreiber	Ausstattung
 BR 423 S-Bahn	ALSTOM	60	1999 - 2005	4-teilig	DB Regio	DB Regio	PZB
 BR 430 S-Bahn	ALSTOM	97 58 (2. Serie)	2011 - 2022	4-teilig	DB Regio	DB Regio	PZB
 Flirt 3 Regionalverkehr	STADLER	13 9 19 14 11	seit 2018 seit 2018 seit 2018 seit 2018 seit 2019	3-teilig 4-teilig 5-teilig 6-teilig "XL", 3-teilig	SFBW	Go-Ahead	PZB PZB, LZB PZB PZB, LZB PZB
 Talent 3 Regionalverkehr	ALSTOM	26 26	seit 2019 seit 2017 (Vorserie)	3-teilig 5-teilig	SFBW	SWEG	PZB PZB
		zusammen: 333					

Abbildung 1: Überblick über die 333 nachzurüstenden Triebzüge

Für den 2025 mit ETCS Level 2 „ohne Signale“ in Betrieb gehenden Kern des Knotens werden insbesondere 333 Triebzüge mit ETCS und weiteren Techniken nachgerüstet. Dazu zählen neben sämtlichen 215 Triebzügen der S-Bahn Stuttgart (Baureihen 423, 430, 430.2) auch insgesamt 118 FLIRT-3-, FLIRT-3-XL- sowie TALENT-3-Triebzüge der Landesanstalt Schienenfahrzeuge Baden-Württemberg (SFBW) (Abbildung 1). Darüber hinaus beschafft das Land Baden-Württemberg zunächst 130 neue Doppelstock-Regionaltriebzüge vom Typ Coradia HC.^{2 3}

Eine zentrale Grundlage für die an die Fahrzeugausrüstung gestellten Anforderungen ist der Anhang 2 der technischen Prämissen der DKS-Förderrichtlinie für die DSD-Fahrzeugausrüstung, die TSI ZZS 2016 mit den in der ERA Technical Opinion ERA/OPI/2019 veröffentlichten Change Requests (CRs) und soweit bekannt die erwarteten (sich noch veränderten) technischen Anforderungen der TSI ZZS 2022.

In den Anforderungen spiegeln sich wesentliche Erkenntnisse aus der Konzeption und Planung des DKS wider, der auf erste konkrete Überlegungen für ETCS auf der S-Bahn-Stammstrecke Stuttgart (um 2015) und die darauf

¹ Quo vadis Digitale Leit- und Sicherungstechnik? Der Eisenbahningenieur, 11/2021 (<https://bit.ly/3Hv72X6>).

² Fahrzeugnachrüstung für den Digitalen Knoten Stuttgart. Der Eisenbahningenieur, 9/2021, (<https://bit.ly/3tFQWUB>)

³ Nachrüstung von 333 Triebzügen für den Digitalen Knoten Stuttgart. ZEVrail, 5/2022 (<https://bit.ly/3DHZIOS>).

aufbauende S-Bahn-ETCS-Untersuchung (2017/2018) zurückgeht.⁴ Eine kontinuierlich wachsende Zahl von Fachleuten für Betrieb, Fahrzeuge, Infrastruktur und weiteren Bereichen arbeiten seither gemeinsam daran, die Digitalisierung der Leit- und Sicherungstechnik zu gestalten. Der DKS geht dabei weit über eine bloße Ausrüstung mit neuen Stellwerken und ETCS hinaus, um nicht nur die betrieblich-verkehrliche Leistungsfähigkeit deutlich zu steigern, sondern dabei auch ein möglichst robustes und dabei wiederum möglichst einfaches Gesamtsystem zu schaffen, das so weit wie möglich auch als Blaupause dienen kann – besonders für große, hochbelastete Knoten. Die gewonnenen Erkenntnisse kommen u. a. über Lastenhefte, dem Betrieblich-Technischen Zielbild und Veröffentlichungen unmittelbar weiteren Projekten und weiteren Interessierten zugute.

Vor diesem Hintergrund wurde für den DKS ein Fahrzeug-Ausrüstungskonzept konzipiert und in Lastenheften beschrieben (sog. DSD-Fahrzeugausrüstung), das neben großen Elementen wie ETCS und ATO GoA 2 auch viele Optimierungen zu Details wie Bedienung, Bremskurven und Diagnose enthält. Um dabei einerseits die Fahrzeuge 2025 mit ETCS im Kern des Knotens einsetzen zu können und gleichzeitig weitere, in den Folgejahren in Betrieb gehende Elemente wie FRMCS möglichst zu berücksichtigen, wurde ein zweistufiges Ausrüstungskonzept entwickelt. Die tiefgreifenden Eingriffe, die mit dem Einbau und Integration von ETCS in das Fahrzeug einhergehen, werden dabei gleich mit genutzt, um möglichst die gesamte erst in der zweiten Stufe benötigte Hardware mit einzubauen. Im Rahmen einer Planung aus einem Guss gelingt es damit beispielsweise, gesonderte Kabel und Antennen für FRMCS neben jenen für das zunächst genutzte GSM-R mit einzubauen.^{2,3} Die zweite Stufe soll in den Jahren 2026 und 2027 in Betrieb genommen werden.

Für einzelne, zum Zeitpunkt der Ausschreibung nicht abschließend spezifizierte Themen, die für die Umsetzung des technischen DSD-Zielbildes im DKS-Pilotprojekt zwingend erforderlich sind, beispielsweise zu FRMCS und TIMS, wurde eine Innovationskooperation mit dem Lieferanten vorgesehen und erfolgreich abgeschlossen (siehe Abschnitt 3.2.1.).

2.2. Kategorisierung der Lastenheftanforderungen im DKS

Die Ausrüstung, im Einklang mit dem BTZ/DSD-Zielbild der Infrastruktur, geht dabei weit über ein einfaches ETCS nach aktueller ETCS-Spezifikation (mit SRS 3.6.0) hinaus. Es beinhaltet beispielsweise ATO GoA 2, ETCS Level 3 (einschließlich Zugintegritätsüberwachung [TIMS]) und Fahrzeugzustandsdaten (Train Capability) für CTMS und FRMCS (siehe Anlage 6).

Teile davon wurden im Rahmen der Innovationskooperation detailliert und plausibilisiert, weshalb nun Anpassungen erforderlich sind. Die oben aufgeführten Anforderungen aus der DKS-Förderrichtlinie sind daher angepasst in ein Lastenheft zu überführen, welches auf der Homepage des Zuwendungsgebers veröffentlicht werden muss. Allerdings ist in der Förderrichtlinie zwingend ein Verweis aufzunehmen, dass die Fahrzeuglastenhefte als Fördervoraussetzung umzusetzen sind.

2.3. Erfüllung der Anforderungen

Alle Anforderungen aus der Förderrichtlinie können fahrzeugseitig auf den 333 Triebzügen umgesetzt werden. Während die optimierte ETCS-Ausrüstung bereits ab 2025 im kommerziellen Betrieb genutzt wird, werden weitere Funktionen wie FRMCS, TIMS/Level 3, ATO GoA 2/TCR sukzessive in den Folgejahren in Betrieb genommen, wenn die entsprechenden Techniken in der Infrastruktur in Betrieb genommen werden. Auch die Nutzung eines Online-Key Management Center (Online-KMC) wird, in Folge der noch nicht beschlossenen Einführung der dazu notwendigen paketvermittelten Übertragung (GPRS/FRMCS) im Netz der DB, voraussichtlich erst nach 2025 genutzt werden können.

Die zeitlich parallel verlaufende Designphase der DKS-Fahrzeuge hat eine hohe Ähnlichkeit bei der Signaltechnikarchitektur über verschiedene Baureihen hinweg ermöglicht. Bei einem künftigen bundesweiten DSD-Rollout können bei stabilen Anforderungen durch eine vorlaufend erzeugte standardisierte

⁴ *Untersuchung zur Einführung von ETCS im Kernnetz der S-Bahn Stuttgart*. Abschlussbericht, 30. Januar 2019 (<https://bit.ly/2Yyaw6h>).

Systemarchitektur weitere Synergien gehoben werden und damit zu einem geringeren Fördermittelbedarf führen.

2.4. Erfahrungen und Empfehlungen

Die Anforderungen aus den DKS-Triebzug-Retrofit-Projekten können nicht uneingeschränkt auf andere Triebfahrzeuge übertragen werden. Beispielsweise werden sich bei Lokomotiven für den Güterverkehr, sehr alten Triebzügen oder historischen Fahrzeugen Abweichungen ergeben. Einige Anforderungen sind technisch nicht umsetzbar oder unter Abwägung von Nutzen und Aufwand voraussichtlich nicht sinnvoll. Diese Grenzen sind nicht statisch, sondern werden sich durch technisch-normativen Fortschritt und Erfahrungen voraussichtlich verschieben, beispielsweise durch TIMS/Level 3 für Güterzüge mittels der „Digitalen Automatischen Kupplung“. Eine Abwägung sollte im Rahmen eines bundesweiten DSD-Rollout zentral durch den zentralen Koordinator gesteuert, der bei einer DSD GmbH des Bundes angesiedelt werden müsste, erfolgen.

Aus den bislang vorliegenden Erfahrungen im DKS ergeben sich darüber hinaus Vorschläge für einige Ergänzungen:

Ergänzend zu den Anforderungen aus der Förderrichtlinie sind weitere Anforderungen notwendig, damit die Bedienbarkeit (z. B. Zeit für die Zugdateneingabe), die Instandhaltung (z. B. Intervalle, Einbindung in zentrale Diagnose) und die Kapazität (z. B. Steh- und Sitzplätze) der Fahrzeuge beibehalten werden kann. Darüber hinaus ergeben sich weitere Anforderungen aus der DKS-Förderrichtlinie durch die Umsetzung der Innovationsthemen.

In Anlage 6 wurde dies für die Lastenhefte der Baureihe 423, des TALENT 3 und des Coradia Stream aufgezeigt.

3. Erkenntnisse für einen bundesweiten DSD-Rollout

Anforderungsgründe

Den Anforderungen der für den Retrofit der 333 Triebzüge entwickelten Lastenhefte liegen verschiedene Gründe zu Grunde:

- DKS-Förderrichtlinie: Anforderung direkt aus den Fördervoraussetzungen der Anlage II der DKS-Förderrichtlinie oder indirekte Ableitung einer technischen Notwendigkeit aus der DKS-Förderrichtlinie
- Beibehaltung der Instandhaltbarkeit
- Bedienbarkeit: Betriebliche Weiternutzung wie bisher möglich ohne Performance (z. B. Beibehaltung der Zeiten für Zugdateneingabe, um Wendezeiten einhalten zu können) durch den Umbau zu verlieren. Anforderungen zur besseren Bedienbarkeit der neu eingebauten Systeme.
- Sonstiges: Qualitätsanforderungen, die über die Förderrichtlinie hinausgehen, die durch den Einbau der DSD-Fahrzeugausrüstung notwendig werden. Dies kann aus Performancegründen, Sicherheitsanforderungen oder der Optimierung des Fahrzeuges dienen.
- Anforderungen aus dem Betrieblich-Technischen Zielbild (BTZ) der Digitalen Schiene Deutschland, insbesondere Themen der Innovationskooperation
- Angebotsbewertung: Es sind verschiedene Konzepte mit dem Angebot eingefordert worden, um die Angebote der Lieferanten überhaupt erst vergleichen zu können,
- Angabe von Informationen (Info): Diese Kategorie dient dem Auftragnehmer, um für die Angebotserstellung wichtige Informationen zum Fahrzeug zu erhalten
- Einsatzbereich (nur für Neufahrzeuge): Anforderungen, die sich aus dem geographischen Einsatzbereich des Fahrzeugbereichs ergeben.

Rund die Hälfte der Anforderungen kann direkt aus der DKS-Förderrichtlinie abgeleitet werden. Die ergänzenden Anforderungen sind insbesondere für einen sinnvollen Weiterbetrieb und die Instandhaltbarkeit zwingend

notwendig, um die Akzeptanz gegenüber dem DSD-Rollout und der notwendigen DSD-Fahrzeugausrüstung zu festigen, und daher auch zwingend in die Förderung einzubeziehen.

3.1. Kategorisierung Umsetzungsaufwand nach Fahrzeugtypen

Zusätzlich zu den allgemeinen generischen Anforderungen im technischen Lastenheft ist pro Fahrzeugbaureihe eine Analyse des Ausgangszustandes durchzuführen. Daraus abgeleitete Anforderungen (insbesondere Beibehaltung Betrieb, Beibehaltung Instandhaltbarkeit) sind in ein separates fahrzeugspezifisches Lastenheft oder Kapitel aufzunehmen.

Im Rahmen des DKS-Projektes wurden Innovationen gefördert und gefordert. Dies ist für einen bundesweiten DSD-Rollout in dieser Intensität nicht möglich und auch nicht notwendig. Die im DKS-Projekt erstellten Anforderungen sind nun als Grundlage für den bundesweiten DSD-Rollout zu nutzen. Die Anforderungen sollten hier stabil und einheitlich sein.

Die Anforderungen des DKS-Lastenheftes basieren auf dem Stand des Jahres 2022 und berücksichtigen die Erweiterungen der TSI ZZS 2022.

Die Richtlinie für die pilothafte Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung im DKS wurde im Jahr 2021 veröffentlicht. Sowohl die TSI als auch die Technik hat sich seitdem weiterentwickelt. Insbesondere die technischen Vorgaben sind demgegenüber nach dem Stand der Technik und den aktuellen Vorgaben der TSI ZZS 2022 zu überarbeiten und es muss die Möglichkeit bestehen z. B. über Serviceverträge die Systeme aktuell zu halten. Dafür sind Serviceverträge weiterhin den zuwendungsfähigen Kosten zuzuordnen.

3.2. Empfehlungen

Die nachfolgenden Kapitel umfassen verschiedene Aspekte, die bei einer bundesweiten Förderung der DSD-Fahrzeugausrüstung Berücksichtigung finden müssen.

3.2.1. Förderzeitraum

Die DSD-Fahrzeugausrüstung ist hochkomplex, weshalb hierfür ein großer Zeitbedarf besteht. Ein Abschluss des Nachrüstverfahrens kann damit keinesfalls im Rahmen der Gültigkeit der Förderrichtlinie abgeschlossen werden. Es bedarf daher einer Klarstellung in der DKS-Förderrichtlinie, dass Projekte, deren Umsetzung sich aus technischen Gründen über die Gültigkeit der Förderrichtlinie hinauszieht, über den Gültigkeitszeitraum der Förderrichtlinie Fördermittel erhalten und damit auch verzögert schlussabgerechnet werden können.

3.2.2. Innovationskooperation

Vier Themenfelder, die im Rahmen der 2020 platzierten Ausschreibung noch nicht vollumfassend ausspezifiziert waren, wurden im Rahmen einer Innovationskooperation von Auftraggeber und -nehmer unter Mitwirkung des DB-Konzernprogramms „Digitale Schiene Deutschland“ gemeinsam bearbeitet und zur Umsetzungsreife geführt.⁵

OCORA/Standardisierte Schnittstellen

Während eine Reihe von Schnittstellen in ETCS standardisiert sind, gab es derartige Schnittstellen zwischen den Bordgeräten von ETCS bzw. ATO und der Fahrzeugleittechnik des Fahrzeugs bislang nicht standardisiert. Die Anpassungen der Systeme an vielen verschiedenen Fahrzeugen, Bussystemen und Protokollen führt zu einem erheblichen finanziellen und zeitlichen Aufwand. Soll eine DSD-Fahrzeugausrüstung (inkl. ETCS und ATO) nach längerer Nutzungsdauer später ausgetauscht werden, fällt dieser Mehraufwand ohne standardisierte Schnittstellen erneut an.

⁵ Innovationskooperation Fahrzeugausrüstung im Digitalen Knoten Stuttgart. Signal+Draht 9/2022, (<https://bit.ly/3dxD0Z6>).

Standardisierte Schnittstellen sollen diesem Mehraufwand entgegenwirken und eine einfachere Integration ermöglichen. Im Rahmen der Nachrüstungsprojekte werden die Schnittstellen zwischen der Fahrzeugleittechnik/Fahrzeugsteuerung (TCMS) und dem ETCS-Fahrzeuggerät (SUBSET 119 der kommenden TSI ZS 2022) bzw. dem ATO-Fahrzeuggerät (SUBSET 139 der kommenden TSI ZS 2022) mit wenigen Abweichungen umgesetzt. Die Schnittstellen und die Abweichungen zu den SUBSETs werden systematisch offengelegt und begründet. Dazu werden auf den Fahrzeugen die entsprechenden Schnittstellen neu geschaffen und ETCS und ATO auf dieser Grundlage integriert. Eine Reihe von bereits gewonnenen Erkenntnissen floss in die Ausarbeitung der beiden SUBSETs für die TSI ZS 2022 ein und werden in der DSD-Fahrzeugausrüstung Stufe 2 des DKS-Nachrüstungsprojektes vollständig umgesetzt. (Für Stufe 1 wurde die aktuelle Version der SUBSETs – Version 1.2.9 für SUBSET 119 bzw. Version 0.0.21 für SUBSET 139 – genutzt.) Ein Teil der Schnittstelle bleibt allerdings fahrzeugspezifisch, weil sie über die SUBSETs 119/139 hinausgeht, beispielsweise Fahrzeuginformationen für den Fahrdatenschreiber oder TCR, siehe unten.

Standardisierte Schnittstellen können die Integration von ETCS und ATO in Fahrzeuge erheblich vereinfachen. Dies gilt nicht nur für die erstmalige DSD-Fahrzeugausrüstung, sondern auch für etwaige spätere Ersatzbeschaffungen. Neufahrzeuge sollten daher nur noch mit derartigen Schnittstellen beschafft werden. Bei Bestandsfahrzeugen ist eine weiterführende Abwägung geboten. Beispielsweise ist es nicht sinnvoll, OCORA-Schnittstellen auf einem älteren Fahrzeug nachzurüsten, wenn dieses durch dessen Hersteller auch mit ETCS ausgerüstet wird. Die Diskussionen und Entwicklungen zu OCORA sind noch nicht vollumfänglich abgeschlossen. Zudem sind die Weiterentwicklungen insbesondere der ERA zu beachten. Die Fahrzeuglastenhefte müssen daher weiterentwickelt werden.

FRMCS

Beginnend in der 2. Hälfte der 2020er Jahre soll der GSM-R-Nachfolger FRMCS eingeführt werden und das Altsystem schrittweise ablösen. Es ist bereits Bestandteil der TSI ZS 2022 und wird auch im DKS (mit dem Baustein 3) umgesetzt.

Für die Nachrüstung der DKS-Triebzüge konnte eine vergleichsweise einfache, zweistufige Umsetzungskonzeption für FRMCS entwickelt werden. Im Rahmen der für die Integration von ETCS unumgänglichen, tiefgreifenden Eingriffe in die Fahrzeuge wird dabei zunächst (bis zum Jahr 2025) der Großteil der benötigten Hardware-Komponenten (z. B. Kabel und Antennen) gleich mit eingebaut. In der DSD-Fahrzeugausrüstung Stufe 2 wird (ab dem Jahr 2025) noch ein FRMCS-Gateway integriert und der neue Bahnbetriebsfunk mit einer neuen Software anschließend in Betrieb gesetzt. Die FRMCS-Ausrüstung wurde bzw. wird dabei „aus einem Guss“ konzipiert, ausgeschrieben, vergeben und umgesetzt.

Im Vergleich zu einer erst später beauftragten, geplanten und umgesetzten Nachrüstung ist dies in vielfacher Hinsicht wesentlich einfacher:

- Der Fahrzeugausrüster kann Mehraufwendungen vermeiden, indem FRMCS von Beginn an berücksichtigt wird, beispielsweise in der Architektur der Fahrzeugausrüstung, der Raum- und Kabelplanung oder der Anordnung von Antennen für verschiedene Funksysteme auf dem Dach.
- Der Fahrzeugbetreiber profitiert von kürzeren Standzeiten, da der Großteil der für FRMCS notwendigen Technik im Windschatten der restlichen DSD-Fahrzeugausrüstung (inkl. ETCS und ATO) gleich mit eingebaut wird.
- Je mehr Fahrzeuge in einem Bereich mit FRMCS ausgerüstet sind, desto schneller und einfacher kann der Infrastrukturbetreiber von GSM-R auf FRMCS migrieren, können Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen in das Altsystem vermieden werden.
- Je schneller FRMCS infrastruktureitig zur Verfügung steht, desto eher wird auf die Doppelausrüstung mit GSM-R auf Fahrzeugen mit engem umgrenzten Einsatzgebiet verzichtet werden können.

Die Erfahrungen mit den modernen Triebzügen im DKS lassen sich gleichwohl nicht uneingeschränkt auf alle anderen nachzurüstenden Fahrzeuge in Deutschland übertragen: Während selbst kurze Triebzüge auf dem Dach ausreichend Fläche bieten, um fünf zusätzliche Antennen (2 für FRMCS, 2 für GSM-R und eine für öffentlichen Mobilfunk/ATO) anzuordnen, sind die Spielräume bei Lokomotiven oder gar Nebenzugfahrzeugen begrenzt. Bei Fahrzeugen mit geringer Restnutzungsdauer könnte es sinnvoller sein, auf eine FRMCS-Ausrüstung zu verzichten und diese nicht mehr in rein damit ausgerüsteten Netzbereichen einzusetzen. Bei manchen Baureihen werden voraussichtlich spezielle Antennenstützpunkte zu entwickeln oder HF-Filter einzusetzen sein. Teils sind auch neue Antennenkonzepte zu entwickeln.

Ein neu erkanntes, weiter noch nicht gehärtetes Potenzial liegt in einer für das erweiterte Frequenzband geeigneten FRMCS-Ausrüstung. Könnten die gesamten heute in Deutschland für GSM-R nutzbaren 2x7 MHz im 900-MHz-Band von den meisten Fahrzeugen auch für FRMCS genutzt werden – über den europäischen Rahmen von 2x5,6 MHz hinaus – wäre dies ein möglicher Schlüssel, um die bislang im 1,9-GHz-Band geplante GSM-R-Migration zumindest teilweise auch bei 900 MHz zu ermöglichen (mit einem 5 MHz breiten Träger für FRMCS, entsprechend der Mindestbreite in 5G sowie darüber 2 MHz für ein Rumpf-GSM-R im interoperablen Band). Aufgrund der deutlich größeren Reichweite bei 900 MHz könnte dies zahlreiche Funkstandorte einsparen und damit den Finanzierungsbedarf durch den Bund reduzieren.

Übermittlung von Fahrzeugzustandsdatenübermittlung (TCR)

Die Bereitstellung von Zugeigenschaften (Train Capability Report, TCR) – beispielsweise die Auslastung und das verfügbare Bremsvermögen eines Zuges – ist eine ganz wesentliche Grundlage für die laufende betriebliche Optimierung und Regelung, beispielsweise einen besonders leistungsfähigen und/oder energieeffizienten Betrieb. Davon können wiederum sowohl Fahrzeug- und Infrastrukturbetreiber als auch der Bund als Infrastruktureigentümer profitieren.

Im Rahmen der Innovationskooperation wurde eine standardisierte Schnittstelle für Triebzüge mit moderner Leittechnik konzipiert, die nun in den Triebzügen umgesetzt wird. Dazu wird der ohnehin vorhandene Kommunikationskanal zwischen ATO-OB und ATO-TS für die Übertragung der TCR-Daten genutzt. Die Informationen werden überwiegend aus dem TCMS entnommen und sind für jede Baureihe im Hinblick auf Verfügbarkeit, Umfang, Genauigkeit, Frequenz sowie Format der bereitgestellten Daten unterschiedlich. Eine konkrete Festlegung sollte final durch den zentralen Koordinator einer DSD GmbH des Bundes erfolgen.

Bereits prinzipbedingt ist nicht jede von den Triebzügen übermittelte Information verfügbar bzw. sinnvoll, beispielsweise die Türöffnungszeit am Führerhaus einer Lokomotive. Bei anderen Fahrzeugtypen (als Triebzügen) könnten hingegen andere Informationen von Interesse sein, beispielsweise die Zughakenlast einer Güterzuglokomotive. Darüber hinaus ist auch hier zwischen dem Nutzen und dem Aufwand abzuwägen: Wird eine größere Serie von Neufahrzeugen gleich „ab Werk“ für die DSD ausgerüstet, ist der zu erwartende Aufwand für die Übermittlung der in der Regel ohnehin auf dem Fahrzeug vorliegenden Daten sehr gering – bei einer kleinen Serie von alten Nebenfahrzeugen ohne leistungsfähige Leittechnik dafür umso größer, der Nutzen ohnehin geringer. Grundsätzlich lässt sich die TCR-Funktion bei einer ohnehin anstehenden DSD-Fahrzeugausrüstung (und den damit verbundenen Eingriffen in das Fahrzeug) wesentlich einfacher umsetzen als sie später nachzurüsten.

TIMS

Die Zugintegritätsüberwachung (TIMS) ebnet den Weg für ETCS Level 3 / ETCS Level 3 Hybrid – und somit eine zukünftig insgesamt deutlich einfachere, robustere und leistungsfähigere Infrastruktur, bis hin zum „Moving Block“. Sie ist auf den neuen DKS-Triebzügen einfach umsetzbar: Bei neueren Fahrzeugen wird sie ausschließlich mit einer zusätzlichen Leitung und Software umgesetzt; bei den vergleichsweise alten Triebzügen der Baureihe 423 ist darüber hinaus ein zusätzlicher Endschalter an Kupplungen (zur sicheren Erkennung angekuppelter Zugteile) erforderlich. Im DKS wird im Baustein 3 ETCS Level 3 Hybrid umgesetzt.

Die im Rahmen der Innovationskooperation konzipierte Lösung (und die dabei entwickelten Anforderungen) ist nicht nur auf viele Triebzüge übertragbar, sondern auch derart einfach, dass sie weniger als ein Prozent der Ausrüstungskosten ausmacht – bei gleichzeitig immensem finanziellem Nutzen für eine darauf abgestimmte Infrastruktur. Insbesondere bei (langlebigen) Neufahrzeugen und größeren Serien dürfte der Nutzen besonders groß sein.

Die Lösung für die Triebzüge im DKS kann gleichwohl momentan nicht auf Lok-Wagen-Züge übertragen werden. Die „Digitale Automatische Kupplung“, die momentan im Rahmen von „Europe’s Rail“ zur Anwendungsreife geführt wird, könnte dafür in wenigen Jahren den Weg ebnen, für den Schienengüterverkehr sowohl die Zuglänge als auch die -integrität mit der erforderlichen Zuverlässigkeit zu ermitteln. Im Übrigen sind endgültige Vorgaben für das notwendige Sicherheitsziel der Integritätsüberwachung erforderlich (SIL2 bei Nachrüstkfahrzeugen, SIL4 bei Neufahrzeugen).

3.2.3. Weitere technische Anforderungen

TSI, BTZ, Systemanforderungen

Das Betrieblich-Technische Zielbild definiert ein System, das sich unter anderem auf die Funktionen der TSI stützt. Es ist zu erwarten, dass das BTZ sich mit der Zeit ändert, für neue Funktionen oder Korrekturen. Eine neue Version der UNISIG Subsets fordert eine Auswirkungsanalyse auf das BTZ und die davon abgeleiteten Anforderungen an die Fahrzeuge. Um nicht durch ständige und schleichende Änderungen (sog. „scope creep“) des Lastenheftes die termin- und budgetkonforme Realisierung der laufenden Projekte zu gefährden, muss jede Ausgabe des Lastenheftes versioniert sein. Es sind „major“ (z. B. neue TSI) und „minor“ (z. B. Berichtigungen) Versionen des Lastenheftes denkbar. Für „minor“-Versionen sollen keine Leistungsänderungen (LA) der laufenden Verträge notwendig sein. Es muss für AG und AN jederzeit eindeutig sein, welche dieser Lastenheft-Versionen gerade Gültigkeit hat. Für „Major“-Versionen sind bereits im Vergabestadium vertragliche LA-Mechanismen zu definieren bzgl. Einphasen der Änderungen in das Design, die Validierung, Zulassung und Ausrollen. Der Änderungsprozess muss unter Beteiligung aller relevanten Stakeholder stattfinden, um sicherzustellen, dass die Machbarkeit und Realisierbarkeit der vorgesehenen Änderungen mit dem im jeweiligen Projektstadium realisierten Design kompatibel ist und nicht beispielsweise ein signifikantes Redesign erfordert.

Andere Aspekte der Systemanalyse könnten zu neuen / geänderten Anforderungen führen. Zum Beispiel eine Verfügbarkeitsanalyse inkl. Betrachtung der Fehlermodi und die Definition der MTBF-Werte der Subsysteme inkl. der ETCS-Fahrzeuggeräte. Für die Sicherstellung der Cybersecurity sollte idealerweise als Ergebnis einer Analyse auf Systemebene eine standardisierte Gefährdungsliste erstellt werden, die mit der Aufsichtsbehörde allgemein abgestimmt sein müsste.

Bremsmodell

Für die Berechnung der ETCS-Bremskurven auf dem Fahrzeug stehen grundsätzlich zwei Bremsmodelle zur Verfügung:

- Das Conversion Model (auch „Lambda-Modell“) errechnet anhand weniger und ohnehin vorliegender Parameter (wie Zuglänge und Brems Hundertel) Bremskurven bis 200 km/h.
- Das Gamma-Modell ermöglicht eine ungleich feinere Modellierung des Bremsvermögens von Zügen mit fester Zugbildung, beispielsweise Triebzügen des Personenverkehrs. Die dazu notwendigen Eingangsdaten, beispielsweise gestufte Momentanverzögerungen und Verfügbarkeitswerte, liegen in der Regel nicht vollumfassend vor und müssen gesondert durch Bremsversuche erhoben werden.

Die Förderrichtlinie fordert „in Triebzügen, bei denen die Nutzung des Gamma-Bremsmodells ohne technische Modifikation des Bremssystems erforderlich ist“ dieses Modell zu nutzen. Inzwischen wurden für drei der vier nachzurüstenden Fahrzeugtypen im DKS Gammamodelle gebildet. Im Vergleich zu den Lambda-Modellen zeigte sich, dass diese insbesondere im Hochleistungsbetrieb mit langen Zügen zu kürzeren Zugfolgen führen und fahrzeitverlängernde Effekte an Geschwindigkeitsschwellen nach unten vermeiden. Insbesondere bei kürzeren Zügen kommt es im Gammamodell, im Vergleich zum Lambdamodell, aufgrund von Verfügbarkeitseffekten zu (teils deutlich) verlängerten Zugfolgezeiten.

Im DKS wurde u.a. gefordert, dass die Bremsmodelle entsprechend der Zuglänge beim Start of Mission ausgewählt werden können. Für Triebzüge erwiesen sich die Anforderungen als richtig und umsetzbar. Bei der Konzeption neuer Triebzüge sollten die besonderen Bedingungen des Gammamodells (Verfügbarkeit, Bremsversuche) gleich mitberücksichtigt werden. Die Erkenntnisse zu den 333 Triebzügen im DKS lassen sich gleichwohl nur eingeschränkt auf Lok-Wagen-Zügen, insbesondere Güterzüge, übertragen. Ein erhöhter Aufwand für Bremsversuche ist zu erwarten, um die komplexen Einflüsse zu erfassen und abzubilden.

3.2.4. Fahrzeugbetrieb und Instandhaltung

Beibehaltung Instandhaltung

Das technische Lastenheft muss Anforderungen enthalten, um auch die Eindeutigkeit bezüglich Beibehaltung der Instandhaltung der Fahrzeuge herzustellen. Die DSD-Fahrzeugausrüstung (inkl. ETCS und ATO) ist in die

bestehenden Instandhaltungsprozesse einzubinden, inklusive der Integration in bestehende zentrale Diagnosetools. Die notwendigen zusätzlichen Wartungsmaßnahmen an der DSD-Fahrzeugausrüstung sind mit den bereits für das Fahrzeug definierten Wartungsintervallen zu synchronisieren. Zusätzlich zu den allgemeinen generischen Anforderungen im technischen Lastenheft ist pro Fahrzeugbaureihe eine Analyse des Ausgangszustandes durchzuführen. Daraus abgeleitete Anforderungen sind in ein separates fahrzeugspezifisches Lastenheft oder Kapitel aufzunehmen.

Beibehaltung Bedienbarkeit

Das technische Lastenheft muss Anforderungen enthalten, um Eindeutigkeit bezüglich Beibehaltung der Bedienbarkeit der Fahrzeuge herzustellen. Durch den Einbau der DSD-Fahrzeugausrüstung (inkl. ETCS und ATO) dürfen bestehende, betrieblich notwendige Funktionen nicht ersatzlos wegfallen, auch nicht versehentlich. Sie dürfen aber durchaus anderweitig implementiert werden als bisher, wenn es der Ergonomie, Effizienz und technischen Integration dient. Beispiel hierfür ist der Ersatz von Lampen und Tasten durch eine Anzeige und Bedienung am DMI. Zusätzlich zu den allgemeinen generischen Anforderungen im technischen Lastenheft ist pro Fahrzeugbaureihe eine Analyse des Ausgangszustandes durchzuführen. Daraus abgeleitete Anforderungen sind in ein separates fahrzeugspezifisches Lastenheft oder Kapitel aufzunehmen.

Beibehaltung Leistung und Nutzbarkeit

Das technische Lastenheft zur DSD-Fahrzeugausrüstung muss Anforderungen enthalten, um auch die Eindeutigkeit bezüglich Beibehaltung der betrieblichen Leistung und Nutzbarkeit der Fahrzeuge herzustellen. Durch den Einbau der DSD-Fahrzeugausrüstung (inkl. ETCS und ATO) dürfen beispielsweise die Anzahl der Sitz-, Steh- oder Stellplätze grundsätzlich nicht reduziert werden oder sich neue keine Einschränkungen bezüglich Beschleunigung, Bremsweg oder Achslast ergeben, Öffnungs- und Schließzeiten von Türen verlängern, usw. In der Übergangszeit bis zur vollständigen Umrüstung aller Fahrzeuge einer Baureihe ist ein gemischter Betrieb in Mehrfachtraktion mit bereits umgerüsteten und nicht-umgerüsteten Fahrzeugen sicherzustellen, wengleich nicht alle Funktionalitäten (zum Beispiel ATO und Level 3 / TIM) im Mischbetrieb verfügbar sind. Zusätzlich zu allgemeinen Anforderungen im technischen Lastenheft ist pro Fahrzeugbaureihe eine Erfassung der zu erhaltenden Leistungsmerkmale durchzuführen. Daraus abgeleitete Anforderungen sind in ein separates fahrzeugspezifisches Lastenheft oder Kapitel aufzunehmen.

3.2.5. Projektanforderungen

Um eine standardisierte Überprüfung der technischen Anforderungen sicherzustellen und den Abnahmeprozess der DSD-Fahrzeugausrüstung juristisch abzusichern, ist es dringend erforderlich, standardisierte Referenzstrecken sowie Testlabore einzurichten, die dem Betrieblich-Technischen Zielbild entsprechen. Diese sind nicht zwangsläufig durch die zentrale Koordination einer DSD GmbH des Bundes zu betreiben, sollten aber allen Akteuren wettbewerbsneutral zugänglich sein. Damit können Streckenkapazitäten auf ausgelasteten Korridoren geschont werden und eine optimale Nutzung vorhandener Ressourcen sichergestellt werden.

3.2.6. Ergänzende Fahrzeuganforderungen in Bezug auf Fahrzeug- und streckenseitige Fehlererkennung

Die Bereitstellung von aktuellen, umfassenden Systemdaten der DSD-Fahrzeugausrüstung wird bislang nicht in den Förderbedingungen der Förderrichtlinie gefordert, bei den meisten Fahrzeugen im DKS aber bereits umgesetzt. Damit wird die Fehlersuche und -behebung im Gesamtsystem erleichtert sowie die Verfügbarkeit erhöht, indem nicht nur Infrastruktur- sondern auch Fahrzeugdaten herangezogen werden können. Die Erfahrungen aus dem bisherigen ETCS-Betrieb in Deutschland (insbesondere VDE 8) zeigen, dass damit

beispielsweise ETCS-Störungen schneller und effektiver analysiert und behoben werden können. Hersteller der DSD-Fahrzeugausrüstung sollten entsprechende Analysekapazitäten zukünftig verpflichtend bereitstellen. Durch derartige Daten könnten beispielsweise auch schleichende Ausfälle im Funknetz durch schwächere, auf dem Fahrzeug gemessene Pegel frühzeitig erkannt und damit Funkausfällen vorgebeugt werden.

ENTWURF

Kapitel 7

Überblick Fahrwegkapazität, weitere Wechselwirkungen zur Infrastruktur sowie Notwendigkeit einer Förderung

Erreichbarkeit der Förderziele

Fahrwegkapazität und Leistungsfähigkeit

Einführung

Die bloße Ausrüstung einer Infrastruktur mit ETCS führt nicht automatisch zu Kapazitätssteigerungen. Tatsächlich führt sie vielfach zu Kapazitätsverlusten, beispielsweise aufgrund bloßem 1:1-Ersatz bisheriger Signale (ohne Blockoptimierung), flacherer, vom Fahrzeugbetreiber definierbarer ETCS-Sollbremskurven (Guidance Curve), verlängerter System- und Prozesszeiten und weiterer technischer Restriktionen.

In der laufenden, koordinierten Planung und Umsetzung der Fahrzeug- und Infrastrukturausrüstung im DKS ist erkennbar, dass ein mit ETCS ausgerüsteter, aber nicht optimierter Zug die Infrastruktur durchaus doppelt so lange belegt wie ein optimierter Zug ähnlicher Länge und Fahrdynamik. Die dafür entscheidenden Optimierungen (z. B. ATO GoA 2, Bremskurven, ETCS Level 3/TIMS, TCR) machen bei den im DKS geförderten Triebzügen etwa zehn Prozent der Kosten der Serienausrüstung aus, die bei einer bloßen, nicht optimierten ERTMS/ETCS-Ausrüstung erforderlich wären.

In einer klug gestalteten und eng aufeinander abgestimmten Einführung der neuen Techniken auf Fahrzeugen und Infrastruktur liegt somit eine wesentliche Chance, nicht nur wesentlich mehr Züge auf der bestehenden Infrastruktur zu fahren, sondern mitunter auch weniger zusätzliche Infrastruktur zu benötigen. Beispielsweise kann nach dem bislang gesicherten Stand der Optimierungen die mittlere Mindestzugfolgezeit auf der hochbelasteten Stuttgarter S-Bahn-Stammstrecke um rund 35 Prozent gegenüber konventioneller Technik verkürzt werden¹ – mit weiter fallender Tendenz und einer klaren, langfristigen Perspektive für rund

¹ Nachrüstung von 333 Triebzügen für den Digitalen Knoten Stuttgart. ZEVrail, 5/2022 (<https://bit.ly/3DHZl0S>), S. 179 f.

50 Prozent. Damit wäre der Weg geebnet, ohne konventionellen Infrastrukturneubau (2. Stammstrecke für die Stuttgarter S-Bahn) im Kern des S-Bahn-Systems den im Rahmen des DKS beabsichtigten 10-Minuten-Takt zu ermöglichen.²

Blockteilung

Durch die Nutzung der mit ETCS möglichen Führerraumsignalisierung, an Stelle konventioneller Licht-Haupt- und Vorsignale, können in der Infrastruktur sehr kurze Zugfolgeabschnitte („Blöcke“) gebildet und genutzt werden. Eine Reihe von Restriktionen der konventionellen Technik entfallen, darunter ortsfeste Vorsignale, feste Bremswege und Signalsicht. Auf dieser Grundlage wird der Mindestabstand der Zugfolgeabschnitte auf der S-Bahn-Stammstrecke von ca. 300 auf 30 m verkürzt, im Bereich der S21-Fernbahn von einem Kilometer auf 50 m. Teilweise sind die im Pilotvorhaben geforderten verkürzten Fahrzeugreaktionszeiten dafür Voraussetzung.³

Allein durch eine optimierte Blockteilung können beispielsweise auf der S-Bahn-Stammstrecke Mindestzugfolgezeiten um eine halbe Minute bzw. rund 20 % verkürzt werden. Durch die Ausrüstung sämtlicher Triebfahrzeuge mit ETCS kann auf eine Doppelausrüstung der Infrastruktur verzichtet werden, womit erhebliche Restriktionen für die Optimierung der Infrastruktur entfallen. ATO GoA 2 und TCR ebnen den Weg, die wenigen noch verbleibenden Restriktionen (insbesondere an elektrischen Schaltabschnittsgrenzen) perspektivisch aufzulösen und die Leistungsfähigkeit weiter zu steigern.³

In TMS/ETCS Level 3 kann die Leistungsfähigkeit gegenüber einem Level-2-System teilweise weiter erhöht werden (bis hin zum „Moving Block“). Geeignete Randbedingungen, darunter die Offenbarungszeit der Zugtrennung, sind dazu Voraussetzung.

² *Quo vadis Digitale Leit- und Sicherungstechnik?* Der Eisenbahningenieur, 11/2021 (<https://bit.ly/3tFQWUB>), S. 10.

³ *Optimierung der Blockteilung mit ETCS Level 2 im Digitalen Knoten Stuttgart.* Signal+Draht, 7+8/2021 (<https://bit.ly/3Ai0gQR>).

Vorausschauendes Fahren

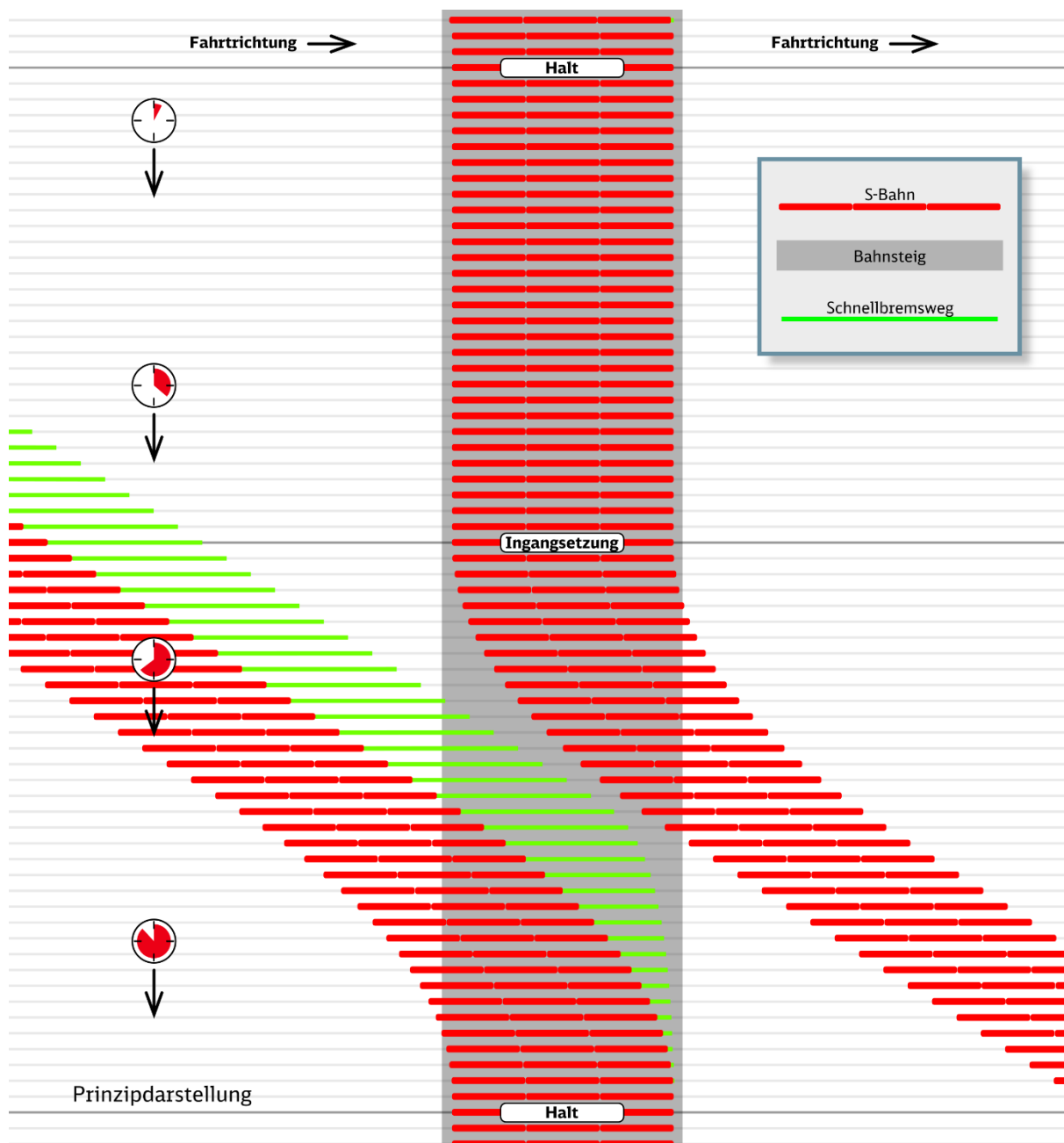


Abbildung 1: Prinzipdarstellung des vorausschauenden Fahrens an einem Beispiel: Aufbauend auf ETCS wird der nachfolgende Zug über ATO GoA 2 mit ETCS-, ATO-, und TCR-Daten mittels schnellem FRMCS über CTMS in dichtestmöglichem Abstand an einen Bahnsteig nachgeführt. Nur im Zusammenspiel von optimierter Fahrzeug- und Infrastrukturausrüstung lässt sich die vorhandene Infrastruktur bestmöglich nutzen.

Aufbauend auf ETCS ermöglichen ATO GoA 2, FRMCS und TCR vorausschauendes Fahren (Abbildung 1). In dem im Rahmen der DSD geplanten Verkehrsmanagementsystem CTMS geplante Trajektorien können damit präzise umgesetzt werden. Mit ATO GoA 2 werden dabei perspektivisch vielfach wesentlich steilere Bremskurven als im manuellen Betrieb (Sollbremskurven) erreicht. Insbesondere bei Zügen mit flacher ETCS-Sollbremskurve können damit vielfach Zugfolgezeiten unmittelbar erheblich verkürzt werden – bei

entsprechender Ausrüstung könnten damit beispielsweise zwei ICE 3 in einem rund 10 bis 15 Prozent kürzeren zeitlichen Abstand aufeinander folgen. Bei Halten kann ferner vorausschauend abgefertigt und abgefahren werden, um den Kapazitätsverbrauch in Weichenbereichen von Bahnhöfen zu minimieren. In Verbindung mit weiteren Optimierungen können Züge während ohnehin notwendiger Verkehrshalte auch schlank überholt werden.⁴ Jüngste Analysen im DKS zeigen beispielsweise, wie eine S-Bahn während eines 41-sekündigen Halts von einem 130 km/h schnellen Regionaltriebzug überholt werden kann, wobei eine Reihe weiterer Potenziale für noch schlankere Überholungen bei Fahrzeugen und Infrastruktur verbleibt – sowohl mit „digitalen“ als auch „konventionellen“ Mitteln.⁵ In ähnlicher Weise könnten beispielsweise perspektivisch langsamere Züge auch vorausschauend kurzzeitig auf das Gegengleis geführt und von einem schnellen Zug fliegend überholt werden. Insbesondere auf hochbelasteten Strecken und in Knoten sind damit Potenzialansätze für weitere Kapazitätssteigerungen erkennbar. Mit einer bloßen, nicht optimierten ETCS-Fahrzeugausrüstung können diese Effekte hingegen nicht erreicht werden. In der Konzeption und Planung des DKS wurden zahlreiche Beispiele erkannt, in denen eine unreflektierte Umsetzung von DSTW und ETCS bei Infrastruktur und Fahrzeugen ohne konsequente Optimierung für einen maximalen verkehrlichen Nutzen sogar zu Kapazitätseinbußen gegenüber konventioneller LST führt.

Bremskurven

Zur Leistungssteigerung tragen auch optimierte Bremskurven bei, darunter Bremskurven nach Baseline 3 R2, Gamma-Bremsmodelle mit Optimierungen für Triebzüge sowie die dynamische Auswahl von Gamma- und Lambda-Modell beim Aufstarten. Die bisherigen Erkenntnisse im DKS lassen je nach Fahrzeugkonfiguration verkürzte Mindestzugfolgezeiten erwarten, mit erheblichen weiterführenden Potenzialen durch weitere Optimierungen. Durch die präzise Modellierung der Bremsaufbauzeit können mit dem Gammamodell Fahrzeitverluste an Geschwindigkeitsschwellen nach unten weitgehend vermieden werden. Insbesondere bei kürzeren Zügen ist hingegen das Lambdamodell von Vorteil. Im Übrigen hängt die erreichbare Fahrwegkapazität auch maßgeblich von der Fahrdynamik (Traktion und Bremse) ab. Im Zusammenspiel mit „digitalen“ Optimierungen (Bremskurven, ATO GoA 2, TCR,

⁴ *Maximierung der Fahrwegkapazität mit Digitaler Leit- und Sicherungstechnik*. Eisenbahntechnische Rundschau 7+8/2021 (<https://bit.ly/3eYOapT>), S. 20.

⁵ *Optimierung von Überholvorgängen mit digitaler Leit- und Sicherungstechnik*. Bachelorarbeit Mai 2022 (<https://bit.ly/3BbuPJR>).

Laufzeiten) können beispielsweise zwei spurtstarke Regionaltriebzüge im DKS auf Zulaufstrecken vielfach Mindestzugfolgezeiten von einer einzigen Minute realisieren – in vielen Fällen mehr als eine Halbierung gegenüber konventioneller LST und nicht optimierten Fahrzeugen.

Weitere wesentliche Effekte

Durch die präzise, lückenlose Überwachung durch ETCS können Durchrutschwege gegenüber konventioneller Technik erheblich verkürzt werden. Durch Verkürzungen von bislang teils über 300 Metern (konventionelle LST) auf rund 70 Meter (ETCS L2oS) entstehen beispielsweise in Stuttgart Hauptbahnhof und -Bad Cannstatt zusätzliche Parallelfahrmöglichkeiten bei Ein- und Ausfahrt, die kapazitätssteigernd wirken.

Die mit ETCS mögliche metergenaue Geschwindigkeitssignalisierung in 5-km/h-Schritten ermöglicht, abschnittsweise schneller als konventionell zu fahren. Dieser Effekt wird durch Gamma-Bremsmodelle und ATO GoA 2 noch verstärkt.

Die CMD-Ausrüstung ermöglicht teilweise schnelleres bzw. restriktionsfreies Aufstarten, beispielsweise nach Nachtabstellungen. Anforderungen an Prozesszeiten (z. B. Aufstarten) führen ebenfalls zu verkürzten Systemzeiten.

Mit FRMCS wird die bislang unterstellte Übertragungszeit des Datenfunks von 1,8 s auf rund 0,1 s verkürzt, mit daraus folgender nochmaliger Verkürzung der Mindestzugfolgezeiten. Im Level-3-Betrieb wird dieser Effekt durch entsprechend frühere Gleisfreimeldung verstärkt.

Die grundlegend veränderten Rahmenbedingungen bieten Ansatzpunkte, Pufferzeiten und Reserven zu verändern und könnten somit zu weiteren Kapazitätseffekten führen.

Schlankere und schneller umsetzbare LST-Infrastruktur

Bereits die einfache Ausrüstung sämtlicher in einem Bereich verkehrender Triebfahrzeuge mit ETCS ermöglicht zunächst, auf eine Doppel- bzw. Dreifachausrüstung der Infrastruktur mit PZB/LZB zu verzichten. Durch den Entfall konventioneller Signale – einschließlich zugehöriger Kabel, PZB-Magnete und Projektierung – kann die LST-Infrastruktur nicht nur einfacher, sondern auch wesentlich schneller und kostengünstiger geplant und umgesetzt werden. Durch den Verzicht auf die Doppelausrüstung entfallen beispielsweise im 2 km langen neuen Hauptbahnhof Stuttgart 22 Licht-Hauptsignale, 16 Licht-Zugdeckungssignale, ein Vorsignalwiederholer, 98 PZB-Magnete, knapp 80 Zusatzanzeiger, 20

Geschwindigkeitssignale sowie die zugehörige Verkabelung, Planung und Projektierung.⁶ Dies entspricht vermiedenen Investitionen von rund zehn Millionen Euro.⁷ In dem rein mit ETCS ausgerüsteten Kernbereich des DKS wurde durch den Verzicht auf eine Doppelausrüstung ein mittlerer zweistelliger Millionen-Euro-Betrag eingespart.⁸

Für die bauzeitlich in Teilbereichen unumgängliche Doppelausrüstung (ETCS + Ks/PZB) sind beispielsweise allein in dem rund 200 Stelleinheiten umfassenden Stellbereich mit dem achtgleisigen Bahnhof Stuttgart-Bad Cannstatt 44 Haupt- bzw. Mehrabschnittssignale, 113 Zusatzsignale, 9 km zusätzliche Kabeltrassen, 233 km zusätzliche Kabel sowie ein zusätzlicher Gleisfeldkonzentrator notwendig. Allein der materielle Mehraufwand beträgt rund 10 Millionen Euro,⁹ für den nachträglichen Umbau auf L2oS sind weitere 8 Millionen Euro anzusetzen. Könnte der Bahnhof gleich in L2oS ausgerüstet werden, würden nicht nur fast 200 Lichtsignale entfallen, sondern wäre auch nur ein Drittel des Verkabelungsaufwandes erforderlich.

Bei der laufenden Ausrüstung des vorübergehend doppelt auszurüstenden DKS-Bereichs mehren sich dabei Erfahrungen, wie die Doppelausrüstung nicht nur einen wesentlich größeren materiellen, sondern einen wesentlich größeren organisatorischen und zeitlichen Aufwand nach sich zieht. Insbesondere die Arbeiten an Kabeln und Kabelführungssystemen erfordern zahlreiche Sperrpausen, die nicht nur mit einem erheblichen Planungs- und Koordinationsaufwand, sondern insbesondere mit empfindlichen verkehrlichen Einschränkungen verbunden sind. Durch den Verzicht auf eine Doppelausrüstung werden auch Instandhaltungskosten vermieden.

Den weitreichenden Einsparungen und Vereinfachungen wirkt gleichwohl – für den gesamten Kernbereich des Knotens – ein Mehraufwand für das zum ETCS-Betrieb „ohne Signale“ besonders robust auszulegende Funknetz entgegen. Insbesondere für zusätzliche, in verdichteten Abständen aufzustellende Basisstationen (BTS) fallen Mehraufwendungen von

⁶ *ETCS in großen Bahnhöfen am Beispiel des Stuttgarter Hauptbahnhofs*. Signal+Draht 4/2021 (<https://bit.ly/3fiozoJ>).

⁷ Abschätzung gemäß Kostenkennwertekatalog. Eine Variante mit Digitalem Stellwerk und konventionellen Signalen wurde nicht ausgeplant.

⁸ Eine derartige Variante (DSTW + Doppelausrüstung) wurde für den Kernbereich des DKS nicht ausgeplant, auch die sich aus der Doppelausrüstung ergebenden wechselseitigen Beeinflussungen nicht im Detail betrachtet, sodass die Kosteneffekte nur relativ grob abgeschätzt werden können.

⁹ Gemäß Kostenkennwertekatalog, ohne Planungskosten, Risikoaufschlag u. a.

wenigen Millionen Euro an. Weitere Mehraufwendungen für die Pilotierung von ETCS Level 2 “ohne Signale” in deutschen Knoten werden in Folgeprojekten so nicht mehr anfallen.

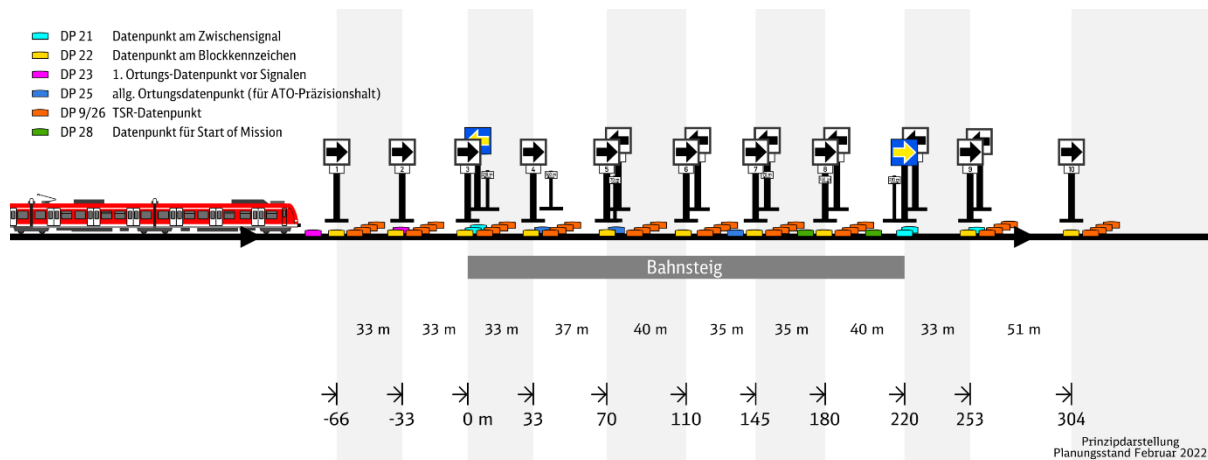


Abbildung 2: Prinzipdarstellung eines „Balisenteppichs“ an einem Bahnsteig der S-Bahn-Stammstrecke in Stuttgart (Arbeitsstand Februar 2022)

Eine Fahrzeugausrüstung gemäß der vorliegenden Förderrichtlinie ebnet ferner den Weg für weitere wesentliche Vereinfachungen. So würde eine weitgehende Ausrüstung von Fahrzeugen mit Cold Movement Detection (CMD) sowie einer erhöhten Verfügbarkeit die Wahrscheinlichkeit von Fahrten in der ETCS-Betriebsart SR (u. a. beim Aufstarten) erheblich reduzieren und somit den Weg ebnet, insbesondere in Bahnhofsbereichen perspektivisch auf zahlreiche bislang erforderliche Balisen zu verzichten (Abbildung 2).¹⁰ Beispielsweise könnten in den Stationsbereichen der S-Bahn-Stammstrecke damit voraussichtlich mehr als die Hälfte der bislang erforderlichen Balisen entfallen, in Verbindung mit weiteren Optimierungen (Entfall Haltfallbewertung¹¹, präzise Odometrie) etwa zwei Drittel. Noch weitergehende Einsparungen werden durch die weitgehende Umsetzung von TIMS/Level 3 erwartet, indem zumindest auf einen Teil der konventionellen Gleisfreimeldung sowie Tafeln (und ggf. vorhandene Balisen) verzichtet werden kann. Die in der Fahrzeugnachrüstung bereits berücksichtigten Techniken werden im Rahmen des DKS-Bausteins 3 bei der Infrastruktur pilotiert.

Durch die im Rahmen der Förderbedingungen bereits berücksichtigte Hochrüstung zur kommenden ETCS-Spezifikation (Baseline 4 als Teil der TSI ZZS 2022) wird in Bereichen, in denen regelmäßig rangiert wird, ferner der Spielraum geweitet, zukünftig auch in über die Bausteine 1 und 2 hinausgehenden Anwendungsfällen auf konventionelle Signale zum

¹⁰ Durch eine weitestgehende Ausrüstung von Fahrzeugen mit Cold Movement Detection und weiteren Optimierungen können perspektivisch insbesondere die heute in Bahnhöfen zahlreich erforderlichen Datenpunkte für „Start of Mission“ und „Temporary Speed Restriction“ entfallen.

¹¹ Innovationskooperation zur LST-Infrastruktur im Digitalen Knoten Stuttgart. Signal+Draht 7+8/2022 (<https://bit.ly/3PR8NRF>), S. 45.

Rangieren zu verzichten (neue Betriebsart SM). Durch die sichere Erkennung der vor einem rangierenden Triebfahrzeug liegenden Länge (per TIMS) wird dieser Spielraum weiter vergrößert.

Funk

Die Ausrüstung des Funknetzes mit dem erweiterten GSM-R-Frequenzband, GPRS und FRMCS schafft weitreichende Spielräume für die Funknetzplanung und ebnet den Weg, funkbasiertes ETCS (Level 2 und 3) auch in hochbelasteten Knoten zu betreiben.

Eine möglichst zügige und möglichst vollständige Ausrüstung der in einem Bereich verkehrenden Triebfahrzeuge mit FRMCS ermöglicht eine zügige Migration auf das GSM-R-Nachfolgesystem und vermeidet einen langwierigen Parallelbetrieb einer GSM-R- und FRMCS-Infrastruktur, wie er bei einem lediglich auf die Mindestanforderungen der TSI gestützten Migration erfolgen müsste. Je schneller die FRMCS-Migration erfolgt, desto eher können zusätzliche Investitionen in das bereits von der Industrie zum Jahr 2035 abgekündigte GSM-R-Netz (u. a. für ETCS) vermieden werden, beispielsweise zusätzliche BTS-Standorte für den ETCS-Level-2-Betrieb. Bereits im Rahmen des DKS-Bausteins 3 könnte der Ausrüstungsaufwand damit reduziert werden. Im Übrigen können Bereiche, die noch nicht mit GSM-R versorgt sind, bei einer vorhandenen Ausrüstung einfacher direkt auf FRMCS migriert werden. Nicht zuletzt kann die Ausrüstung von nichtbundeseigener Eisenbahnen, beispielsweise im Zusammenhang mit dem Baustein 3, voraussichtlich wesentlich vereinfacht werden und somit schädliche Systemgrenzen vermieden werden.

Die Ausrüstung mit GPRS und dem erweiterten Frequenzband, mit denen ETCS Level 2 über GSM-R auch in großen Knoten betrieben werden kann, kann nach den bisherigen Erfahrungen im DKS ohne Mehrkosten erfolgen.

Robustere Infrastruktur

Durch den Verzicht auf eine Doppelausrüstung entfällt auch eine Reihe von Störquellen. Im reinen ETCS-Betrieb kann eine nahezu durchgehende Redundanz gewährleistet werden (beispielsweise durch gedoppelte Antennen, BTS, DMIs). Durch Hybrid Level 3 wird diese Redundanz de facto auch auf weite Teile der Gleisfreimeldung ausgeweitet. Durch die Vorgabe der Förderrichtlinie, ein vom EIU bereitgestelltes Online-KMC zu nutzen, wird eine automatisierte Schlüsselverteilung ermöglicht, somit in der Folge Fehler beim manuellen

Einspielen der Schlüssel und daraus folgende Betriebsbehinderungen vermieden, wie sie im Betrieb der ETCS-Strecken auf der VDE 8 bereits beobachtet wurden.

Die dem vorausschauenden Fahren zu Grunde liegenden Techniken führen nicht nur zu einer leistungsfähigeren, sondern auch zu einem robusteren Bahnsystem. Durch die zahlreichen, u. a. über ETCS, ATO und TCR bereitgestellten Daten, aber auch durch die unmittelbare Umsetzung von Optimierungen mittels ATO kann perspektivisch wesentlich schneller und flexibler auf Störungen reagiert werden. Abweichungen von geplanten Trajektorien – beispielsweise aufgrund von Personen im Gleis oder Traktionsstörungen – werden gemeldet oder anhand weiterer Daten erkannt, sodass nachfolgende Züge unmittelbar ohne weiteres Zutun umgelenkt werden können. Die zahlreichen Daten sowie die direkte Steuerung lassen auch eine schnellere und bessere Bewältigung von Großstörungen erwarten: Während beispielsweise am 23. März 2022 in Folge eines vorübergehenden Energiemangels zahlreiche Güterzüge angehalten werden mussten, hätte mit den genannten Techniken schlicht das übergeordnete Optimierungsziel des CTMS auf einen möglichst energiesparenden Betrieb geändert und empfindliche verkehrliche Einschränkungen damit vermieden werden können.

Erkenntnisse im DKS zeigen, wie bei teils nur noch einer Minute kurzen Zugfolgen moderner, besonders leistungsstarker Züge auch Oberleitungen und Bahnenergieversorgung in dicht befahrenen Bereichen stark belastet werden. Durch eine vorausschauende, präzise Planung von Trajektorien, die auch eine Projektion der Leistungsaufnahme miteinschließt, können Lastspitzen und Überbelastungen zukünftig vermieden werden. Daten aus ETCS, ATO GoA 2 und TCR liefern dafür notwendige Grundlagen.

Gute Gründe für eine Bundesförderung

Grenzen des Netzzugangsrechts

Die landläufige Sicht, wonach der Staat im Wesentlichen die LST-Infrastruktur und EVU die dafür notwendige Ausrüstung ihrer Fahrzeuge finanzieren, stößt angesichts der auch im DKS gesammelten Erkenntnisse an deutliche Grenzen. Dies geht weit über die hinlänglich bekannte Verlagerung von LST-Ausrüstung von der (wesentlich einfacheren) Infrastruktur in (wesentlich komplexere) Fahrzeuge hinaus: Die bisherigen Erfahrungen aus der Planung und Umsetzung des DKS zeigen klar, dass eine klug gestaltete DSD-Fahrzeugausrüstung inkl. ETCS und ATO nicht vollumfänglich über den Netzzugang (NBN, TNB) erzwungen werden

kann. Während insbesondere sicherheitlich begründete Anforderungen (wie ETCS oder FRMCS) über die Netzzugangsregeln gesetzt werden können, hatten beispielsweise bereits verschiedene Anläufe, die leistungssteigernd wirkende LZB (statt PZB) auf hochbelasteten Achsen wie Karlsruhe—Basel zu einem Netzzugangskriterium zu machen, keinen rechtlichen Bestand. Es ist noch weniger erkennbar, wie nicht sicherheitsrelevante Funktionen und Optimierungen an der Fahrzeugausrüstung, deren großer verkehrlicher Nutzen sich insbesondere auch in einer wesentlich einfacheren, leistungsfähigeren und gleichzeitig robusteren Infrastruktur niederschlägt, darüber gefordert werden können. Eine über den Netzzugang erzwungene bloße ETCS-Ausrüstung würde hingegen zu einer wesentlich weniger leistungsfähigen, komplexeren und weniger robusten Infrastruktur führen. Der mit der Digitalisierung einhergehend erwartete verkehrliche Nutzen wäre nicht erreichbar.

Anreizwirkungen und notwendiger Ausgleich

Die im Auftrag des Bundes gefertigte und 2018 vorgelegte *Machbarkeitsstudie zum Rollout von ETCS/DSTW* zeigte bereits, wie eine zügige Ausrüstung des gesamten bundeseigenen Netzes mit DSTW und ETCS Level 2 (ohne Doppelausrüstung) wesentlich wirtschaftlicher ist als eine an Mindestanforderungen ausgerichtete Einführung von DSTW und ETCS (soweit unumgänglich und mit Doppelausrüstung). Ein Interessensausgleich durch eine teilweise Förderung der Fahrzeugausrüstung war dabei ein Element des beschleunigten Rollout-Szenarios.

Die bisherigen Erkenntnisse im DKS erhärten diese Erkenntnisse unübersehbar und ergänzen sie um weitere Aspekte: Auf der Grundlage der ETCS-Ausrüstung sämtlicher Triebfahrzeuge kann die Infrastruktur, wie 2018 erwartet, wesentlich einfacher und kostengünstiger mit Digitalen Stellwerken und ETCS ausgerüstet werden, als dies bei einer Doppelausrüstung mit ETCS und konventionellen Signalen/PZB möglich wäre. Die bisherigen Praxiserfahrungen im DKS lassen dabei einen eher größeren relativen Mehraufwand für die Doppelausrüstung erwarten als 2018 kalkuliert.

Bei den bisherigen Fahrzeugausrüstungen für den DKS entfallen rund 90 Prozent der Ausrüstungskosten in der Serie auf die bloße, aufwendige Nachrüstung mit ETCS und GSM-R, wie sie voraussichtlich auch im Rahmen von Netzzugangsbedingungen gefordert werden könnte. Für sämtliche darauf aufbauenden Optimierungen fallen in Summe hingegen nur etwa 10 Prozent an – sie stiften jedoch einen großen Teil des mit Digitalisierung gegenüber konventioneller Technik erreichbaren zusätzlichen Nutzens. Elemente wie ATO GoA 2,

optimierte Bremskurven, ETCS Level 3/TIMS und Cold Movement Detection sorgen im Gesamtsystem Bahn nicht nur für mehr Fahrwegkapazität, sondern ebnen auch den Weg, die LST-Infrastruktur zukünftig weiter zu vereinfachen, sie damit schneller einführen zu können und gleichzeitig robuster zu gestalten.

Die im Zusammenspiel von optimierter Fahrzeug- und Infrastrukturausrüstung erreichbaren Effekten dienen dabei auch weiteren Akteuren: So können Aufgabenträger und EVU beispielsweise von einem energiesparenderen, flüssigeren und verschleißärmeren Betrieb vielfach ebenso profitieren wie von zusätzlichen Trassen und flexibleren Fahrlagen. Dem Infrastrukturbetreiber nützt beispielsweise mehr (vermarktbar) Fahrwegkapazität, geringere Instandhaltungsaufwendungen, eine schnellere Störfallbewältigung oder auch ein verminderter Verschleiß (z. B. durch vermiedene Bremsungen).

Natürlich gilt es dabei auch, den ausgesprochen heterogenen Rahmenbedingungen der verschiedensten Fahrzeuge und Beteiligten Rechnung zu tragen: Regionaltriebzüge eines Aufgabenträgers, der eine große Neufahrzeugflotte effizient ab Werk für die DSD ausrüsten und in einer digital durchoptimierten Hochleistungsinfrastruktur effizient fahren lässt, werden beispielsweise anders zu behandeln sein als ein einzelnes historisches Fahrzeug eines Vereins, für den bereits eine einfache ETCS-Nachrüstung eine kaum überwindbare wirtschaftliche Hürde ohne Mehrwert darstellt. Auch für viele Eisenbahnverkehrsunternehmen im Güterverkehr wären schon die Aufwendungen einer einfachen ETCS-Fahrzeugausrüstung existenzbedrohend, müssten sie sie allein tragen.

Da die Fahrzeugausrüstung vor der Infrastrukturausrüstung erfolgen muss, fallen in jedem Fall bei den EVU zunächst erhebliche Kosten an, während sich der daraus ergebende wirtschaftliche Nutzen erst über einen längeren Zeitraum einstellt. Eine gezielte Förderung kann somit auch als wesentliches unmittelbar wirkendes Finanzierungselement dienen. Weitere begleitende Elemente könnten beispielsweise auch eine anreizorientierte und am „digitalen“ Kapazitätsverbrauch ausgerichtete Weiterentwicklung des Trassenpreissystems oder staatliche Finanzierungsmodelle sein.

Eine Förderung ist im Übrigen auch unabdingbar, um eine zentrale Koordination der Umrüstungen zu ermöglichen, damit diese möglichst effizient und sparsam durchgeführt werden können und ohnehin knappe Planungs- und Umsetzungskapazitäten nicht noch weiter

belastet werden. Nicht zuletzt können die mit der pilothaften Förderung verknüpften klaren Anforderungen an die Offenlegung von Daten und Schnittstellen auch zu mehr Transparenz führen und einen fundierten Diskurs in der Sache überhaupt erst ermöglichen – beispielsweise zu den Chancen und Knackpunkten von ETCS-Bremskurven, die für die mit ETCS erreichbare Fahrwegkapazität von wesentlicher Bedeutung sind, bislang aber nicht offengelegt werden (müssen).

Eine klug gestaltete Förderung – mit klaren Fördervoraussetzungen und Lastenheftvorgaben – kann in diesem Spannungsfeld den notwendigen Interessenausgleich schaffen, um unter dem Gesichtspunkt des Gesamtsystems Bahn zu einer bestmöglichen, gleichermaßen effizienten und effektiven Lösung zu kommen. Davon profitiert auch der Bund in vielfältiger Weise: beispielsweise von einer deutlich schnelleren, einfacheren und kostengünstigeren Modernisierung der Leit- und Sicherungstechnik, aber auch vielfältigen Chancen, dringend notwendige Kapazitätssteigerungen (auch in hochbelasteten Knoten) einfacher und schneller zu erreichen als mit einem rein konventionellen Infrastrukturneu- und -ausbau.

Kapitel 8: Überarbeitung der DKS-Förderrichtlinie

Modellvorhaben zur Förderung der Schienenfahrzeugausrüstung mit ERTMS und ATO im Projekt „Digitaler Knoten Stuttgart“

Richtlinie des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur 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“

Präambel

Die deutsche Schieneninfrastruktur ist teils veraltet und stark überlastet. Dies verursacht Rückstaueffekte, die sich nicht nur auf das deutsche Netz auswirken, sondern, weil Deutschland ein Transitland ist, auch auf den europäischen Schienenpersonen- und Güterverkehr.

Um Abhilfe zu schaffen, um mehr Verkehr von der Straße auf die Schiene zu verlagern und so den klimafreundlicheren Verkehrsträger Schiene zu stärken, stellt der Bund in den nächsten Jahren erhebliche Finanzmittel für ein ganzes Bündel von Maßnahmen zur Verbesserung der Schieneninfrastruktur zur Verfügung. Eine dieser Maßnahmen ist die modellhafte Förderung der Ausrüstung von Bestandsfahrzeugen mit ERTMS im Rahmen des Pilotprojekts Metropolregion Stuttgart (S-Bahn-Stammstrecke und Umland). Durch die simultane ERTMS-Ausrüstung von Fahrzeugen und Infrastruktur soll der „Digitale Knoten Stuttgart“ realisiert werden. ERTMS wird zur Umsetzung der Verordnung Nr. 1315/2013 der Europäischen Union zukünftig grundlegende Voraussetzung für die Nutzung der Infrastruktur in Deutschland sein. Der „Digitale Knoten Stuttgart“ ist Bestandteil des Starterpakets zur Digitalen Schiene Deutschland, mit der auch die EU-Anforderungen umgesetzt werden sollen.

Die Zugsteuerung über ERTMS setzt die digitale Kommunikation zwischen Infrastruktur und Schienenfahrzeug voraus, so dass beide koordiniert ausgerüstet werden müssen. Ziel des Modellvorhabens ist - mit der anteiligen Förderung einer **in Deutschland erstmaligen** Ausrüstung der **FBestandsfahrzeuge** mit **DSD-Fahrzeugausrüstung inkl. ERTMS und ATO GoA 2** im Zusammenhang mit der korrespondierenden Fahrwegausrüstung - Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können, frühzeitig zu identifizieren und lösen zu können **und Kostensätze für eine bundesweite DSD-Fahrzeugausrüstung zu ermitteln**. Der "Digitale Knoten Stuttgart" DKS ist eine Erstanwendung mit zahlreichen Neuentwicklungen (z.B. ETCS mit HLB, ATO, Zugintegrität, standardisierte Schnittstellen, usw.) Dadurch soll der aufwendige Parallelbetrieb mehrerer Systeme zur Zugsteuerung fahrzeug- und streckenseitig auf ein Minimum beschränkt bzw. vermieden und damit Infrastrukturkosten gesenkt werden.

Die Effizienz der vorhandenen Infrastruktur - z. B. im Hinblick auf eine höhere Zuverlässigkeit oder eine engere Zugfolge - lässt sich mit Hilfe des automatisierten Bahnbetriebs (ATO – *automatic train operation*) weiter steigern. Das Fahren mit ATO gewährleistet, dass der zukünftige Anstieg der Fahrgastzahlen im klimafreundlichen Schienenpersonennahverkehr bedient werden kann. Die ATO-Schienenfahrzeugausrüstung schafft ferner die Voraussetzung für die spätere Einführung eines deutschlandweiten Traffic Management Systems (TMS). Daher soll im Rahmen des Modellvorhabens auch die ATO-Ausrüstung eines Schienenfahrzeugs gefördert werden, sofern diese zusammen mit

einer im Modellvorhaben geförderten ERTMS-Ausrüstung durchgeführt und die Infrastruktur für ATO ausgerüstet **wird**. Dabei muss die Ausprägung „ATO over ETCS“ eingehalten und die ATO konform zu den EU-Vorgaben ausgeführt werden.

1. Zuwendungszweck, Rechtsgrundlage

(1) Mit der Förderung wird ein wesentlicher Anreiz gegeben, Schienenfahrzeuge, die im „Digitalen Knoten Stuttgart“ eingesetzt werden, mit ERTMS/ETCS auszurüsten. Daneben wird eine ~~ATO~~-Ausrüstung gefördert, **die dem betrieblich-technischen Zielbild des Rollouts der „Digitalen Schiene Deutschland“ entspricht (sog. DSD-Fahrzeugausrüstung). wenn auf einer Infrastruktur betriebliche Leistungen erzielt werden sollen, die eine zusätzliche ATO-Ausrüstung notwendig machen.** Der „Digitale Knoten Stuttgart“ umfasst räumlich und infrastrukturseitig das Gebiet gemäß Anhang 1.

(2) Mit dem Modellvorhaben sind die folgenden Förderziele verbunden:

- **Die DSD-Fahrzeugausrüstung von Fahrzeugen des Schienenpersonenfernverkehrs, des Schienenpersonennahverkehrs und des Schienengüterverkehrs sowie Neben- bzw. Instandhaltungsfahrzeuge und Museums- und Touristikfahrzeuge gemäß dem betrieblich-technischen Zielbild des Rollouts der „Digitalen Schiene Deutschland“**
- Frühzeitige Identifikation und Lösung von Problemstellungen, die bei der Ausrüstung von Schienenfahrzeugen im Zuge der weiteren Digitalisierung der Schiene entstehen können.
- Ermittlung der Potentiale und möglicher Kapazitätssteigerungen einer räumlich und zeitlich koordinierten Einführung von ERTMS **parallel (fFahrzeug- und iInfrastrukturseitig)** im Hinblick auf eine Netzbezirk basierte Umsetzungsstrategie für die Digitale Schiene Deutschland.
- Entwicklung TSI-konformer deutschlandweiter ERTMS-Standards bei Fahrzeugausstattung und Schnittstellen.
- Fahrzeughalterübergreifende Nutzbarmachung der im Zuge der First-of-Class-Umrüstung gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Serienumrüstung.
Das Modellvorhaben zielt somit auf die Gewinnung und Nutzbarmachung wichtiger Erfahrungen und Erkenntnisse sowie die Vorbereitung bundesweiter Standardisierungen für eine ~~i~~Infrastruktur- und ~~f~~Fahrzeugseitig koordinierte ERTMS-/ATO-Ausrüstung, die für die Umsetzung des Gesamtkonzepts "Digitale Schiene Deutschlands" benötigt werden. Die Zielerreichung wird im Zuge der Evaluierung des Modellvorhabens dokumentiert.

(3) Der Bund gewährt im Rahmen des Modellvorhabens nach Maßgabe der §§ 23 und 44 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) sowie den dazu erlassenen Allgemeinen Verwaltungsvorschriften eine jeweils einmalige Zuwendung an Zuwendungsempfänger, die ihre Schienenfahrzeuge für die Nutzung im „Digitalen Knoten Stuttgart“ auf den Stand gemäß **dem Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung** (Anhang 2) ausrüsten.

(4) Ein Anspruch des Antragstellers auf Gewährung der Zuwendung besteht nicht. Die Bewilligungsbehörde entscheidet aufgrund ihres pflichtgemäßen Ermessens im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel. **Dabei wird von einem Fördervolumen von höchstens 200 Mio-€ über die Laufzeit des Modellvorhabens ausgegangen.**

(5) Beihilferechtliche Grundlage für diese Förderrichtlinie ist Artikel 93 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV) in Verbindung mit Kapitel 6 der von der Europäischen Kommission erlassenen Gemeinschaftlichen Leitlinien für staatliche Beihilfen an Eisenbahnunter-

nehmen (Eisenbahnleitlinien; Mitteilung der Kommission - Gemeinschaftlichen Leitlinien für staatliche Beihilfen an Eisenbahnunternehmen, 2008/C 184/07). Diese Richtlinie wird gemäß Art. 108 Abs. 3 AEUV der Europäischen Kommission notifiziert.

2. Gegenstand der Förderung

(1) Gefördert werden Fahrzeuge des Schienenpersonenfernverkehrs, des Schienenpersonennahverkehrs und des Schienengüterverkehrs sowie Neben- bzw. Instandhaltungsfahrzeuge und Museums- und Touristikfahrzeuge, die im „Digitalen Knoten Stuttgart“ eingesetzt werden („Bestandsfahrzeuge“). Förderfähige Instandhaltungsfahrzeuge sind in Anhang 3 „Baureihen Instandhaltungsfahrzeuge“ aufgelistet. Nach dem Zeitpunkt der Bekanntmachung der Richtlinie öffentlich zur Bestellung ausgeschriebene oder nach dem 31.12.2027~~24~~ verbindlich bestellte Fahrzeuge des Schienenpersonenfernverkehrs, des Schienenpersonennahverkehrs und des Schienengüterverkehrs sowie Neben- bzw. Instandhaltungsfahrzeuge, Triebfahrzeuge, Steuerwagen und Instandhaltungsfahrzeuge werden im Rahmen des Modellvorhabens nicht gefördert. Als „verbindlich bestellt“ gilt ein Fahrzeug, wenn der Bestellungsvertrag von beiden Vertragsparteien bedingungslos unterzeichnet worden ist. Zudem wird unter „verbindlich bestellt“ auch der Zeitpunkt der Veröffentlichung der Vergabeentscheidung verstanden, wenn diese im Rahmen eines Klageverfahrens durch eine vergaberechtliche Urteilsverkündung bestätigt wird und die Genehmigung des vorzeitigen Baubeginns den Zeitpunkt der Urteilsverkündung umfasst.

(2) Die Förderung unterscheidet zwischen

a) einer „First-of-Class“ (FoC)-Projektierung und -Ausrüstung des ersten Fahrzeugs (gegebenenfalls inklusive weiterer Prototyp-Fahrzeuge z. B. für die Zulassung von Mehrfachtraktoren usw.) innerhalb einer Baureihe, die auch die für die FoC-Projektierung erforderlichen Tests und Genehmigungen/Zulassungen einschließt, soweit für diese Baureihe nicht bereits eine FoC-Projektierung und -Ausrüstung genehmigt wurde. Informationen hierzu finden sich auf der Homepage des Eisenbahn-Bundesamtes unter www.eba.bund.de/dks

und

b) der „Serien“- bzw. Typenausrüstung von Fahrzeugen innerhalb einer bereits nach lit. a) projektierten Baureihe.

(3) Die Fördergegenstände für die FoC- sowie die Serien-Ausrüstung ergeben sich abschließend aus Anhang 4 „Förderfähige Tatbestände“.

(4) Fahrzeuge des Schienengüterverkehrs werden nur dann gefördert, wenn die DSD-Fahrzeugausrüstung von einem zentralen Koordinator zentral gesteuert wird.

3. Zuwendungsempfänger

(1) Zuwendungsempfänger sind nur natürliche oder juristische Personen, die als Eigentümer oder als Halter in einem Nationalen Fahrzeugeinstellungsregister im Sinne von Art. 33 der „Richtlinie 57/2008 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Gemeinschaft“ bzw. im Sinne von Art. 47 der „Richtlinie 797/2016 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union“ eingetragen sind und deren Schienenfahrzeug im „Digitalen Knoten Stuttgart“ eingesetzt wird.

(2) Nicht zuwendungsberechtigt sind Unternehmen, über deren Vermögen ein Insolvenz- oder vergleichbares Verfahren beantragt oder eröffnet worden ist oder gegen die eine Zwangsvollstreckung eingeleitet oder betrieben wird. Dasselbe gilt für Unternehmen, und sofern das Unternehmen eine juristische Person ist, für den Inhaber der juristischen Person, wenn diese zur Abnahme der Vermögensauskunft nach § 807 Zivilprozessordnung oder § 284 der Abgabenordnung verpflichtet ist oder diese Abnahme erfolgt ist.

(3) Eine Förderung wird nicht gewährt, wenn der Antragsteller ein Unternehmen ist, das einer Rückforderungsanordnung aufgrund eines früheren Beschlusses der Europäischen Kommission zur Feststellung der Unzulässigkeit einer von demselben Mitgliedstaat gewährten Beihilfe und ihrer Unvereinbarkeit mit dem Binnenmarkt nicht nachgekommen ist. Gleiches gilt für Unternehmen in Schwierigkeiten.

4. Zuwendungsvoraussetzungen

(1) Die Zuwendung setzt voraus, dass die geförderte Maßnahme den Anforderungen **gemäß dem Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung des** (Anhang 2) entspricht.

(2) Die Zuwendung setzt weiter voraus, dass

- a) dem Zuwendungsgeber nach einer FoC-Ausrüstung jeweils eine vollständige Dokumentation des FoC-Prozesses zur Verfügung gestellt wird, einschließlich einer funktionalen Leistungsbeschreibung der wesentlichen Herausforderungen des Fahrzeugumbaus für die Integration des geförderten Systems, deren Bewältigung sowie der Schnittstellen zwischen der on-Board-Unit und den Fahrzeugen;
- b) dem Zuwendungsgeber an der Dokumentation nach Nr. 4 (2) a) von dem Berechtigten ein nicht-ausschließliches, räumlich auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland beschränktes, zeitlich unbeschränktes, frei übertragbares und unterlizenzierbares Nutzungsrecht zu dem Zweck weiterer Fahrzeugausrüstungen auf Basis etwaiger Folge-Richtlinien eingeräumt wird, so dass der Zuwendungsgeber die Dokumentation Dritten zur Nutzung zur Verfügung stellen darf, damit diese auf deren Grundlage vergleichbare Umbaukonzepte entwickeln und Umbauten vornehmen können.

und

- c) der Antragsteller für das antragsgegenständliche Schienenfahrzeug

aa) im Regional- bzw. im S-Bahnverkehr im Schienengüterverkehr dokumentiert, dass es auf den Schienenwegen der Eisenbahninfrastrukturunternehmen des Bundes im „Digitalen Knoten Stuttgart“ einschließlich Umland entsprechend Streckendefinition „Baustein 3“ des Digitalen Knotens gemäß Anhang 1 eine Laufleistung von über 50.000 km 5.000 km innerhalb der fünf folgenden Kalenderjahre nach der **Inbetriebnahmegenehmigung GIF (Genehmigung für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen)** für die ERTMS-Ausrüstung fahren und sich im Einsatz befinden wird (Erwartungswert);

bb) im Personenfernverkehr dokumentiert, dass es sich im Einsatz befindet und den Hauptbahnhof Stuttgart im „Digitalen Knoten Stuttgart“ innerhalb der fünf folgenden Kalenderjahre nach der **GIF (Genehmigung für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen) Inbetriebnahmegenehmigung** für die ERTMS-Ausrüstung mindestens 250-mal anfährt (Erwartungswert).

cc) im Schienengüterverkehr dokumentiert, dass es auf den Schienenwegen der Eisenbahninfrastrukturunternehmen des Bundes im „Digitalen Knoten Stuttgart“ einschließlich Umland entsprechend Streckendefinition „Baustein 3“ des Digitalen Knotens gemäß Anhang 1 eine Laufleistung von über 5.000 km innerhalb der fünf folgenden Kalenderjahre nach der GIF (Genehmigung für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen) für die ERTMS-Ausrüstung fahren und sich im Einsatz befinden wird (Erwartungswert).

(3) Die Zuwendung bei einer DSD-Fahrzeugausrüstung mit ATO entsprechend dem betrieblich-technischen Zielbild des Rollouts der „Digitalen Schiene Deutschland“ setzt zusätzlich zu dem Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung gemäß Anlage 2 und Absatz 2 voraus, dass a) das antragsgegenständliche Fahrzeug auch mit ERTMS/ETCS im Rahmen des Modellvorhabens ausgerüstet wird. ~~und~~

~~b) der Antragsteller dokumentiert, dass die Ausrüstung des antragsgegenständlichen Fahrzeugs mit ATO zusammen mit ERTMS Voraussetzung für das Befahren des „Digitalen Knotens Stuttgart“ gemäß dem ERTMS-/ATO-Rollout-Plan der DB Netz AG ist.~~

(4) Der Zuwendungsempfänger ist bei Veräußerung oder bei Überlassung eines Fahrzeugs verpflichtet, sicherzustellen, dass die Verpflichtungen, die sich aus dem Förderbescheid ergeben, eingehalten werden.

5. Art, Umfang und Höhe der Zuwendung

(1) Die Zuwendung erfolgt als Projektförderung im Wege der Anteilfinanzierung in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Bundeshaushaltsmittel. Sie wird als nichtrückzahlbarer Zuschuss gewährt.

(2) Die Höhe der Zuwendung hängt vom Gegenstand der Förderung ab:

a) First-of-Class (FoC):

Die Höhe der Zuwendung ist grundsätzlich auf höchstens 90 % der Kosten für die in Anhang 4 genannten förderfähigen Maßnahmen begrenzt. Alle darüber hinaus anfallenden Kosten trägt der Zuwendungsempfänger.

b) Serie:

Die Höhe der Zuwendung ist grundsätzlich auf höchstens 50 % der Kosten für die in Anhang 4 genannten förderfähigen Maßnahmen begrenzt. Alle darüber hinaus anfallenden Kosten trägt der Zuwendungsempfänger.

(3) Zuwendungsfähig sind nachgewiesene, notwendige und angemessene Kosten, die unmittelbar der Ausrüstung des Schienenfahrzeuges zuzurechnen sind und die im Anhang 4 aufgelistet sind. Die Umsatzsteuer ist nicht förderfähig, sofern der Antragsteller vorsteuerabzugsberechtigt ist.

6. Sonstige Zuwendungsbestimmungen

(1) Die Allgemeinen Nebenbestimmungen für Zuwendungen zur Projektförderung (ANBest-P-Kosten) sind Bestandteil des Zuwendungsbescheids. Insbesondere ist der Zuwendungsempfänger verpflichtet, der Bewilligungsbehörde die erforderlichen Auskünfte zu erteilen, die zweckentsprechende Ver-

wendung der Zuwendung nachzuweisen und die Überprüfung der Durchführung des Förderungsvorhabens zu gestatten.

(2) Die Zuwendungsempfänger sind verpflichtet, den Zuwendungsgeber bzw. einen von ihm Beauftragten bei der Evaluierung des Modellvorhabens mit erforderlichen schriftlichen und mündlichen Auskünften zu unterstützen. Eine erstmalige Evaluierung ist bis 2022 vorgesehen.

(3) Für eine Kumulierung von im Rahmen des Modellvorhabens gewährten Zuwendungen mit anderen Zuwendungen Dritter gilt Ziffer 8.1. der „Gemeinschaftlichen Leitlinien für staatliche Beihilfen an Eisenbahnunternehmen (2008/C 184/07).

(4) Bereits auf Basis der „Richtlinie zur Förderung des Austauschs bestehender GSM-R-Funkmodule gegen störteste GSM-R-Funkmodule oder zum Einbau von entsprechenden Filtern“ vom 11. April 2019 in Anspruch genommene Bundesmittel für den Austausch der ERTMS-Datenfunkgeräte durch störfestere Modelle müssen vom Zuwendungsempfänger angezeigt und in Abzug gebracht werden.

7. Verfahren

(1) Zuständig für den Vollzug der Förderung im Rahmen des Modellvorhabens ist das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) als Bewilligungsbehörde.

~~(2) Zuwendungsanträge können nach Veröffentlichung des Modellvorhabens eingereicht werden.~~

~~(3)~~ (2) Zuwendungen zur Projektförderung dürfen nur für solche Vorhaben bewilligt werden, die vor Bekanntgabe des Zuwendungsbescheides noch nicht begonnen worden sind. Als Vorhabenbeginn ist grundsätzlich der Abschluss eines der Ausführung zuzurechnenden Lieferungs- und Leistungsvertrags zu werten. Sofern in Einzelfällen ausnahmsweise mit dem Vorhaben vor Bewilligung begonnen werden soll, ist der vorzeitige Maßnahmenbeginn mit oder nach Antragstellung bei der Bewilligungsbehörde zu beantragen und die Genehmigung des vorzeitigen Maßnahmenbeginns abzuwarten. **Es ist nicht erforderlich, zeitgleich mit dem Antrag auf Genehmigung des vorzeitigen Maßnahmenbeginns den vollständigen Förderantrag einzureichen.** Aus dieser Erlaubnis zum vorzeitigen Maßnahmenbeginn leitet sich jedoch kein Anspruch auf eine Zuwendung ab.

~~(4)~~ (3) Die Bewilligung erfolgt durch schriftlichen Zuwendungsbescheid und wird für ein oder mehrere Schienenfahrzeuge gegenüber dem jeweiligen Antragsteller ausgesprochen. Die Gewährung erfolgt in der Reihenfolge des Antragseingangs. Für den Zeitpunkt des Antragseingangs ist das Eingangsdatum des vollständigen und bescheidungsreifen Antrags maßgeblich. Unvollständige oder fehlerhafte Anträge führen nicht zur Frist- und Rangwahrung.

~~(5)~~ (4) Für Bewilligung, Auszahlung und Abrechnung der Zuwendung sowie für Nachweis und Prüfung der Verwendung und die eventuell erforderliche Aufhebung des Zuwendungsbescheids und die Rückforderung, Erstattung und Verzinsung der gewährten Zuwendung gelten die §§ 48 bis 49a des Verwaltungsverfahrensgesetzes, die §§ 23, 44 BHO und die hierzu erlassenen Allgemeinen Verwaltungsvorschriften, soweit nicht in dieser Förderrichtlinie Abweichungen von den Allgemeinen Verwaltungsvorschriften zugelassen worden sind.

~~(6)~~ (5) Nach Abschluss der Ausrüstung ist der Bewilligungsbehörde ein Verwendungsnachweis gemäß Nr. 7 ANBest-P-Kosten vorzulegen. Der entsprechende Sachbericht kann sich vereinfachend auf die Genehmigung der Inbetriebnahme für die ERTMS-Ausrüstung beziehen.

~~(7)~~ (6) Der Zuwendungsempfänger weist dem Zuwendungsgeber spätestens sechs Jahre nach der GIF (Genehmigung für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen) für die ERTMS-Ausrüstung des Fahrzeugs im Rahmen des Modellversuchs nach, dass die Vorgaben gem. Nr. 4 Abs. 2 c) erfüllt wurden. Kommt der Zuwendungsempfänger dieser Auflage nicht nach, so ist der Zuwendungsgeber berechtigt, den Zuwendungsbescheid ggf. anteilig aufzuheben, die gewährte Zuwendung zurückzufordern sowie den Rückforderungsbetrag zu verzinsen. §§ 48 bis 49a des Verwaltungsverfahrensgesetzes.

~~(8)~~ (7) Der Bundesrechnungshof ist gemäß §§ 91, 100 der Bundeshaushaltsordnung zur Prüfung beim Zuwendungsempfänger berechtigt.

~~(9)~~ (8) Einen Monat nach Erhalt der Zuwendung ~~soll registriert~~ das EBA die Daten zu dem ausgerüsteten Schienenfahrzeug in einem Ausrüstungsregister ~~registrieren~~. ~~Die Zuwendungsempfänger sind verpflichtet, die Daten zu den ausgerüsteten Schienenfahrzeugen dem Zuwendungsgeber unverzüglich mitzuteilen~~. Unzutreffende oder unvollständige Angaben des Zuwendungsempfängers für den Eintrag im Ausrüstungsregister können zur Aufhebung des Zuwendungsbescheides gem. §§ 48 bis 49a des Verwaltungsverfahrensgesetzes führen.

8. Subventionserheblichkeit

(1) Alle Tatsachen, die für die Bewilligung, Gewährung, Rückforderung oder das Belassen der Zuwendung von Bedeutung sind, sind subventionserheblich im Sinne des § 264 des Strafgesetzbuches in Verbindung mit § 2 des Subventionsgesetzes. Subventionserhebliche Tatsachen sind die Angaben im Förderantrag, im Verwendungsnachweis und in den übrigen eingereichten Unterlagen, insbesondere die Angaben der Antragsteller im Ausrüstungsregister. Vor Bewilligung einer Zuwendung wird der Antragsteller zu den subventionserheblichen Tatsachen belehrt und über strafrechtliche Konsequenzen eines Subventionsbetruges aufgeklärt; er hat hierzu eine zwingend erforderliche Bestätigung abzugeben.

(2) Gemäß § 3 Absatz 1 Satz 1 Subventionsgesetz ist ein Zuwendungsempfänger verpflichtet, dem EBA als Bewilligungsbehörde unverzüglich alle Tatsachen mitzuteilen, die der Bewilligung, Gewährung, Weitergewährung oder dem Belassen der Zuwendung entgegenstehen oder für die Rückforderung der Zuwendung erheblich sind.

9. Geltungsdauer

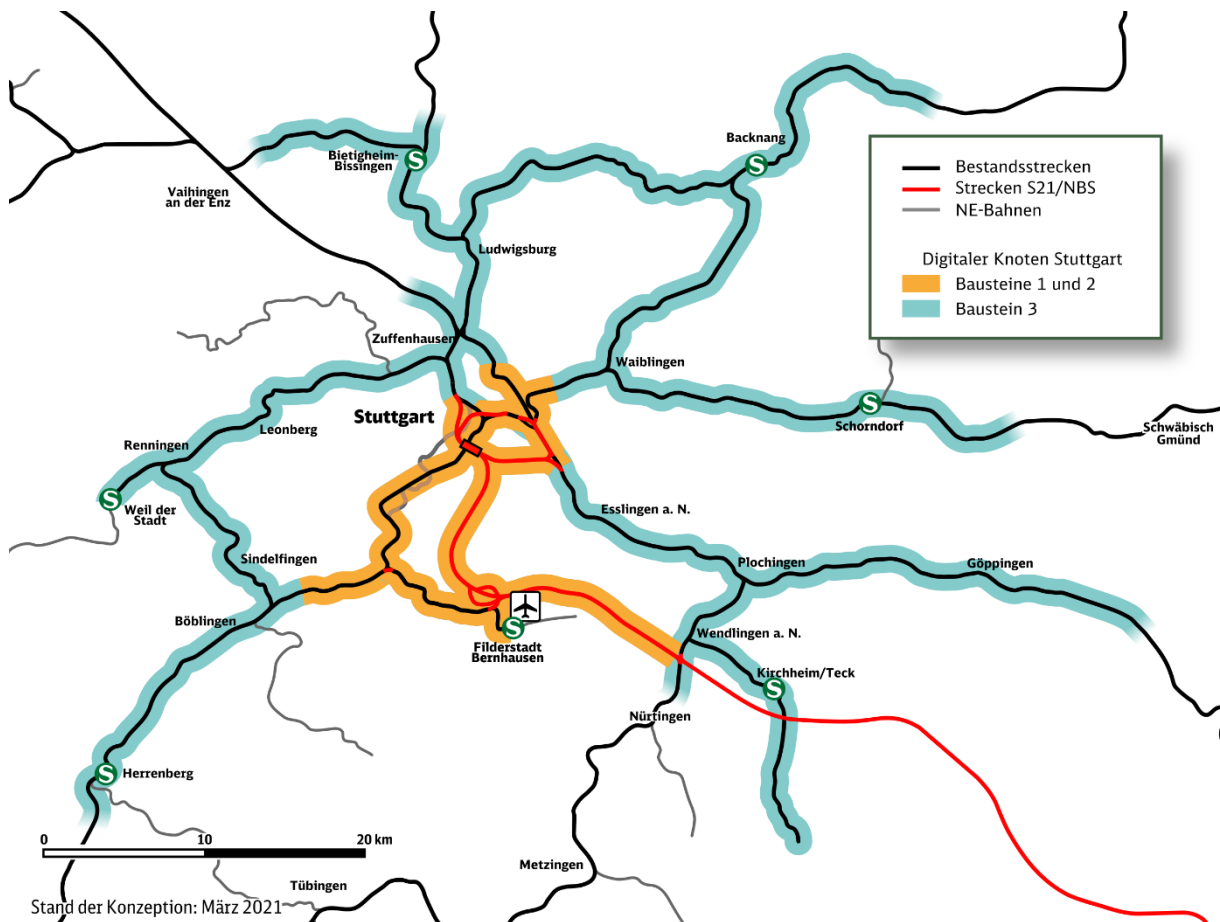
- (1) Das Modellvorhaben ~~hat am 01. Januar 2021 begonnen~~ ~~beginnt am 01. Januar 2021~~. Die Bekanntmachung erfolgt nach Notifizierung und Genehmigung durch die Europäische Kommission auf der Homepage des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur und des EBA.
- (2) Das Modellvorhaben ~~endet fünf Jahre nach Notifizierung der Richtlinie~~. ~~mit Ablauf des 31. Dezember 2025~~. Anträge auf Förderung im Rahmen dieses Modellvorhabens müssen bis zu diesem Zeitpunkt ~~einen Zuwendungsbescheid erhalten haben, um als genehmigt zu gelten~~. ~~abschließend genehmigt sein~~.
- (3) ~~Der Zuwendungsempfänger muss jährlich über den Projektfortschritt und dem prognostiziertem vollständigem Projektabschluss berichten~~. Der Erhalt der Genehmigung für das Inverkehrbringen für Fahrzeuge (GIF) des mit einer vollständigen DSD-Fahrzeugausrüstung ausgerüsteten Fahrzeugs ist abhängig vom Zeitpunkt des vollständigen Projektabschlusses. Den Er-

halt der GIF hat der Zuwendungsempfänger unverzüglich dem Zuwendungsgeber mitzuteilen. Eine Schlussabrechnung erfolgt ein Jahr nach Erhalt der GIF und dem vollständigen Abschluss der DSD-Fahrzeugausrüstung und damit im Zweifel außerhalb der Geltungsdauer der Förderrichtlinie. Liegt der Zeitpunkt des Projektabschlusses außerhalb der Geltungsdauer der Förderrichtlinie, können genehmigte Förderanträge Fördermittel erhalten, wenn im Jahr der Bescheidung im Haushalt entsprechende Verpflichtungsermächtigungen verfügbar sind, und in der Förderrichtlinie für die Förderanträge entsprechende Laufzeiten vorgesehen sind.

Anhang 1:

1. Geltungsbereich des Modellvorhabens

Streckennetz mit Infrastrukturmaßnahmen im Rahmen der Bausteine 1, 2 und 3 im „Digitalen Knoten Stuttgart“



Anhang 2:

2. Technische Prämissen

Eine Förderung im Rahmen des Modellvorhabens setzt voraus, dass die zu fördernde Ausrüstungsmaßnahme die technischen Anforderungen erfüllt, die dem Lastenheft für die DSD-Fahrzeugausrüstung entsprechen. Dieses Lastenheft ist auf der Homepage des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur und des EBA veröffentlicht. ~~Voraussetzungen erfüllt~~

Für Fahrzeuge des Schienengüterverkehrs und Museumsbahnen können auch auf der Homepage des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur und des EBA veröffentlichte Lastenhefte genutzt werden, die geringere technische Anforderungen an die DSD-Fahrzeugausrüstung stellen. Weitere Abweichungen können nur durch den Zuwendungsgeber beziehungsweise den zentralen Koordinator auf Antrag bewilligt werden. ~~Von diesen Technischen Prämissen kann der Zuwendungsgeber schriftlich eine Abweichung zulassen, wenn dies im Einzelfall, z.B. bei Instandhaltungsfahrzeugen zu erwarten, erforderlich und schriftlich unter Angabe von Gründen beantragt worden ist.~~

3. Baureihen der förderfähigen Instandhaltungsfahrzeuge

Baureihen der förderfähigen Instandhaltungsfahrzeuge, sofern ETCS-Ausrüstung gemäß Baseline 3.x noch nicht vorhanden ist:

Fahrzeuge	21		
Davon			
Anz. UBR (= FoC)	13		
Baureihen	Anzahl Fzg.e		
BR 741.3 GAF 100	4		
BR 744.0 Bamowag	2		
BR 745.0 GAF klein	2		
BR 746.0 GAF groß	1		
BR 703.1 IFO	1		
BR 711.1 IFO	2		
BR 182 LOk	2		
BR 760.0 ESM	1		
BR 768.0 HSM	1		
BR 705.1 TIF	1		
BR 719.3/720.3 SPZ	1		
BR 702.2 DVT	1		
BR 725.1/726.1 GMTZ	1		
BR 711.3 IFO	1		

4. Förderfähige Tatbestände

Kosten für folgende Tatbestände sind im Rahmen des Modellvorhabens förderfähig:

Serie:

- Projektmanagement (einschließlich Ausschreibung und Vergabe)
- Beschaffungen und Installationen der auszurüstenden Komponenten, einschließlich des benötigten Hilfsmaterials (außer Werkzeug)
- Abnahme, Tests sowie Genehmigungen / Zulassungen der Ausrüstung in Deutschland
- Funktionstests vor Auslieferung sowie ggf. erforderliche Dokumentationen und Genehmigungen
- Unvermeidbare Kosten für Anlieferung des Fahrzeugs von und zu Werkstätten und Teststrecken
- Kosten für die Anmietung eines Ersatzfahrzeugs
- Pauschalierte Software- und Hardwarepflegeverträge (5 Jahre)

FoC:

Wie Serie plus:

- Projektierung (einschließlich Messung, Prüfung und Dokumentationen für Umrüstung, Betrieb und Instandhaltung). Herstellung der Rolloutvoraussetzungen und -zielstellungen (z.B. Nutzung standardisierter Schnittstellen oder die Optimierung der Leistungsfähigkeit an der Schnittstelle zur Strecke) einschließlich Gutachten

SFBW

2. IBN-
Besprechung
Int. Str.-Fzg.

Entwurf Terminplan Alstom Juli.2022

Zeitplan für Vergabe und Ausrüstung ETCS/ATO TALENT

**ETCS/ATO-Ausrüstung
-ENTWURF-**

Bad Cannstatt
S 21
Vertragsabschluß mit GU
Engineering TALENT
Engineering FLIRT
Installation "First-in-Class" TALENT
Installation "First-in-Class" FLIRT
Validation & Verifikation Talent TALENT
Validation & Verifikation Talent FLIRT
Zertifizierung / Zulassung inkl. NoBo, AsBo, DeBo TALENT
Erhalt der GIF TALENT
Serienrüstung TALENT
Zertifizierung / Zulassung inkl. NoBo, AsBo, DeBo FLIRT BSL#5
Erhalt der GIF FLIRT
Serienrüstung FLIRT
Engineering "Upgrade" auf TSI ZS 2022 TALENT
Engineering "Upgrade" auf TSI ZS 2022 FLIRT
Realisierung "First-in-Class" mit "Upgrade" auf TSI ZS TALENT
Realisierung "First-in-Class" mit "Upgrade" auf TSI ZS FLIRT
Validation & Verifikation ("Upgrade" auf TSI ZS 2022) TALENT
Validation & Verifikation ("Upgrade" auf TSI ZS 2022) FLIRT
Zertifizierung / Zulassung ("Upgrade" auf TSI ZS 2022) TALENT
Erhalt der GIF (ETCS Level 2 nach TSI ZS 2022) TALENT
Serienrüstung ("Upgrade" auf TSI ZS 2022) TALENT
Abschluß Fahrzeugrüstung TALENT
Zertifizierung / Zulassung ("Upgrade" auf TSI ZS 2022) FLIRT
Erhalt der GIF (ETCS Level 2 nach TSI ZS 2022) FLIRT
Serienrüstung ("Upgrade" auf TSI ZS 2022) FLIRT
Abschluß Fahrzeugrüstung FLIRT

SFBW

2. IBN-
Besprechung
Int. Str.-Fzg.

Entwurf Terminplan Alstom August 2022

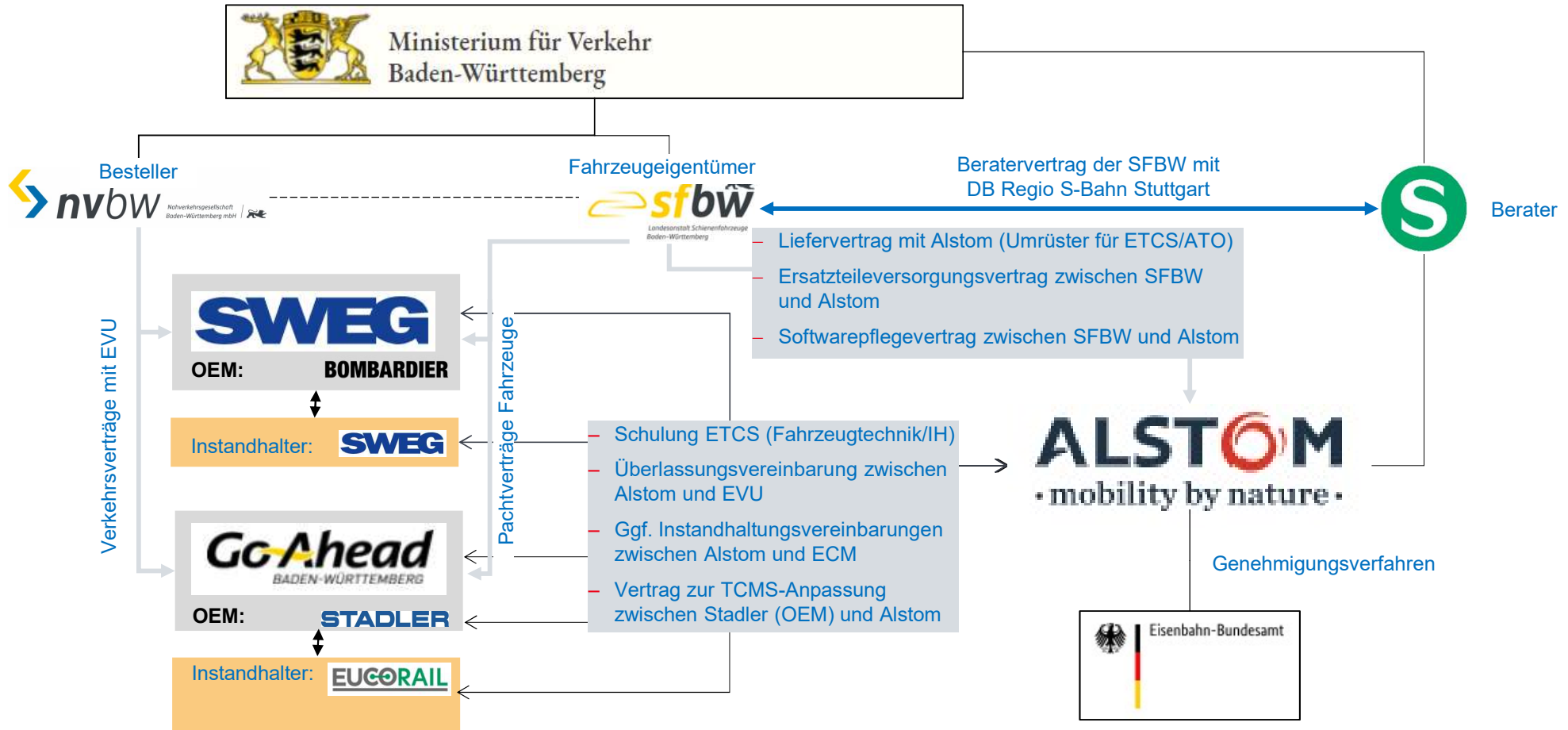
Zeitplan für Vergabe und Ausrüstung ETCS/ATO Dosto

**ETCS/ATO-Ausrüstung
-ENTWURF-**

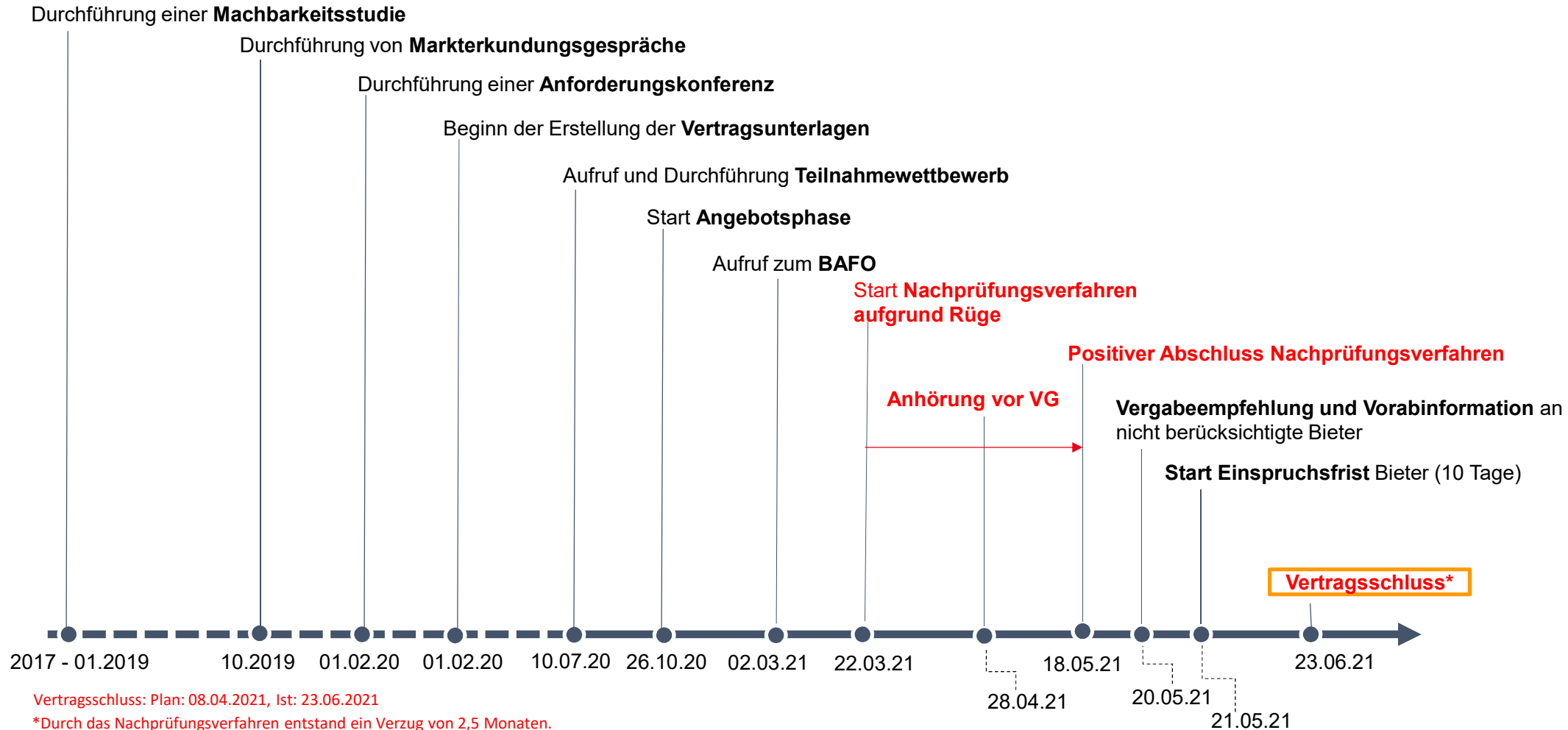
Bad Cannstatt
S 21
Vertragsabschluss
Engineering
Antrag auf Pre-Engagement
Ausrüstung "First-in-Class"
Validation & Verifikation Dosto
Zertifizierung / Zulassung inkl. NoBo, AsBo, DeBo
Erhalt der GIF
Lieferung der Fahrzeuge
Engineering "Upgrade" auf TSI ZZS 2022
Ausrüstung "First-in-Class" (Zug 129)
Validation & Verifikation ("Upgrade" auf TSI ZZS 2022)
Zertifizierung / Zulassung ("Upgrade" auf TSI ZZS 2022) inkl. NoBo, AsBo, DeBo
Erhalt der GIF (ETCS Level 2 nach TSI ZZS 2022)
Serienumrüstung ("Upgrade" auf TSI ZZS 2022)
Abschluss Fahrzeugumrüstung

2024												2025																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	
				Fzg-tests			Vorlaufb.									ETCS L2 mS												
								Versuchsb.	Fzg-Tests	Vorlaufb.														ETCS-Betrieb L2				
[Blue bar]																												
[Red bar]																												
	[Green bar]																											
														NoBO, [BSL#2												

Schnittstellen der DSD-Fahrzeugnachrüstung im DKS



Zeitstrahl Vergabeprozesse für Baureihen 423 und 430

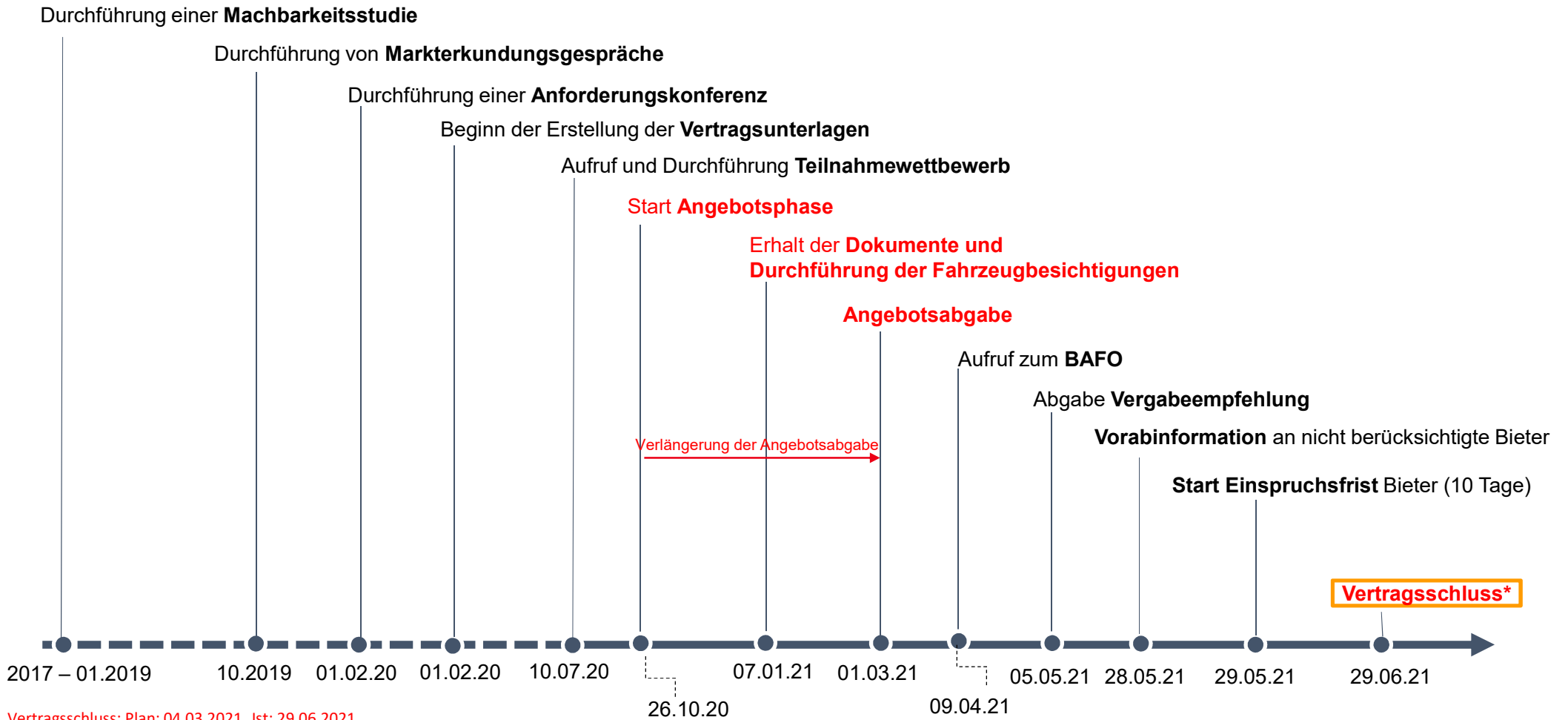


Vertragsschluss: Plan: 08.04.2021, Ist: 23.06.2021

*Durch das Nachprüfungsverfahren entstand ein Verzug von 2,5 Monaten.

Nach der Einspruchsfrist von 10 Tagen erfolgt in der Regel der Zuschlag an den Bieter. Da die Unbedenklichkeitsbescheinigung durch das EBA nicht vorlag, gab es einen Verzug von ca. 3 Wochen für den Vertragsabschluss.

Zeitstrahl Vergabeprozesse für FLIRT 3 und TALENT 3



*Durch die Verzögerung der Fahrzeugbesichtigungen sowie fehlender Zusendung von wichtigen Fahrzeugdokumentationen der Hersteller wurde einer Verlängerung der Angebotsabgabe zugestimmt, hierdurch entstand ein Verzug von 3,5 Monaten. Nach der Einspruchsfrist von 10 Tagen erfolgt in der Regel der Zuschlag an den Bieter. Da die Unbedenklichkeitsbescheinigung durch das EBA nicht vorlag, gab es einen Verzug von ca. 3 Wochen für den Vertragsabschluss.

ID	_DB_Verbindlichkeit	Anforderungstext
33091.BR423 .AA.262	--	1 Einleitung
33091.BR423 .AA.263	Info	In diesem Lastenheft sind Anforderungen für die Ausrüstung von Fahrzeugen der BR 423 mit ETCS und ATO aufgelistet.
33091.BR423 .AA.265	--	2 Einsatzbereich
33091.BR423 .AA.266	Info	Die Triebzüge verkehren nach dem Umbau mit ETCS und ATO auf dem zukünftig geplanten Streckennetz der S-Bahn Stuttgart.
33091.BR423 .AA.267	--	3 Systemspezifikation und Zulassung
33091.BR423 .AA.268	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung entspricht CCS TSI Annex A Set of specifications 3 (B3R2 (SRS 3.6.0) und GSM-R B1).
33091.BR423 .AA.269	Muss	Für die ETCS-Fahrzeugausrüstung sind die CRs aus dem ERA-Dokument ERA/OPI/2020-2, sowie veröffentlichte Change Requests (CRs), die im Digitalen Knoten Stuttgart benötigt werden und die sicherheitsrelevanten CRs, über die ERA/OPI/2020-2 hinaus, umzusetzen.
33091.BR423 .AA.482	Muss	ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen TSI ZS 2022 mit der höchsten Spezifikationsgruppe und FRMCS mit den Mindestbestandteilen Kommunikation über 5G und GSM-R/GPRS.
33091.BR423 .AA.270	Muss	Das Fahrzeug erfüllt die Anforderungen der EBA-Bekanntgabe 09 des AK ZS.
33091.BR423 .AA.271	Muss	Das Fahrzeug beherrscht die Level 0, 1 (inklusive Mode LS), 2 und NTC PZB.
33091.BR423 .AA.272	Muss-Option	Das Fahrzeug beherrscht Level 3.
33091.BR423 .AA.273	Muss	Der AN führt Tests für die generische Entwicklung in eigener Regie durch. Diese sind nicht Bestandteil des Projektes.
33091.BR423 .AA.274	Muss	Der AN erstellt ein Zulassungskonzept, welches einen Meilensteinplan beinhaltet und die Verantwortlichkeiten und Beauftragungen klar benennt.
33091.BR423 .AA.275	Muss	Der AN ermittelt die notwendigen funktionalen und technischen Tests für die relevanten Genehmigungen.
33091.BR423 .AA.276	Muss	Der AN führt die ETCS System Compatibility Tests bzw. Netzzugangstests für alle mit ETCS ausgerüsteten Strecken der DB Netz AG durch.
33091.BR423 .AA.277	--	4 Modul Fahrzeugeinrichtung

33091.BR423 .AA.278	Muss	Der AN erstellt ein Konzept zur mechanischen Integration der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung in das Fahrzeug.
33091.BR423 .AA.279	Muss	Der AN erstellt ein Konzept zur funktionalen Integration der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung in das Fahrzeug.
33091.BR423 .AA.280	Muss	Der AN erstellt eine ETCS/ATO-Architektur inkl. aller Schnittstellen zu vorhandenen Systemen.
33091.BR423 .AA.281	Muss	Der AN setzt die Transitionen zwischen ETCS und NTC nach TLH 4 Anhang 3 der DB Netz AG um.
33091.BR423 .AA.282	Muss	Die Fahrzeuge verkehren in Doppel- und Mehrfachtraktion im PZB-, ETCS- und ATO-Betrieb.
33091.BR423 .AA.283	Muss	Fahrzeuge einer Baureihe verkehren in gemischter Doppel- und Mehrfachtraktion mit ETCS ausgerüsteten Fahrzeugen und nur mit PZB ausgerüsteten Fahrzeugen auf PZB Strecken.
33091.BR423 .AA.284	Muss	Der Fahrtenschreiber registriert die nationalen Fahrdaten und die Fahrdaten nach Subset-027 und Subset-140.
33091.BR423 .AA.287	Muss	Das Fahrzeug verfügt in jedem Führerraum über einen ETCS-Störschalter für die ETCS-Fahrzeugausrüstung.
33091.BR423 .AA.288	Muss	Der ETCS-Störschalter ist gegen ungewollte Betätigung gesichert.
33091.BR423 .AA.289	Muss	Der ETCS-Störschalter schaltet die ETCS-Fahrzeugausrüstung vom Bremszugriff ab.
33091.BR423 .AA.290	Muss	Das Ausschalten des ETCS-Störschalters verhindert die ETCS-Traktionsabschaltung.
33091.BR423 .AA.291	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung im geführten Fahrzeug führt keine Traktionssperre oder Bremsung durch.
33091.BR423 .AA.292	Muss	Das Fahrzeug bietet dem Tf die Möglichkeit, das Fahrzeug ohne die Betätigung von Absperrhähnen zu bedienen.
33091.BR423 .AA.293	Muss	Das Fahrzeug hat die Funktion ETCS Service Brake.
33091.BR423 .AA.294	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung prüft alle ETCS-Wirkwege der ETCS-Zwangsschnellbremsung einzeln und unabhängig.
33091.BR423 .AA.295	Muss	Das DMI zeigt nur Track Conditions an, welche für das Fahrzeug relevant sind.

33091.BR423 .AA.296	Muss	Die Schnittstelle und die Tools zum Einbringen der digitalen kryptographischen Schlüssel bieten den Mitarbeitern des AG die Möglichkeit, die Schlüsseldaten in die Fahrzeuge einzubringen. Die Erstinbetriebnahme der ETCS-Fahrzeugausrüstung ist von dieser An
33091.BR423 .AA.297	Muss	Die Tools für das Offline-Keymanagement stellen für die Übertragung auf das Fahrzeug sicher, dass die Keys und KTrans nicht offen übertragen werden oder die Übertragung so gesichert ist, dass das Instandhaltungspersonal die Keys und KTrans nicht erkennt.
33091.BR423 .AA.298	Muss	Die technische Umsetzung des Keymanagements stellt sicher, dass im Rahmen der dezentralen Instandhaltung mindestens 100 Handwerker-Keys und KTrans in die ETCS-Fahrzeugausrüstung einbringen können.
33091.BR423 .AA.299	Muss	Der AN realisiert ein Online-Keymanagement nach SUBSET-137.
33091.BR423 .AA.300	Muss	Die Wegimpulsgeber der ETCS-Fahrzeugausrüstung befinden sich an nicht angetriebenen Radsätzen.
33091.BR423 .AA.301	Muss	Im ungestörten Betrieb oder im Betrieb mit verminderter Verfügbarkeit des Odometriesystems kommt es zu keiner Bremsung aus der ETCS-Fahrzeugausrüstung auf Grund von Odometrieproblemen.
33091.BR423 .AA.302	Muss	Die Parametrierung der Verzögerungswerte entspricht dem Gamma - Bremsmodell.
33091.BR423 .AA.303	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung verwendet KDry_rst-Faktoren, die abhängig sind von der Zuglänge.
33091.BR423 .AA.716	Muss	Der AG hat die Möglichkeit, jeweils 15 Datensets für das Bremsmodell in Einfach-, Doppel- und Dreifachtraktion zu bilden.
33091.BR423 .AA.717	Soll-Option	Der AG hat die Möglichkeit, in Abhängigkeit von den Bremshundertstel für die Parametrierung der Verzögerungswerte das Lambda- oder Gamma-Bremsmodell auszuwählen.
33091.BR423 .AA.304	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung rechnet mit KDry_rst-Faktoren in Schritten von maximal 0,01.
33091.BR423 .AA.946	Muss	Das ETCS-Fahrzeuggerät berücksichtigt bei der Ermittlung der Bremskurve die nominalen rotierenden Massen.

33091.BR423 .AA.305	Muss	An der ETCS-Balisenantenne ist keine Höheneinstellung erforderlich.
33091.BR423 .AA.306	Muss	Das Fahrzeug hat die Funktion Cold Movement Detection für ETCS zum Aufstarten mit einer sicheren Position.
33091.BR423 .AA.307	Muss	Der Cold Movement Detector erhält im Inneren des Fahrzeugs eine Abschaltvorrichtung, die während des Fahrgastbetriebes für den Triebfahrzeugführer gut zugänglich ist.
33091.BR423 .AA.308	Muss	Das Fahrzeug, die ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung haben eine gemeinsame Zeit auf Basis der UTC mit einer Abweichung von maximal einer Sekunde.
33091.BR423 .AA.309	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung übergibt 1 s vor einem "Hauptschalter Aus" - Bereich für 1 s den Befehl "Hauptschalter Aus" an die Fahrzeugsteuerung.
33091.BR423 .AA.310	Muss	Die Fahrzeugsteuerung schaltet auf Anforderung der ETCS-Fahrzeugausrüstung die Hauptschalter aller Fahrzeuge des Zuges aus.
33091.BR423 .AA.311	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung übergibt 10 s vor einem "Stromabnehmer Nieder" - Bereich für 1 s den Befehl "Stromabnehmer Nieder" an die Fahrzeugsteuerung.
33091.BR423 .AA.312	Muss	Die Fahrzeugsteuerung senkt auf Anforderung der ETCS-Fahrzeugausrüstung die Stromabnehmer aller Fahrzeuge des Zuges.
33091.BR423 .AA.313	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung sendet Position-Reports spätestens 1,0 s nach dem Lesen der zugehörigen Balise.
33091.BR423 .AA.314	Muss	Der AN teilt 6 Monate nach Vergabe die Dauer vom Eingang der definierten Movement Authority an der ETCS-GSM-R-Antenne bis zur Anzeige der Movement Authority im DMI mit.
33091.BR423 .AA.315	Muss	Der AN verwendet als definierte Movement Authority eine Movement Authority mit mindestens drei Neigungswechseln, einem Geschwindigkeitswechsel, dreißig verlinkten Balisen, D-Weg und Overlap.
33091.BR423 .AA.316	Muss	Der AN teilt 6 Monate nach Vergabe die maximale Dauer zur Verarbeitung einer Balise und dem Senden des Position-Reports an das RBC mit.
33091.BR423 .AA.317	Muss	Der AN ermittelt bis 12/2023 die Dauer vom Eingang einer realen Movement Authority, die vom AG geliefert wird, an der ETCS-GSM-R-Antenne bis zur Anzeige der Movement Authority im DMI.

33091.BR423 .AA.318	Muss	Der AN ermittelt bis 05/2024 die maximale Dauer zur Verarbeitung einer im Bereich Stuttgart ortsverlegten Balise und dem Senden des Position-Reports an das RBC mit dem Fahrzeugprototypen.
33091.BR423 .AA.319	--	5 Modul PZB
33091.BR423 .AA.320	Muss	Das Fahrzeug ist mit einer PZB-Fahrzeugausrüstung ausgerüstet.
33091.BR423 .AA.321	Muss	Das NTC PZB ist "Stand Alone" nutzbar.
33091.BR423 .AA.322	Muss	Falls eine Störung der PZB-Fahrzeugausrüstung auftritt, dann ist die Funktion "PZB" separat abschaltbar.
33091.BR423 .AA.323	--	6 Funkausrüstung
33091.BR423 .AA.324	Muss	Bestehende und neu zu installierende Antennen des Fahrzeugs beeinflussen sich nicht störend. Der AN führt den Nachweis entsprechend der EBA-Regelung EMV 06.
33091.BR423 .AA.325	Muss	Die ETCS- und ATO-Antennen sind auf dem Zugdach auf Montageplatten angebracht.
33091.BR423 .AA.948	Muss	Die Montageplatten für die ETCS- und ATO-Antennen sind so ausgeführt, dass die Antennen von außen montiert und demontiert werden können.
33091.BR423 .AA.947	Muss	Die Montageplatten für die ETCS- und ATO-Antennen sind mit einem Lochbild für die Antennen entsprechend "DB_Anh121_Montageplatten_Antenne_Zugdach" ausgeführt.
33091.BR423 .AA.326	Muss-Option	Der AN stellt sicher, dass Antennen für ETCS die Frequenzbereiche bei 900 MHz und 1,9 GHz sowie GSM-R und FRMCS abdecken können.
33091.BR423 .AA.327	Muss	Alle ETCS-Funkantennenkabel sind tauglich für den Einsatz von 0,7 GHz bis 1,9 GHz.
33091.BR423 .AA.328	Muss	Die GSM-R-Funkausrüstung entspricht den Anforderungen gemäß GPRS/EGPRS requirements for ETCS (ETSI TS 103.328) Version 1.1.1.
33091.BR423 .AA.329	Muss	GSM-R-Funkmodule funktionieren im erweiterten UIC (E-UIC) Frequenzband 873-880/918-925 MHz.
33091.BR423 .AA.330	Muss	Der AN führt die notwendigen Tests für das erweiterte UIC (E-UIC) Frequenzband 873-880/918-925 MHz der DB Netz durch.

33091.BR423 .AA.331	Muss	Der AN realisiert die Trennung von applikations- und safetybezogenen Funktionen in EuroRadio von kommunikationsbezogenen Funktionen, so dass das Upgrade auf TSI ZZS 2022 nur für die kommunikationsbezogenen Funktionen möglich ist.
33091.BR423 .AA.956	Muss	Der AN weist die Kriterien für die Aufteilung der kommunikations- und safetybezogenen Funktionen des SUBSET 037 nach.
33091.BR423 .AA.957	Muss	Das Euroradio kommuniziert abhängig von der streckenseitigen Ausrüstung über GSM-R oder FRMCS.
33091.BR423 .AA.958	Muss	Der AN weist die Rückwirkungsfreiheit der kommunikationsbezogenen Funktionen in EuroRadio zu den applikations- und safetybezogenen Funktionen in EuroRadio systematisch durch die Software-Architektur nach.
33091.BR423 .AA.959	Muss	Der AN weist die Trennung von applikations- und safetybezogenen Funktionen in EuroRadio von kommunikationsbezogenen Funktionen, vor Beginn der Ausrüstung der FiC-Fahrzeuge, systematisch durch die Software-Architektur nach.
33091.BR423 .AA.960	Muss	Der AN stellt sicher, dass die Euroradio-Software jederzeit downgradefähig ist.
33091.BR423 .AA.961	Muss	Der AN liefert für die nicht sicherheitsrelevanten Anteile der Euroradio-Software einen Nachweis für die Einhaltung der geltenden Regelwerke.
33091.BR423 .AA.332	Muss	EuroRadio ist so realisiert, dass eine Anbindung an ein FRMCS-Gateway über ein in der TSI ZZS 2022 definiertes Interface durch ein Software-Upgrade erreicht werden kann. Hierzu verfügt EuroRadio bereits physisch über diese Schnittstelle.
33091.BR423 .AA.962	Muss	Die physische Schnittstelle zum Anschluss des Euroradio an das FRMCS-Gateway wird über Ethernet-M12-Steckverbindung realisiert.
33091.BR423 .AA.963	Muss	In der fahrzeugseitigen Kommunikation besitzt die Kommunikation zwischen Euroradio und FRMCS-Gateway die höchste Priorität.
33091.BR423 .AA.964	Muss	Fehlfunktionen der Euroradio-Software beeinflussen die Kommunikation anderer FRMCS-Funktionen nicht störend.

33091.BR423 .AA.965	Muss	Das EuroRadio verwendet einen Sicherheitsschlüssel nach PKI-Keymanagement für die FRMCS-Kommunikation.
33091.BR423 .AA.966	Muss	Der AN stellt sicher, dass die nach TSI ZZS 2022 umgesetzte Euroradio-Software upgrade- und updatefähig ist.
33091.BR423 .AA.333	Muss	Das Funkmodul für ATO erfüllt LTE (4G) und NR (5G) mindestens gemäß 3GPP Release 15.
33091.BR423 .AA.334	Muss	Das Funkmodul für ATO kommuniziert auf öffentlichen Frequenzbändern mit mindestens Unterstützung von 4G und 5G bei 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz sowie 5G bei 3400-3800 MHz.
33091.BR423 .AA.335	Muss	Alle ATO-Funkantennenkabel sind tauglich für den Einsatz von 0,7 GHz bis 3,9 GHz..
33091.BR423 .AA.337	Muss	Das Funkmodul für ATO nutzt das IP-Interface gemäß Subset 126 Appendix A zur Anbindung der ATO-Einheit.
33091.BR423 .AA.338	Muss	ATO-OB ist so realisiert, dass eine Anbindung an ein FRMCS-Gateway über ein in der TSI ZZS 2022 definiertes Interface mit einem Software-Upgrade erreicht werden kann. Hierzu verfügt die ATO-OB bereits physisch über diese Schnittstelle.
33091.BR423 .AA.967	Muss	Die physische Schnittstelle zum Anschluss des ATO-OB an das FRMCS-Gateway wird über Ethernet-M12-Steckverbindung realisiert.
33091.BR423 .AA.968	Muss	Die ATO-OB ist nach der Umsetzung der TSI ZZS 2022 mit allen angeschlossenen Systemen im Fahrzeug kompatibel.
33091.BR423 .AA.969	Muss	Der AN stellt sicher, dass die Software der ATO-OB jederzeit downgradefähig ist.
33091.BR423 .AA.970	Muss	Der AN stellt sicher, dass Updates oder Upgrades der ATO-OB andere Systeme im Fahrzeug nicht störend beeinflussen.
33091.BR423 .AA.971	Muss	Die ATO-OB ermöglicht eine Kommunikation über entweder öffentliche Netze (4G/5G) oder FRMCS, abhängig davon welcher Kommunikationsweg gefordert wird.
33091.BR423 .AA.976	Muss	Der AN führt Updates oder Upgrades der ATO-OB so durch, dass die Sicherheits- und Cybersicherheitsstandards eingehalten werden.
33091.BR423 .AA.977	Muss	Der AN stellt sicher, dass die nach TSI ZZS 2022 umgesetzte ATO-OB Software upgrade- und updatefähig ist.
33091.BR423 .AA.339	--	7 Bedienung

33091.BR423 .AA.340	Muss	BR 423: Jeder Führerraum hat ein DMI, welches die bisherige MFA ersetzt.
33091.BR423 .AA.341	Muss	BR 423: Das DMI hat folgende Leuchtmelder integriert: - "Türen" - "Sifa" - "HSAUS" - "Notbremse" - "Stoe" Die Icons werden in der Designphase durch die DB AG übergeben.
33091.BR423 .AA.342	Muss	Das DMI zeigt im Bereich D die Zugkrafttorte an, außer es werden ETCS-Anzeigen entsprechend ERA_ERTMS_015560 im Bereich D dargestellt.
33091.BR423 .AA.345	Muss	Das DMI hat alle vor dem Umbau vorhandenen maschinentechnischen Leuchtmelder integriert.
33091.BR423 .AA.347	Muss	Während die ETCS-Fahrzeugausrüstung eingeschaltet ist, zeigt das DMI als Fahrgeschwindigkeit ausschließlich die v_ist von ETCS an.
33091.BR423 .AA.348	Muss	Während die ETCS-Fahrzeugausrüstung ausgeschaltet ist, zeigt das DMI eine v_ist an.
33091.BR423 .AA.349	Muss	Falls das DMI ausfällt, dann löst die ETCS-Fahrzeugausrüstung eine Service Brake aus. Der Wechsel nach System Failure ist nicht zulässig.
33091.BR423 .AA.350	Muss	Das Bedienelement für den Lampentest der Leuchtdrucktaster ist auf der neuen Pultplatte oder im seitlichen Bedienfeld angeordnet.
33091.BR423 .AA.351	Muss	Das DMI ist als kapazitives Touchscreen-Display ausgeführt.
33091.BR423 .AA.352	Muss	Der AN stellt alle geänderten oder neu eingebauten Komponenten im Führerraum in einem Konzept dar.
33091.BR423 .AA.353	Muss	Wenn die Vorschlagswerte für ETCS und PZB nicht geändert werden müssen, beträgt die Zeit für den Start of Mission (SoM) mit Beginn der Eingabe der Tf-Nummer inklusive der Bestätigung des Levels, der Eingabe der Zugnummer, der Zugdateneingabe von ETCS und
33091.BR423 .AA.354	Muss	Während der Zugdateneingabe übernimmt die ETCS-Fahrzeugausrüstung die Bremshundertstel direkt und ohne Zutun des Tf von der Fahrzeugsteuerung und trägt die Bremshundertstel als Vorschlagswert ein.

33091.BR423 .AA.355	Muss	Während der Zugdateneingabe übernimmt die ETCS-Fahrzeugausrüstung die Zuglänge direkt und ohne Zutun des Tf von der Fahrzeugsteuerung und trägt die Zuglänge ein.
33091.BR423 .AA.356	Muss	Das DMI bietet dem Tf das Feld "entry complete?" ohne zusätzliche Bestätigung der voreingetragenen Werte an.
33091.BR423 .AA.357	Muss	Wenn die PZB-Fahrzeugausrüstung konstruktiv bei jeder Wende eine Zugdateneingabe fordert, wechselt das DMI nach der ETCS-Zugdateneingabe automatisch in die PZB-Zugdateneingabe.
33091.BR423 .AA.358	Muss	Wenn die PZB-Fahrzeugausrüstung konstruktiv nicht bei jeder Wende eine Zugdateneingabe fordert, wechselt das DMI in die "National data entry selection".
33091.BR423 .AA.359	Muss	Die PZB-Zugdateneingabe zeigt die in der ETCS-Zugdateneingabe verwendeten Brems Hundertstel als Vorschlagswert an.
33091.BR423 .AA.360	Muss	Für die PZB-Zugdateneingabe ist als einzige Bedienhandlung des Tf, die Bestätigung der PZB-Zugdaten erforderlich.
33091.BR423 .AA.361	Muss	Die im DMI eingegebene Zugnummer wird an die Fahrzeugsteuerung übergeben und von dem Funkgerät verwendet.
33091.BR423 .AA.362	Muss	Die Ausrüstung mit ETCS beeinflusst nicht die Bedienung für das Stärken (Kuppeln) oder Schwächen (Entkuppeln), außer die notwendige Änderung der ETCS-Zugdaten.
33091.BR423 .AA.363	Muss	Das Fahrzeug speichert das Ergebnis und den Zeitpunkt der letzten Prüfläufe für ETCS und NTC im DMI im Menü Prüfläufe und zeigt diese auf Anforderung des Tf am DMI an.
33091.BR423 .AA.364	Muss	Das DMI stellt die Tf-Nummer nach Bestätigung und Übernahme der Daten nicht mehr oder nur noch anonymisiert dar.
33091.BR423 .AA.365	Muss	Das Keyboard für die Eingabe der Tf-Nummer ist in der Grundeinstellung numerisch.
33091.BR423 .AA.366	Soll	Das Keyboard für die Eingabe der Tf-Nummer ist auf alphanumerisch umstellbar.
33091.BR423 .AA.367	Muss	Das DMI übernimmt den Helligkeitswert vom MTD.
33091.BR423 .AA.368	Muss	Der Tf kann die Übernahme des Helligkeitswertes vom MTD am DMI auf manuelle Steuerung am DMI ändern. Grundeinstellung ist die zentrale Helligkeitssteuerung.

33091.BR423 .AA.369	Info	Die BR 423 wird nicht planmäßig ausgeschaltet, sondern "aufgerüstet abgestellt".
33091.BR423 .AA.370	Soll	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung führt keinen planmäßigen Einschaltselbsttest bzw. keinen Reset im Rahmen der täglichen Vorbereitung durch.
33091.BR423 .AA.371	Muss	Wenn die Zeitspanne zwischen zwei planmäßigen Einschaltselbsttests bzw. Reset kleiner 14 Tage ist, führt die Fahrzeugsteuerung bei jedem Verlassen von "aufgerüstet abgestellt" ein Einschaltselbsttest bzw. Reset für die gesamte ETCS-Fahrzeugausrüstung des
33091.BR423 .AA.372	Muss	Ein erneuter Einschaltselbsttest ist frühestens 30 h nach Einschalten des EVC erforderlich.
33091.BR423 .AA.373	Muss	Falls die ETCS-Fahrzeugausrüstung einen planmäßigen Reset erfordert, hat das Fahrzeug einen Resettaster für die ETCS-Fahrzeugausrüstung an den Anzeige- und Bedientafeln jedes Führerraums.
33091.BR423 .AA.374	Muss	Der Einschaltselbsttest kann unabhängig von Handlungen und Aktionen am Fahrzeug ordnungsgemäß zu Ende geführt werden.
33091.BR423 .AA.375	Muss	Der Tf nimmt beim Einschaltselbsttest keine Überwachungs- und Mitwirkungsaufgaben wahr.
33091.BR423 .AA.376	Muss	Der Einschaltselbsttest für die ETCS-Fahrzeugausrüstung dauert max. 45 s. Anschließend ist die ETCS-Fahrzeugausrüstung betriebsbereit: Beginn der Start of Mission mit Eingabe der Tf-Nummer.
33091.BR423 .AA.377	Muss	Wenn ein Prüflauf für die NTC-Fahrzeugausrüstung durchgeführt wird, ist dieser mit und ohne Zugdaten im Mode "stand by" möglich.
33091.BR423 .AA.378	Muss	Der manuell angestoßene Prüflauf für die ETCS-Fahrzeugausrüstung dauert max. 45 s. Anschließend ist die ETCS-Fahrzeugausrüstung betriebsbereit.
33091.BR423 .AA.379	Muss	Ein erneuter manuell angestoßener Prüflauf ist frühestens nach 30 h erforderlich.
33091.BR423 .AA.380	Muss	Der Tf wird mindestens 6 h vor Ablauf des Prüfintervalls (Einschaltselbsttest oder manuell angestoßener Prüflauf) durch eine Textmeldung auf dem DMI aufgefordert, rechtzeitig einen manuell angestoßenen Prüflauf oder Einschaltselbsttest durchzuführen.

33091.BR423 .AA.381	Muss	Die Textmeldung zum Ablauf des Prüfintervalls kommt frühestens 24 h nach der letzten Prüfung.
33091.BR423 .AA.382	--	8 ATO (GoA2)
33091.BR423 .AA.383	Muss	Das Fahrzeug erhält ein ATO-System (GoA2).
33091.BR423 .AA.384	Muss	Der AN setzt CR 1238 inklusive den dazugehörigen SUBSET 125, 126, 126 Appendix A, 139 und 140 um.
33091.BR423 .AA.385	Muss-Option	Es wird der SUBSET 143 umgesetzt.
33091.BR423 .AA.386	Muss	Die Applikationen für ETCS und ATO werden entsprechend SUBSET 130 mindestens so getrennt, dass eine unabhängige und rückwirkungsfreie Anpassung möglich ist.
33091.BR423 .AA.387	Muss	Die ATO ist fähig, einen Zug mit Doppel- und Mehrfachtraktion zu steuern.
33091.BR423 .AA.388	Muss	Falls nur das führende Fahrzeug einer Doppel- oder Mehrfachtraktion mit ATO ausgerüstet ist, ist die ATO fähig, den Zugverband zu steuern.
33091.BR423 .AA.389	Muss	Für den Betrieb mit ATO ist keine ATO-Zugdateneingabe im Rahmen der Start of Mission (SoM) erforderlich.
33091.BR423 .AA.390	Muss	Falls die ATO-Fahrzeugausrüstung gestört ist, bietet das Fahrzeug dem Tf in jedem Führerraum die Möglichkeit, die ATO-Fahrzeugausrüstung mit einem Störschalter zu deaktivieren.
33091.BR423 .AA.391	Muss	Die Funktion "ATO engage" und "ATO disengage" wird über einen Taster neben dem Fahr-/Bremshebel angesteuert.
33091.BR423 .AA.392	Muss	Die Wegimpulsgeber für die ATO-Fahrzeugausrüstung sind an nicht angetriebenen Radsätzen montiert.
33091.BR423 .AA.393	Muss	Die ATO realisiert eine Haltegenauigkeit von +/- 2 m mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,99%.
33091.BR423 .AA.394	Soll	Die ATO hält bei einer Genauigkeit von +/- 0,5 m mit einer Wahrscheinlichkeit von ...% automatisch an definierten Punkten an. Die erreichbare Wahrscheinlichkeit ist vom Anbieter bei Übergabe des kommentierten LH einzutragen.
33091.BR423 .AA.395	Info	Zur Sicherstellung der Haltegenauigkeit im Bereich der S- Bahn Stuttgart kann eine Ortungsbalise an einer definierten Position mit x +/- 6 Meter verlegt werden. x kann vom AN definiert werden.

33091.BR423 .AA.396	Muss	Der AN weist nach, dass in der Ebene die letzten 400 m vor dem Halt in maximal 37 s zurückgelegt werden.
33091.BR423 .AA.397	Muss	Der AN weist nach, dass der Weg in der Ebene von einer Beharrungsgeschwindigkeit von 80 km/h bis zum Halt maximal 315 m beträgt.
33091.BR423 .AA.398	Muss	Das Fahrzeug bietet Mitarbeitern des AG die Möglichkeit, die Parameter der, von der ATO angewendeten, Regelbremsverzögerung im Rahmen der Instandhaltung zwischen $0,6 \text{ m/s}^2$ und $0,85 \text{ m/s}^2$ in $0,05 \text{ m/s}^2$ - Schritten ohne weitere Nachweise zu ändern.
33091.BR423 .AA.399	Info	Wenn die verbleibende Haltezeit (dwell time) gleich der Zeit ist, die für das Schließen der Türen benötigt wird, übergibt die ATO den Befehl zum Schließen der Türen an die Fahrzeugsteuerung.
33091.BR423 .AA.400	Muss	Wird die automatische Türöffnung durch die ATO nicht bestellt, ist eine manuelle Türöffnung zu realisieren.
33091.BR423 .AA.401	Muss	Der AN teilt 6 Monate nach Vergabe die Dauer vom Eingang der definierten Movement Authority an der ETCS-GSM-R-Antenne bis zum Aufschalten der Traktion durch ATO mit.
33091.BR423 .AA.402	--	9 Übermittlung von Zugeigenschaften
33091.BR423 .AA.404	Info	Das Fahrzeug überträgt den Identifier der Baureihe [423] an die Strecke.
33091.BR423 .AA.713	Muss	Der AN erstellt ein Konzept zur Realisierung der Funktion Übermittlung von Zugeigenschaften.
33091.BR423 .AA.1020	Muss	Die TCR-Schnittstelle der ATO-Fahrzeugausrüstung zu der ATO-Streckenausrüstung entspricht der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS".
33091.BR423 .AA.1021	Muss	Das Fahrzeug überträgt die UIC-Kennungen aller Fahrzeugeinheiten (Consist) und aller Fahrzeuge im Zug entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1022	Muss	Das Fahrzeug überträgt die Orientierung aller Fahrzeuge im Zug bezogen auf die betriebliche Zugrichtung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.

33091.BR423 .AA.1023	Muss	Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionskraft (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kN Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_Anh123 "TCR related Interface Specific
33091.BR423 .AA.1024	Muss	Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionsleistung (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kW Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_Anh123 "TCR related Interface Speci
33091.BR423 .AA.1025	Muss	Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare dynamische Bremskraft (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kN Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_Anh123 "TCR related Interface S
33091.BR423 .AA.1026	Muss	Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare dynamische Bremsleistung (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kW Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_Anh123 "TCR related Interfac
33091.BR423 .AA.1027	Muss	Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Bremskraft der Betriebsbremse (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kN Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_Anh123 "TCR related Int
33091.BR423 .AA.1028	Muss	Das Fahrzeug überträgt den aktuell eingestellten Oberstromgrenzwert für jede Fahrzeugeinheit (Consist) entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_Anh123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1029	Muss	Das Fahrzeug überträgt die Status für jeden Stromabnehmer im Zug entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_Anh123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.

33091.BR423 .AA.1030	Muss	Das Fahrzeug überträgt die Masse je Fahrzeugeinheit (Consist) inklusive Beladung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1031	Muss	Das Fahrzeug überträgt die Masse des Zuges inklusive Beladung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1032	Muss	Das Fahrzeug überträgt <ul style="list-style-type: none"> - Zuglänge - Maximale Zuggeschwindigkeit - Zugkategorie bezüglich Überhöhungsfehlbetrag - Andere internationale Zugkategorie - Achslast Kategorie - Nominelle rotierende Masse des Zuges - Bremsstellung entsprechend der Schnittstellen
33091.BR423 .AA.1033	Muss	Das Fahrzeug überträgt die Kennzeichnung für das Gamma- oder Lambda-Bremsmodell entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1034	Muss	Wenn ein Lambda-Bremsmodell aktiv ist, überträgt das Fahrzeug die Bremsleistung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1035	Muss	Wenn ein Gamma-Bremsmodell aktiv ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den aktiven Gamma-Bremsmodellsatz entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1036	Muss	Sofern die dynamische Bremse in den Bremsmodellen berücksichtigt ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den Status der dynamischen Bremse entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB
33091.BR423 .AA.1037	Muss	Sofern die elektro-pneumatische Bremse in den Bremsmodellen berücksichtigt ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den Status der elektro-pneumatischen Bremse entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface S

33091.BR423 .AA.1038	Muss	Das Fahrzeug überträgt, abgeleitet aus der vom Triebfahrzeugführer gewählten Reibwerteinstellung, den Adhäsionswert entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1039	Muss	Sofern das Fahrzeug nicht mit Schiebetritten bzw. Spaltüberbrückungen ausgerüstet ist, überträgt das Fahrzeug die Fahrgastwechselzeit zwischen dem Öffnen der ersten Tür des Zuges (Grünschleife geöffnet) und dem Schließen aller Türen des Zuges (Grünschleife
33091.BR423 .AA.1040	Muss	Wenn die Türen während eines Halts nicht geöffnet werden, überträgt das Fahrzeug die Fahrgastwechselzeit 0 s entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1041	Muss	Das Fahrzeug überträgt die vergangene Zeit (bis zum Beginn des Fahrgastwechsels) zwischen dem Zeitpunkt an dem der Zug zum Stillstand kommt bis zum Zeitpunkt an dem die Türen freigegeben werden (oder die Türen zentral geöffnet werden) entsprechend der Sch
33091.BR423 .AA.1042	Muss	Wenn die Türen während eines Halts nicht freigegeben werden (und die Türen nicht zentral geöffnet werden), überträgt das Fahrzeug die vergangene Zeit bis zum Beginn des Fahrgastwechsels "unbekannt" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An
33091.BR423 .AA.1043	Muss	Das Fahrzeug überträgt den Status der Betriebsbereitschaft pro Tür entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1044	Muss	Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren je Fahrzeug im Bereich von 0% (ohne Beladung) bis 200% (normale Zuladung im Auslegungsfall (PND) entsprechend EN 15663) entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Int

33091.BR423 .AA.1045	Muss	Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren je Fahrzeugeinheit (Consist) im Bereich von 0% (ohne Beladung) bis 200% (normale Zuladung im Auslegungsfall (PND) entsprechend EN 15663) entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123
33091.BR423 .AA.1046	Muss	Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren des Zuges im Bereich von 0% (ohne Beladung) bis 200% (normale Zuladung im Auslegungsfall (PND) entsprechend EN 15663) entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Inter
33091.BR423 .AA.1047	Muss	Das Fahrzeug überträgt die Umgebungstemperatur entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
33091.BR423 .AA.1048	Muss	Das Fahrzeug löst eine Übertragung der Datenpakete entsprechend den in der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" definierten Auslösebedingungen aus.
33091.BR423 .AA.1049	Muss	Wenn der Triebfahrzeugführer eine Änderung der Reibwerteeinstellung vornimmt, löst das Fahrzeug eine Übertragung des Datenpaketes aus, welches entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS"
33091.BR423 .AA.1050	Muss	Das Fahrzeug überträgt die zum Zeitpunkt der Übertragung aktuellen Daten an die Strecke.
33091.BR423 .AA.405	Info	Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionskraft (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kN Schritten und normiert auf 100% in 5% Schritten an die Strecke.
33091.BR423 .AA.715	Info	Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionsleistung (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kW Schritten und normiert auf 100% in 5% Schritten an die Strecke.
33091.BR423 .AA.714	Info	Das Fahrzeug überträgt Informationen zum Zuggewicht in 1t Schritten an die Strecke.

33091.BR423 .AA.406	Info	Das Fahrzeug überträgt Informationen zum Status und Leistungsvermögen des Bremssystems an die Strecke analog Daten der NID_MESSAGE 2 „Train Data“ aus Subset-027 und die absoluten Bremsprozente der Zugdateneingabe in 5% Schritten.
33091.BR423 .AA.407	Info	Das Fahrzeug überträgt den Status "Gesperrt" der Türen pro Seite und Wagen an die Strecke.
33091.BR423 .AA.408	Info	Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren pro Zugeinheit an die Strecke im Bereich 0% bis 200% in 10% Schritten.
33091.BR423 .AA.416	--	10 Option Verminderte Reibwerte
33091.BR423 .AA.417	Muss-Option	Dieses Unterkapitel enthält alle Anforderungen der Option "Verminderte Reibwerte".
33091.BR423 .AA.418	Muss	Der Tf kann in der ATO die Beschleunigungs- und Verzögerungswerte bei vermindertem Reibwert reduzieren.
33091.BR423 .AA.419	Muss	Die reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte der ATO bei verminderten Reibwert kann der Tf wählen, auch wenn die Start of Mission (SoM) erfolgt ist.
33091.BR423 .AA.420	Muss	Die reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte der ATO können in drei Stufen gewählt werden "Normal", "Reduziert Stufe 1", "Reduziert Stufe 2".
33091.BR423 .AA.421	Muss	Die reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte der ATO für "Reduziert Stufe 1" und "Reduziert Stufe 2" werden dem Hersteller durch den Betreiber mit der ETCS Data Prep übergeben.
33091.BR423 .AA.486	Muss	Das Fahrzeug bietet Mitarbeitern des AG die Möglichkeit, die Parameter der von der ATO angewendeten, reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte im Rahmen der Instandhaltung ohne weitere Nachweise zu ändern.
33091.BR423 .AA.422	Muss	Die ATO-OB passt das Fahrprofil entsprechend den reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerten an.
33091.BR423 .AA.423	--	11 Zugvollständigkeit und sichere Zuglänge
33091.BR423 .AA.425	Info	Der AN erstellt ein Konzept zur Realisierung der Funktionen Zugvollständigkeit und Zuglänge.

33091.BR423 .AA.1147	Muss	Der AN erstellt ein Konzept zur Realisierung der Funktionen Ermittlung der Zuglänge und Zugvollständigkeit durch ein Zugvollständigkeitsüberwachungssystem.
33091.BR423 .AA.1148	Info	Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) besteht aus den TIM Modulen des Zugs und den dazugehörigen Komponenten.
33091.BR423 .AA.426	Muss	Die Funktionalitäten zur Überwachung der Zugvollständigkeit und zur Ermittlung der Zuglänge ermöglichen den Betrieb in ETCS Level 3 in Einfach- und Mehrfachtraktion.
33091.BR423 .AA.1183	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung loggt für das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) relevante Daten.
33091.BR423 .AA.1184	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung überwacht alle Funktionalitäten des Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS). Der AN stellt dem AG hierfür eine Auswertemöglichkeit zur Verfügung, welche die Identifizierung der Fehlerursache ermöglicht
33091.BR423 .AA.1149	Muss	Für die Funktionen zur Ermittlung der Zuglänge und Zugvollständigkeit werden ausschließlich fahrzeugseitige Komponenten genutzt.
33091.BR423 .AA.1150	Muss	Dem TIM Modul sind bestimmte Fahrzeuge (z.B. Triebfahrzeuge, Wagen oder eine Fahrzeugeinheit) zugeordnet.
33091.BR423 .AA.1151	Muss	Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) verlängert nicht die Zeiten für die Änderung der Zugkonfiguration (Stärken oder Schwächen) oder für das Wenden des Zugs.
33091.BR423 .AA.1152	Muss	Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) erfordert keine Mitwirkung des Triebfahrzeugführers.
33091.BR423 .AA.1153	Muss	Wenn einem TIM Modul der aktive Führerraum zugeordnet ist, nimmt es den Zustand Master ein.
33091.BR423 .AA.1154	Muss	Wenn einem TIM Modul kein aktiver Führerraum zugeordnet ist, nimmt es den Zustand Slave ein.
33091.BR423 .AA.1155	Muss	Wenn das TIM Modul den Zustand Master einnimmt oder eine beabsichtigte Änderung der Zugkonfiguration stattfindet (Stärken oder Schwächen), führt das TIM Master Modul eine Initialisierung des Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) durch.

33091.BR423 .AA.1156	Muss	Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, fordert das TIM Master Modul <ul style="list-style-type: none"> - den aktuellen Kupplungsstatus und - den aktuellen Status benachbarter TIM Module und - die nominale Länge und - den Integritätsstatus
33091.BR423 .AA.1157	Info	Der Kupplungsstatus wird aus der Verknüpfung relevanter Signale für das Kuppeln gebildet (mechanische und elektrische Kupplung sowie zugehörige Signale).
33091.BR423 .AA.1158	Muss	Wenn das TIM Master Modul <ul style="list-style-type: none"> - den aktuellen Kupplungsstatus und - den aktuellen Status benachbarter TIM Module und - die nominale Länge und - den Integritätsstatus anfordert, überträgt das TIM Slave Modul diese Informationen für die dem TIM Slave Modul zuge
33091.BR423 .AA.1159	Muss	Wenn das TIM Master Modul das TIM Modul zur Ausgabe eines Signals zur Anzeige der bestimmungsgemäßen Funktionsfähigkeit des TIM Moduls auffordert, gibt das TIM Modul dieses an die benachbarten TIM Module aus.
33091.BR423 .AA.1185	Muss	Wenn das TIM Modul eingeschaltet wird, sendet es ein Signal über eine dedizierte Steuerleitung an die benachbarten TIM Module.
33091.BR423 .AA.1160	Muss	Wenn das TIM Master Modul das TIM Modul zum Lesen eines Signals zur Anzeige der bestimmungsgemäßen Funktionsfähigkeit des TIM Moduls auffordert, liest das TIM Modul das Signal ein und ermittelt den Status des Signals (Status benachbarter TIM Module).
33091.BR423 .AA.1161	Muss	Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, ermittelt das TIM Master Modul den Tail-Status (Tail / Non-Tail) der TIM Slave Module im Zug. Dazu wertet das TIM Master Modul den von den TIM Slave Modulen gesendet

33091.BR423 .AA.1162	Muss	Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, stellt das TIM Master Modul sicher, dass für die Berechnung der Zuglänge alle Fahrzeuge berücksichtigt werden (Erkennung von Ghost Trunk bzw. Ghost Tail). Dazu werte
33091.BR423 .AA.1163	Muss	Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, berechnet das TIM Master Modul die Zuglänge und stellt diese als Input für den ETCS Parameter Train Length an die fahrzeugseitige ETCS-Einrichtung bereit. Dazu werte
33091.BR423 .AA.1164	Muss	Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) erkennt unbeabsichtigte Zugtrennungen (Zugabrisse).
33091.BR423 .AA.1165	Muss	Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) erkennt beabsichtigte Änderungen der Zugkonfiguration (Stärken oder Schwächen).
33091.BR423 .AA.1166	Muss	Sofern die Integrität der zugeordneten Fahrzeuge nicht anderweitig sichergestellt ist, ermittelt jedes TIM Modul den Integritätsstatus der zugeordneten Fahrzeuge.
33091.BR423 .AA.1167	Muss	Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert und wenn mindestens ein TIM Slave Modul vorhanden ist, etabliert das TIM Master Modul eine zyklische Kommunikation mit dem TIM Slave Modul mit dem Tail-Status "Tail".
33091.BR423 .AA.1168	Muss	Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, ermittelt das TIM Master Modul den Status der Zugvollständigkeit als "confirmed", - sofern es die Integrität der ihm zugeordneten Fahrzeuge bestätigt und - sofern es
33091.BR423 .AA.1169	Muss	Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert hat, ermittelt das TIM Master Modul den Status der Zugvollständigkeit zyklisch.
33091.BR423 .AA.1170	Muss	Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) stellt den ermittelten Status der Zugvollständigkeit als Input für den ETCS Parameter Train Integrity Status Information an die fahrzeugseitige ETCS-Einrichtung bereit.

33091.BR423 .AA.1186	Muss	Das TIM Master Modul ermittelt den Status der Zugvollständigkeit in SILO und sendet diesen an die TRU.
33091.BR423 .AA.1171	Muss	Wenn die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zuglänge nicht als ETCS Parameter Train Length nutzt oder durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) keine Zuglänge ermittelt wurde,
33091.BR423 .AA.427	Info	Es wird eine Funktionalität zur selbstständigen Ermittlung der Zuglänge bei Start of Mission realisiert.
33091.BR423 .AA.428	Info	Die Zuglänge wird als ETCS Train Length Parameter genutzt.
33091.BR423 .AA.1172	Muss	Die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung nutzt die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zuglänge als ETCS Parameter Train Length.
33091.BR423 .AA.1187	Muss	Das TIM Master Modul berechnet die Zuglänge in SILO und sendet diese an die TRU.
33091.BR423 .AA.429	Info	Im "Data validation window" wird der technisch ermittelte Wert für den ETCS Train Length Parameter bzw. die Zugkonfiguration angezeigt.
33091.BR423 .AA.430	Info	Der ermittelte Zuglängenparameter erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL 4 bzw. einer THR von 1,0E-09/h.
33091.BR423 .AA.1173	Muss	Die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zuglänge erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL 4 bzw. einer THR von 1,0E-09/h.
33091.BR423 .AA.1174	Muss	Wenn eine beabsichtigte Änderung der Zugkonfiguration stattfindet, erkennt das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) die Änderung der Zuglänge mit SIL 4 bzw. einer THR von 1,0E-09/h.
33091.BR423 .AA.431	Info	Die Zuglänge wird mit einer Genauigkeit von max. 1 m ermittelt für den gesamten Zugverband und auf den nächsten ganzzahligen Wert aufgerundet.
33091.BR423 .AA.1175	Muss	Die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) berechnete Zuglänge hat eine Genauigkeit von 0/+1 m und wird auf den nächsten ganzzahligen Wert aufgerundet.

33091.BR423 .AA.432	Info	Es wird eine Funktionalität zur selbstständigen, kontinuierlichen Überwachung der Zugvollständigkeit des gesamten Zugverbands realisiert.
33091.BR423 .AA.1176	Muss	Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelt die Zugvollständigkeit selbstständig und kontinuierlich.
33091.BR423 .AA.433	Info	Der Zugvollständigkeitsstatus wird entsprechend CR 940 zur Verfügung gestellt.
33091.BR423 .AA.1177	Muss	Die Funktionen Ermittlung der Zuglänge und Zugvollständigkeit erfüllen die Anforderungen des CR 940.
33091.BR423 .AA.434	Info	Der Zugvollständigkeitsstatus erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL2 bzw. einer THR von 1,0E-06/h.
33091.BR423 .AA.1178	Muss	Der durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zugvollständigkeitsstatus erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL 2 bzw. einer THR von 1,0E-06/h.
33091.BR423 .AA.435	Muss	Die maximale Offenbarungszeit zur Erkennung und Übermittlung einer Zugtrennung beträgt 3,5 Sekunden.
33091.BR423 .AA.436	Info	Die Offenbarungszeit tOZ ergibt sich aus folgender Formel: $tOZ = tEZ + tÜZ + tZZ$ wobei: Erkennungszeit tEZ: Maximale Zeitdauer, welche die Funktionalität benötigt, um eine Zugtrennung festzustellen. Übertragungszeit tÜZ: Maximale Zeitdauer, welche die Übe
33091.BR423 .AA.437	Info	Alle Fehler der Zugvollständigkeitsüberwachung werden spätestens nach 30 Stunden offenbart.
33091.BR423 .AA.1179	Muss	Alle Fehler des Zugvollständigkeitsüberwachungssystems (TIMS) werden spätestens nach 30 Stunden offenbart.
33091.BR423 .AA.438	Info	Wiederkehrende Prüfung der Elemente der Zugvollständigkeit und der Ermittlung der sicheren Zuglänge, die durch den Tf anzustoßen sind, sind frühestens nach 30 h erforderlich.

33091.BR423 .AA.1180	Muss	Der Selbsttest, der alle Fehler des Zugvollständigkeitsüberwachungssystems (TIMS) offenbart, wird im Rahmen des Einschaltselfsttests und des Prüflaufs für die ETCS-Fahrzeugausrüstung durchgeführt und bedarf keines zusätzlichen Prüflaufs.
33091.BR423 .AA.439	Info	Der Fahrdatenschreiber speichert den Status der Zugvollständigkeit in einer eigenen Spur außerhalb des JRU-Bereiches.
33091.BR423 .AA.1181	Muss	Der Fahrdatenschreiber speichert den durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelten Status der Zugvollständigkeit in einer eigenen Spur außerhalb des JRU-Bereiches.
33091.BR423 .AA.440	--	12 Fahrzeugschnittstellen
33091.BR423 .AA.442	Info	Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen SUBSET 119 und 139 gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication veröffentlichten Vorgaben.
33091.BR423 .AA.443	Info	Der AN nutzt die OCORA-Vorgaben für die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication vorgegebenen Lizenzbedingungen. Er erfüllt die Veröffentlichungsun
33091.BR423 .AA.444	Info	Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung mit den durch OCORA veröffentlichten Vorgaben nach.
33091.BR423 .AA.445	Info	Der AN weist die Konformität zu den durch OCORA vorgegebenen Testfällen, unter Einbeziehung der durch OCORA zur Verfügung gestellten Simulations- und Testumgebung, nach.
33091.BR423 .AA.1054	Muss	Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung entsprechen SUBSET 119 gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication veröffentlichten Vorgaben.
33091.BR423 .AA.1055	Muss	Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen SUBSET 139 gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication veröffentlichten Vorgaben.

33091.BR423 .AA.1056	Muss	Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung entsprechen den für das Fahrzeug relevanten Anteilen des SUBSET 119 Version 1.2.5.
33091.BR423 .AA.1057	Muss	Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen den für das Fahrzeug relevanten Anteilen des SUBSET 139 Version 0.0.21.
33091.BR423 .AA.1058	Muss	Der AN stimmt die Umsetzung der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung mit dem AG ab.
33091.BR423 .AA.1059	Muss	Der AN stimmt die Umsetzung der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung mit dem AG ab.
33091.BR423 .AA.1060	Muss	Der AN liefert eine Beschreibung für alle Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung. Die Beschreibung setzt vom AN unabhängige sachverständige Dritte in die Lage, die Schnittstellen und deren Funktionen ohne weitere Hilfen des AN nachzu
33091.BR423 .AA.1061	Muss	Der AN liefert eine Beschreibung für alle Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung. Die Beschreibung setzt vom AN unabhängige sachverständige Dritte in die Lage, die Schnittstellen und deren Funktionen ohne weitere Hilfen des AN nachzu
33091.BR423 .AA.1062	Muss	Der AN liefert eine Schnittstellenbeschreibung für die Busschnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung mit den Mindestanforderungen entsprechend Anhang DB_An122_Anforderung_Schnittstellenbeschreibung.
33091.BR423 .AA.1063	Muss	Der AN liefert eine Schnittstellenbeschreibung für die Busschnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung mit den Mindestanforderungen entsprechend Anhang DB_An122_Anforderung_Schnittstellenbeschreibung.
33091.BR423 .AA.1064	Muss	Der AN nutzt die OCORA-Vorgaben für die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication vorgegebenen Lizenzbedingungen. Er erfüllt die Veröffentlichungsun

33091.BR423 .AA.1065	Muss	Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung mit den durch OCORA veröffentlichten Vorgaben nach.
33091.BR423 .AA.1066	Muss	Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung mit den durch OCORA veröffentlichten Vorgaben nach.
33091.BR423 .AA.1067	Muss	Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung zu den mit dem AG abgestimmten Schnittstellen nach.
33091.BR423 .AA.1068	Muss	Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung zu den mit dem AG abgestimmten Schnittstellen nach.
33091.BR423 .AA.1069	Muss	Der AN erstellt Testfälle mit Unterstützung der OCORA-Dokumentationen zum Nachweis der Konformität der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung und stimmt diese mit dem AG ab.
33091.BR423 .AA.1070	Muss	Der AN erstellt Testfälle mit Unterstützung der OCORA-Dokumentationen zum Nachweis der Konformität der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung und stimmt diese mit dem AG ab.
33091.BR423 .AA.1071	Muss	Der AN weist die Konformität der mit dem AG abgestimmten Testfälle, der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung, nach.
33091.BR423 .AA.1072	Muss	Der AN weist die Konformität der mit dem AG abgestimmten Testfälle, der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung, nach.
33091.BR423 .AA.1073	Muss	Der AN nutzt die OCORA-Vorgaben für die Testfälle zum Nachweis der Konformität der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication vorgegebenen Lizenzbeding
33091.BR423 .AA.447	--	13 Instandhaltung
33091.BR423 .AA.448	Muss	Der AN übergibt ein Instandhaltungskonzept.

33091.BR423 .AA.449	Muss	Das Instandhaltungskonzept für ETCS besteht aus maximal zwei Fristen: ==> kleine Frist alle 8 Monate, ==> große Frist alle 14 Monate Die Summe beider Fristen zusammen beträgt maximal 5 Fertigungsstunden.
33091.BR423 .AA.450	Muss	Für die ATO-Fahrzeugausrüstung ist keine planmäßige Instandhaltung erforderlich.
33091.BR423 .AA.451	Muss	Alle Instandsetzungen der fahrzeugseitigen Ausrüstung sind innerhalb einer Mean Time To Repair (MTTR) von zwei Stunden möglich.
33091.BR423 .AA.452	Muss	Zur Instandsetzung der fahrzeugseitigen Ausrüstung innerhalb von MTTR zwei Stunden zählen auch alle Anschlusskabel, die sich im Außenbereich des Fahrzeuges befinden.
33091.BR423 .AA.453	Muss	Die ETCS- und die ATO-Fahrzeugausrüstung verfügen über eine MTBF von mindestens 23.000 h.
33091.BR423 .AA.454	Muss	Baugruppen sind ohne Spezialwerkzeug tauschbar.
33091.BR423 .AA.455	Muss	Wenn der AN weitere Einrichtungen am Fahrzeug für das Zusammenwirken mit ETCS anpasst, dann liefert der AN die dadurch notwendigen Änderungen an der Servicesoftware und den dazugehörigen HW-Tools.
33091.BR423 .AA.456	Muss	Für den stabilen Betrieb der Service-Software definiert der AN technische Anforderungen auf Basis handelsüblicher PC-Hardware.
33091.BR423 .AA.457	Muss	Falls der AN plant, Pufferbatterien oder Akkus einzusetzen, begründet er diese Ausnahmefälle gegenüber dem AG. Der AN setzt Pufferbatterien oder Akkus nur mit Genehmigung des AG ein. Falls Pufferbatterien oder Akkus vorhanden sind, bietet das Fahrzeug dem
33091.BR423 .AA.458	Muss	Die Balisenantennen und Radare werden mit dem ETCS-Störschalter stromlos geschaltet.
33091.BR423 .AA.459	--	14 Diagnose
33091.BR423 .AA.285	Muss	Wenn das Fahrzeug in den Betriebszustand "aufgerüstet abgestellt" wechselt, sendet das Fahrzeug die Daten des Fahrtenschreibers seit der letzten Auslesung an einen Server der S-Bahn Stuttgart. AN und AG stimmen die Schnittstelle des Servers ab.

33091.BR423 .AA.483	Muss	Das Fahrzeug sendet bei festzulegenden Ereignissen, auf Anforderung des Tf und auf Anforderung von außerhalb des Fahrzeugs alle relevanten Daten der letzten 24 Stunden für Fehleranalysen der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung, sowie der Schnittstellen zum F
33091.BR423 .AA.286	Muss-Option	Der AN liefert ein Backoffice zum Empfang der Fahrdaten und aller relevanten Daten für Fehleranalysen der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung.
33091.BR423 .AA.485	Muss	Der AN ermöglicht dem AG den Zugriff auf alle relevanten Daten für Fehleranalysen der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung.
33091.BR423 .AA.460	Muss	Die Fehlermeldungen neu eingebauter und angepasster Komponenten ermöglichen eine eindeutige Lokalisierung der Fehlerursache auf der Ebene kleinste tauschbare Einheit und enthalten einen aussagekräftigen Fehlertext. (MEZ, Fehlerklasse, Fehlerart, Fehlerur
33091.BR423 .AA.461	Muss	Die neu eingebauten Komponenten sind entsprechend dem Diagnosekonzept der jeweiligen Baureihe integriert.
33091.BR423 .AA.462	Muss	Die neu eingebauten Komponenten geben die Fehlermeldungen an die Fahrzeugdiagnose.
33091.BR423 .AA.463	Muss	Die Fahrzeugdiagnose leitet die Fehlermeldungen an die Instandhaltung weiter und zeigt die Meldungen dem Triebfahrzeugführer an.
33091.BR423 .AA.464	Muss	Das Fahrzeug zeigt dem Tf Fehler an, die zu betrieblichen Störungen führen.
33091.BR423 .AA.465	Muss	Der AN integriert die Abhilfetexte für die neuen oder angepassten Fehlermeldungen der Fahrzeugdiagnose.
33091.BR423 .AA.466	Muss	Abhilfetexte sind zu unterscheiden nach $v > 0$ und $v = 0$.
33091.BR423 .AA.467	Muss	Der AN stellt die betrieblichen Auswirkungen der Fehler dar und stimmt die Diagnosetexte (inkl. short messages) mit dem AG ab.
33091.BR423 .AA.468	--	15 Einsatzbedingungen
33091.BR423 .AA.469	Muss	Das Fahrzeug kann nach dem Umbau unter den gleichen Einsatzbedingungen wie bisher betrieben werden.
33091.BR423 .AA.470	Muss	Das Fahrzeug funktioniert ohne Einschränkungen im Temperaturbereich T1 (-25 °C bis +40 °C außerhalb des Fahrzeugs) gemäß EN 50125-1.

33091.BR423 .AA.471	Muss	Das Fahrzeug kann uneingeschränkt unter folgenden Bedingungen verkehren: <ul style="list-style-type: none"> · relative Luftfeuchtigkeit bis 100% · Schneefall einschließlich Flugschnee · Regen · Hagel (Korngröße < 15 mm Durchmesser) · Eis und Raureif · niederschlagende Feuchtigkeit außen un
33091.BR423 .AA.472	Muss	Sämtliche unterflur angebrachten Komponenten sind vor Schotterflug und Eisabwurf geschützt.
33091.BR423 .AA.473	Muss	Bewegte Elemente und speziell Kabel scheuern nicht an hervorstehenden Bauteilen.
33091.BR423 .AA.474	Muss	Das Zugbeeinflussungssystem beeinflusst andere Systeme des Fahrzeuges nicht störend.
33091.BR423 .AA.475	Muss	Die Zugbeeinflussungsanlage wird von anderen Systemen des Fahrzeuges nicht störend beeinflusst.
33091.BR423 .AA.476	Muss	Die ETCS-Fahrzeugausrüstung hat inkl. Funk, DMI und Rekorder einen max. Energiebedarf von 510 W.
33091.BR423 .AA.477	Muss	Die ATO-Fahrzeugausrüstung hat einen Energiebedarf von max. 100 W.
33091.BR423 .AA.478	Muss	Bei der BR 423 können für den Einbau von ETCS und ATO die Radsätze mit folgenden zusätzlichen Massen belastet werden. 423.0 Radsatz 1 150 kg 423.0 Radsatz 2 150 kg 423.0 Radsatz 3 30 kg 433.0 Radsatz 4 30 kg 433.0 Radsatz 5 30 kg 433.5 Radsatz 6 30 kg
33091.BR423 .AA.480	Muss	Die ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung sind für die BR 423 für eine Lebensdauer von 15 Jahren auszulegen.

Anforderungsgrund
Info
Info
Info
Info
Info
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Angebotsbewertung
Angebotsbewertung
Angebotsbewertung
Förderrichtlinie DKS
Info

Angebotsbewertung
Angebotsbewertung
Angebotsbewertung
Förderrichtlinie DKS
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges, Sicherheit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Förderrichtlinie DKS
sonstiges, EMU Optimierung
sonstiges, EMU Optimierung
Förderrichtlinie DKS
Bedienbarkeit
Bedienbarkeit
sonstiges
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Innovation
Innovation
Innovation

Innovation
Förderrichtlinie DKS
Innovation
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Innovation
Förderrichtlinie DKS
Innovation
Innovation
Förderrichtlinie DKS
Innovation
Förderrichtlinie DKS
Info

Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Angebotsbewertung
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Info
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Beibehaltung Bedienbarkeit
Info
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Beibehaltung Bedienbarkeit
Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Bedienbarkeit
sonstiges, EMU Optimierung
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Info

Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Beibehaltung Bedienbarkeit
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Info
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Info
Info
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Info
Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS

Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS
Info
Info
Info
Info
Info
Föderrichtlinie DKS
Föderrichtlinie DKS

Innovation
Innovation
Förderrichtlinie DKS
Förderrichtlinie DKS
Innovation
Innovation
Innovation
Innovation
Innovation
Info
Förderrichtlinie DKS

Beibehaltung Instandhaltbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Förderrichtlinie DKS
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Info
sonstiges

sonstiges
sonstiges
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Info
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Anforderungsgrund BR 423	Anzahl Spalte1	
Angebotsbewertung	7	2%
Bedienbarkeit	7	2%
Beibehaltung Bedienbarkeit	65	20%
Förderrichtlinie DKS	172	53%
Info	24	7%
Innovation	17	5%
Beibehaltung Instandhaltbarkeit	10	3%
Sonstiges	21	7%
Ergebnis	323	

ID
33091.Dosto_PZB.AA.6
33091.Dosto_PZB.AA.7
33091.Dosto_PZB.AA.8
33091.Dosto_PZB.AA.9_NA
33091.Dosto_PZB.AA.10
33091.Dosto_PZB.AA.11
33091.Dosto_PZB.AA.12
33091.DOSTO_NA_01
33091.DOSTO_NA_02
33091.DOSTO_NA_03
33091.DOSTO_NA_04
33091.DOSTO_NA_05
33091.Dosto_PZB.AA.13
33091.Dosto_PZB.AA.16
33091.Dosto_PZB.AA.16A
33091.Dosto_PZB.AA.17
33091.Dosto_PZB.AA.18
33091.Dosto_PZB.AA.19
33091.Dosto_PZB.AA.20
33091.Dosto_PZB.AA.21
33091.DOSTO_NA_06
33091.Dosto_PZB.AA.22
33091.Dosto_PZB.AA.24_NA
33091.Dosto_PZB.AA.24A
33091.Dosto_PZB.AA.25
33091.Dosto_PZB.AA.26
33091.Dosto_PZB.AA.27
33091.Dosto_PZB.AA.28
33091.Dosto_PZB.AA.29

33091.DOSTO_NA_07
33091.DOSTO_NA_08
33091.Dosto_PZB.AA.30
33091.Dosto_PZB.AA.31
33091.Dosto_PZB.AA.32_NA
33091.Dosto_PZB.AA.33
33091.Dosto_PZB.AA.34
33091.Dosto_PZB.AA.35
33091.Dosto_PZB.AA.36
33091.Dosto_PZB.AA.37
33091.Dosto_PZB.AA.38_NA
33091.DOSTO_NA_09
33091.Dosto_PZB.AA.39
33091.Dosto_PZB.AA.40
33091.DOSTO_NA_10
33091.DOSTO_NA_11
33091.Dosto_PZB.AA.40A
33091.Dosto_PZB.AA.41
33091.Dosto_PZB.AA.239_NA
33091.Dosto_PZB.AA.240
33091.Dosto_PZB.AA.241
33091.Dosto_PZB.AA.42
33091.Dosto_PZB.AA.243_NA
33091.Dosto_PZB.AA.44
33091.Dosto_PZB.AA.45_NA
33091.Dosto_PZB.AA.46
33091.Dosto_PZB.AA.47_NA

33091.Dosto_PZB.AA.48
33091.Dosto_PZB.AA.49_NA
33091.Dosto_PZB.AA.50
33091.Dosto_PZB.AA.51
33091.Dosto_PZB.AA.52
33091.Dosto_PZB.AA.53
33091.Dosto_PZB.AA.54
33091.Dosto_PZB.AA.55
33091.Dosto_PZB.AA.56
33091.Dosto_PZB.AA.56A
33091.Dosto_PZB.AA.57
33091.Dosto_PZB.AA.58
33091.Dosto_PZB.AA.59
33091.Dosto_PZB.AA.60
33091.DOSTO_NA_12
33091.DOSTO_NA_13
33091.DOSTO_NA_14
33091.Dosto_PZB.AA.61
33091.DOSTO_NA_15
33091.DOSTO_NA_16
33091.DOSTO_NA_16A
33091.Dosto_PZB.AA.62_NA
33091.DOSTO_NA_17
33091.DOSTO_NA_18
33091.DOSTO_NA_19
33091.Dosto_PZB.AA.63
33091.Dosto_PZB.AA.63A
33091.Dosto_PZB.AA.63B
33091.Dosto_PZB.AA.65
33091.Dosto_PZB.AA.66
33091.Dosto_PZB.AA.67
33091.Dosto_PZB.AA.68
33091.DOSTO_NA_20
33091.DOSTO_NA_21

33091.DOSTO_NA_22
33091.DOSTO_NA_23
33091.DOSTO_NA_24
33091.DOSTO_NA_25
33091.DOSTO_NA_26
33091.DOSTO_NA_27
33091.DOSTO_NA_28
33091.DOSTO_NA_29
33091.DOSTO_NA_30
33091.DOSTO_NA_31
33091.DOSTO_NA_32
33091.DOSTO_NA_33
33091.DOSTO_NA_34
33091.DOSTO_NA_35
33091.DOSTO_NA_36
33091.DOSTO_NA_37
33091.DOSTO_NA_38
33091.DOSTO_NA_39
33091.DOSTO_NA_40
33091.DOSTO_NA_41
33091.DOSTO_NA_42
33091.Dosto_PZB.AA.69_NA
33091.DOSTO_NA_43
33091.DOSTO_NA_44
33091.DOSTO_NA_45
33091.DOSTO_NA_46
33091.DOSTO_NA_47
33091.DOSTO_NA_48
33091.Dosto_PZB.AA.70

33091.DOSTO_NA_49
33091.DOSTO_NA_50
33091.DOSTO_NA_51
33091.DOSTO_NA_52
33091.DOSTO_NA_53
33091.Dosto_PZB.AA.71
33091.Dosto_PZB.AA.72
33091.Dosto_PZB.AA.73_NA
33091.Dosto_PZB.AA.75
33091.Dosto_PZB.AA.76
33091.DOSTO_NA_54
33091.DOSTO_NA_55
33091.DOSTO_NA_56
33091.DOSTO_NA_57
33091.DOSTO_NA_58
33091.DOSTO_NA_59
33091.DOSTO_NA_60
33091.DOSTO_NA_61
33091.DOSTO_NA_62
33091.DOSTO_NA_63
33091.Dosto_PZB.AA.77
33091.Dosto_PZB.AA.84
33091.Dosto_PZB.AA.85
33091.Dosto_PZB.AA.86
33091.Dosto_PZB.AA.87
33091.Dosto_PZB.AA.91
33091.Dosto_PZB.AA.92
33091.Dosto_PZB.AA.93
33091.Dosto_PZB.AA.94
33091.Dosto_PZB.AA.97
33091.Dosto_PZB.AA.98
33091.Dosto_PZB.AA.99
33091.Dosto_PZB.AA.103
33091.DOSTO_NA_64

33091.Dosto_PZB.AA.105
33091.Dosto_PZB.AA.106
33091.Dosto_PZB.AA.109
33091.Dosto_PZB.AA.110
33091.Dosto_PZB.AA.111
33091.Dosto_PZB.AA.112
33091.Dosto_PZB.AA.113
33091.Dosto_PZB.AA.114
33091.Dosto_PZB.AA.115
33091.Dosto_PZB.AA.116
33091.Dosto_PZB.AA.117
33091.Dosto_PZB.AA.118
33091.Dosto_PZB.AA.119
33091.Dosto_PZB.AA.120
33091.Dosto_PZB.AA.121
33091.Dosto_PZB.AA.122_NA
33091.Dosto_PZB.AA.123
33091.Dosto_PZB.AA.124
33091.Dosto_PZB.AA.125
33091.Dosto_PZB.AA.126
33091.Dosto_PZB.AA.127
33091.Dosto_PZB.AA.128
33091.Dosto_PZB.AA.129
33091.Dosto_PZB.AA.130
33091.Dosto_PZB.AA.131
33091.DOSTO_NA_65
33091.Dosto_PZB.AA.134
33091.Dosto_PZB.AA.135
33091.Dosto_PZB.AA.136
33091.Dosto_PZB.AA.138_NA

33091.Dosto_PZB.AA.139
33091.Dosto_PZB.AA.140
33091.Dosto_PZB.AA.142
33091.Dosto_PZB.AA.238
33091.DOSTO_NA_66
33091.DOSTO_NA_67
33091.DOSTO_NA_68
33091.DOSTO_NA_69
33091.DOSTO_NA_70
33091.DOSTO_NA_71
33091.DOSTO_NA_72
33091.DOSTO_NA_73
33091.DOSTO_NA_74
33091.DOSTO_NA_75
33091.DOSTO_NA_76
33091.DOSTO_NA_77

33091.DOSTO_NA_78

33091.DOSTO_NA_79

33091.DOSTO_NA_80

33091.DOSTO_NA_81

33091.DOSTO_NA_82

33091.DOSTO_NA_83

33091.DOSTO_NA_84

33091.DOSTO_NA_85

33091.DOSTO_NA_86

33091.DOSTO_NA_87

33091.DOSTO_NA_88

33091.DOSTO_NA_89

33091.DOSTO_NA_90
33091.DOSTO_NA_91
33091.DOSTO_NA_92
33091.DOSTO_NA_93
33091.DOSTO_NA_94
33091.DOSTO_NA_95
33091.DOSTO_NA_96
33091.DOSTO_NA_97
33091.DOSTO_NA_98
33091.Dosto_PZB.AA.146B_NA
33091.Dosto_PZB.AA.154
33091.Dosto_PZB.AA.156
33091.Dosto_PZB.AA.157
33091.Dosto_PZB.AA.158
33091.DOSTO_NA_99
33091.Dosto_PZB.AA.159
33091.Dosto_PZB.AA.225_NA
33091.Dosto_PZB.AA.160
33091.Dosto_PZB.AA.222
33091.Dosto_PZB.AA.161
33091.Dosto_PZB.AA.163_NA

33091.DOSTO_NA_100
33091.DOSTO_NA_101
33091.DOSTO_NA_102
33091.DOSTO_NA_103
33091.DOSTO_NA_104
33091.DOSTO_NA_105
33091.DOSTO_NA_106
33091.DOSTO_NA_107
33091.DOSTO_NA_108
33091.DOSTO_NA_109
33091.DOSTO_NA_110
33091.DOSTO_NA_111
33091.DOSTO_NA_112
33091.DOSTO_NA_113
33091.DOSTO_NA_114
33091.DOSTO_NA_115
33091.DOSTO_NA_116
33091.DOSTO_NA_117
33091.DOSTO_NA_118

33091.DOSTO_NA_119
33091.DOSTO_NA_120
33091.DOSTO_NA_121
33091.DOSTO_NA_122
33091.DOSTO_NA_123
33091.DOSTO_NA_124
33091.Dosto_PZB.AA.164
33091.Dosto_PZB.AA.166_NA
33091.Dosto_PZB.AA.167
33091.Dosto_PZB.AA.168_NA
33091.Dosto_PZB.AA.169_NA
33091.Dosto_PZB.AA.170_NA
33091.Dosto_PZB.AA.171_NA
33091.Dosto_PZB.AA.172_NA
33091.Dosto_PZB.AA.173
33091.Dosto_PZB.AA.174
33091.Dosto_PZB.AA.175_NA
33091.Dosto_PZB.AA.176_NA

33091.Dosto_PZB.AA.177_NA
33091.Dosto_PZB.AA.178
33091.DOSTO_NA_125
33091.DOSTO_NA_126
33091.DOSTO_NA_127
33091.DOSTO_NA_128
33091.DOSTO_NA_129
33091.DOSTO_NA_130
33091.DOSTO_NA_131
33091.DOSTO_NA_132
33091.DOSTO_NA_133
33091.DOSTO_NA_134
33091.DOSTO_NA_135
33091.DOSTO_NA_136
33091.DOSTO_NA_137
33091.DOSTO_NA_138
33091.DOSTO_NA_139
33091.DOSTO_NA_140
33091.DOSTO_NA_141
33091.DOSTO_NA_142
33091.DOSTO_NA_143
33091.DOSTO_NA_144
33091.Dosto_PZB.AA.185
33091.Dosto_PZB.AA.186
33091.Dosto_PZB.AA.187
33091.Dosto_PZB.AA.188

33091.Dosto_PZB.AA.189
33091.Dosto_PZB.AA.190
33091.Dosto_PZB.AA.191
33091.Dosto_PZB.AA.192
33091.Dosto_PZB.AA.193
33091.Dosto_PZB.AA.194
33091.Dosto_PZB.AA.195
33091.Dosto_PZB.AA.196
33091.Dosto_PZB.AA.197
33091.Dosto_PZB.AA.198
33091.Dosto_PZB.AA.199
33091.Dosto_PZB.AA.200
33091.Dosto_PZB.AA.201
33091.Dosto_PZB.AA.202
33091.Dosto_PZB.AA.203
33091.Dosto_PZB.AA.204
33091.Dosto_PZB.AA.205
33091.Dosto_PZB.AA.206
33091.Dosto_PZB.AA.207
33091.Dosto_PZB.AA.208
33091.Dosto_PZB.AA.209
33091.DOSTO_NA_145
33091.Dosto_PZB.AA.210
33091.Dosto_PZB.AA.211
33091.Dosto_PZB.AA.212

Anforderungstext
1 Systemspezifikation und Zulassung
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung entspricht CCS TSI Annex A Set of specifications 3 (B3 R2 (SRS 3.6.0) GSM-R
Für die ETCS-Fahrzeugausrüstung sind die CRs aus dem ERA-Dokument ERA/OPI/2020-2, sowie veröffentlichten Change Requests (CRs), die im Digitalen Knoten Stuttgart benötigt werden und die sicherheitsrelevanten CRs, über die ERA/OPI/2020-2 hinaus, umzusetzen.
ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen TSI ZZS 2022 mit der höchsten Spezifikationsgruppe.
Das Fahrzeug erfüllt die Anforderungen der EBA-Bekanntgabe 09 des AK ZZS.
Das Fahrzeug beherrscht die Level 0, 1 (inklusive Mode LS), 2 und NTC PZB.
Das Fahrzeug beherrscht Level 3.
Für die IT- und OT-Security der ETCS-/ATO-Fahrzeugausrüstung und deren Integration ins Fahrzeug sind mindestens folgende Normen zu berücksichtigen: - ISO 27001 - IEC 62443
Der AN führt eine Bedrohungs- und Risikoanalyse für IT und OT-Security für die ETCS-/ATO-Fahrzeugausrüstung sowie deren Integration ins Fahrzeug gemäß IEC 62443 oder vergleichbaren Normen
Der AN übergibt die Ergebnisse aus der Bedrohungs- und Risikoanalyse und eine Beschreibung des angewandten Vorgehens an den AG in digitaler und verarbeitbarer Form.
Der AN übergibt dem AG ein IT- und OT-Sicherheitskonzept der ETCS-/ATO-Fahrzeugausrüstung und deren Integration ins Fahrzeug, das mindestens die Beschreibung der angewendeten IT- und OT-Sicherheitsmethodik und die vorgesehenen Schutzmaßnahmen zur Beherrschung der in der Bedrohungs- und
Der AN setzt die Schutzmaßnahmen aus dem IT- und OT-Sicherheitskonzept um.
Der Auftragnehmer (AN) führt Tests für die generische Entwicklung in eigener Regie durch. Diese sind nicht Bestandteil des Projektes.
Der AN führt die ETCS System Compatibility Tests bzw. Netzzugangstests für alle mit ETCS ausgerüsteten Strecken der DB Netz AG durch.
Das Fahrzeug erfüllt die Anforderungen für den Betrieb auf den schweizer Grenzbetriebsstrecken - Basel Bad Bf - Basel SBB PB - Basel SBB PB - Basel SBB RB - Basel SBB RB - Basel Bad Bf - Konstanz - Kreuzlingen - Gemeinschaftsbahnhof Schaffhausen
Auf den deutschen Eisenbahnstrecken auf Schweizer Gebiet befindet sich das Fahrzeug in deutscher
2 Modul Fahrzeugeinrichtung
Der AN erstellt ein Konzept zur mechanischen Integration der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung in das
Der AN erstellt ein Konzept zur funktionalen Integration der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung in das
Der AN erstellt eine ETCS/ATO-Architektur inkl. aller Schnittstellen zu vorhandenen Systemen.
Der AN setzt die Transitionen zwischen ETCS und NTC nach TLH 4 Anhang 3 der DB Netz AG um.
Falls nur das führende Fahrzeug einer Doppel- oder Mehrfachtraktion mit ETCS ausgerüstet ist, ist der gesamte Zugverband fähig im ETCS-Betrieb zu verkehren.
Die Fahrzeuge verkehren in Einfach- und Mehrfachtraktion im PZB-, ETCS- und ATO-Betrieb.
Der Fahrtenschreiber registriert die nationalen Fahrdaten und die Fahrdaten nach Subset-027. und Subset-
Das ETCS-Fahrzeugausrüstung verfügt über die Funktion Euroloop.
Das Fahrzeug verfügt in jedem Führerraum über einen ETCS-Störschalter für die ETCS-Fahrzeugausrüstung.
Der ETCS-Störschalter ist gegen ungewollte Betätigung gesichert.
Der ETCS-Störschalter schaltet die ETCS-Fahrzeugausrüstung vom Bremszugriff ab.
Das Ausschalten des ETCS-Störschalters verhindert die ETCS-Traktionsabschaltung.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung im geführten Fahrzeug führt keine Traktions Sperre oder Bremsung durch.

Sofern mehrere ETCS-Störschalter auf die ETCS-Fahrzeugausrüstung wirken, berücksichtigt die ETCS-Fahrzeugausrüstung nur den ETCS-Störschalter im aktiven Führerraum.
Wenn kein Führerraum aktiv ist, berücksichtigt die ETCS-Fahrzeugausrüstung den ETCS-Störschalter des zuletzt aktiven Führerraums.
Die Zugbeeinflussung wird von dem Triebfahrzeugführer (Tf) ohne die Betätigung von Absperrhähnen
Das Fahrzeug hat die Funktion ETCS Service Brake.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung prüft alle ETCS-Wirkwege der ETCS-Emergency Brake einzeln und unabhängig.
Das DMI zeigt nur Track Conditions an, welche für das Fahrzeug relevant sind.
Die Schnittstelle und die Tools zum Einbringen der digitalen kryptographischen Schlüssel bieten den Mitarbeitern des Auftraggebers (AG) die Möglichkeit, die Schlüsseldaten in die Fahrzeuge einzubringen. Die Erstinbetriebnahme der ETCS-Fahrzeugausrüstung ist von dieser Anforderung ausgenommen.
Die Tools für das Offline-Keymanagement stellen für die Übertragung auf das Fahrzeug sicher, dass die Keys und KTrans nicht offen übertragen werden oder die Übertragung so gesichert ist, dass das Instandhaltungspersonal die Keys und KTrans nicht erkennt.
Die technische Umsetzung des Keymanagements stellt sicher, dass im Rahmen der dezentralen Instandhaltung mindestens 100 Handwerker-Keys und KTrans in die ETCS-Fahrzeugausrüstung einbringen
Der AN realisiert den fahrzeugseitigen Anteil des Online-Keymanagements nach SUBSET-137.
Sofern das Fahrzeug über nicht angetriebene Radsätze verfügt, verwendet die ETCS-Fahrzeugausrüstung diese für die Wegimpulsgeber.
Das Odometriesystem erfüllt die normenbedingten Anforderungen in allen Einsatzbedingungen (insbesondere winterliche Witterungsbedingungen) des Fahrzeugs. Der AN stimmt die anzuwendende
Im ungestörten Betrieb oder im Betrieb mit verminderter Verfügbarkeit des Odometriesystems kommt es zu keiner Bremsung aus der ETCS-Fahrzeugausrüstung auf Grund von Odometrie-problemen.
Die Parametrierung der Verzögerungswerte entspricht dem Gamma-Bremmodell.
Für das Verzögerungsmodell ist die maximal mögliche Anzahl der Geschwindigkeitsstufen nach SUBSET-026-3 zu verwenden.
Das Verzögerungsmodell deckt den Bereich der abgeschalteten speziellen Bremse (z.B. Magnetschienenbremse, Wirbelstrombremse usw.) mit mindestens einer Geschwindigkeitsstufe ab.
Der Bremsweg der Bremskurve EBD beträgt bei Einfachtraktion bei Nutzung des Gamma-Bremmodells mit einem Vertrauensniveau (Emergency Brake Confidence Level, EBCL) von 7 für eine Bremsung aus einer Geschwindigkeit von 160 km/h auf 0 km/h in der Ebene höchstens 1.000 m.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung verwendet KDry_rst-Faktoren, die abhängig sind von der Zuglänge.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung bietet dem AG die Möglichkeit, mindestens 15 Datensets für das Bremsmodell in Einfach-, Doppel- und Dreifach-/Vierfachtraktion zu bilden. <u>Zur Bestimmung der Kdry_rst-Faktoren ist dabei das Ausfallverhalten für alle vier möglichen Zuglängen (z. B. durch Monte-Carlo-Simulation) zu</u>
Der AG hat die Möglichkeit, in Abhängigkeit von den Brems-hundertsteln für die Parametrierung der Verzögerungswerte das Lambda- oder Gamma-Bremmodell auszuwählen.
Der AG hat die Möglichkeit, in Abhängigkeit von der Zuglänge für die Parametrierung der Verzögerungswerte das Lambda- oder Gamma-Bremmodell auszuwählen.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung rechnet mit KDry_rst-Faktoren in Schritten von maximal 0,01.
Das ETCS-Fahrzeuggerät berücksichtigt bei der Ermittlung der Bremskurve die nominalen rotierenden Massen–mit einem angepassten Wert für M_rotating_max und M_rotating_min über alle Kombinationen der Einfach- und Mehrfachtraktion.
Das Fahrzeug hat die Funktion Cold Movement Detection für ETCS zum Aufstarten mit einer sicheren
Der Cold Movement Detector erhält im Inneren des Fahrzeugs, eine Einrichtung zum Zurücksetzen, die während des Fahrgastbetriebes für den Triebfahrzeugführer gut zugänglich ist.
Das Fahrzeug, die ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung haben eine gemeinsame Zeit auf Basis der UTC mit einer Abweichung von maximal einer Sekunde.
Der Hauptschalter wird 1 Sekunde vor Erreichen eines „stromlosen Bereichs mit auszuschaltendem Hauptschalter“ als Rückfallebene durch die Fahrzeugausrüstung ausgeschaltet.

Der Hauptschalter ist vor Erreichen eines „stromlosen Bereichs mit auszuschaltendem Hauptschalter“
Der Stromabnehmer wird 10 Sekunden vor Erreichen eines „stromlosen Bereichs mit zu senkendem Stromabnehmer“ als Rückfallebene durch die Fahrzeugausrüstung gesenkt.
Der Stromabnehmer ist vor Erreichen eines „stromlosen Bereichs mit zu senkendem Stromabnehmer“
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung sendet Position-Reports spätestens 1,0 s nach dem Lesen der zugehörigen
Der AN teilt 6 Monate nach Vergabe die Dauer vom Eingang der definierten Movement Authority an der ETCS-GSM-R-Antenne bis zur Anzeige der Movement Authority im DMI mit.
Der AN verwendet als definierte Movement Authority eine Movement Authority mit mindestens drei Neigungswechseln, einem Geschwindigkeitswechsel, dreißig verlinkten Balisen, D-Weg und Overlap.
Der AN teilt 6 Monate nach Vergabe die maximale Dauer zur Verarbeitung einer Balise und dem Senden des Position-Reports an das RBC mit.
Der AN ermittelt bis 12/2023 die Dauer vom Eingang einer realen Movement Authority, die vom AG geliefert wird, an der ETCS-GSM-R-Antenne bis zur Anzeige der Movement Authority im DMI.
Der AN ermittelt bis 05/2024 die maximale Dauer zur Verarbeitung einer im Bereich Stuttgart ortsverlegten Balise und dem Senden des Position-Reports an das RBC mit dem Fahrzeugprototypen.
Die Fahrzeugarchitektur muss in der Lage sein, Informationen des ETCS-Fahrzeugeräts über die Länge, die Höhe und die Seite des Bahnsteigs sicher zu lesen, zu verarbeiten und entsprechend automatisiert an die Türsteuerung zu geben. Dies gilt auch im ATO-Betrieb. Die daraus folgenden Regeln sind mit dem AG
3 Modul PZB
Das Fahrzeug ist mit einer PZB-Fahrzeugausrüstung ausgerüstet.
Das NTC PZB ist "Stand Alone" nutzbar.
Falls eine Störung der PZB-Fahrzeugausrüstung auftritt, dann ist die Funktion "PZB" separat abschaltbar.
Sofern mehrere PZB-Störschalter auf die PZB-Fahrzeugausrüstung wirken, berücksichtigt die PZB-Fahrzeugausrüstung nur den PZB-Störschalter im aktiven Führerraum.
Wenn kein Führerraum aktiv ist, berücksichtigt die PZB-Fahrzeugausrüstung den PZB-Störschalter des zuletzt aktiven Führerraums.
Falls der Triebfahrzeugführer den Level PZB / LZB auswählt, löst die ETCS-Fahrzeugausrüstung eine
4 Funkausrüstung
Die Architektur der Funkausrüstung entspricht der Abbildung im Anhang 11 zur Anlage 1.
Die Funkausrüstung ermöglicht alle Betriebsszenarien gemäß der Abbildung und der Tabelle im Anhang 12
Die FRMCS-Vorrüstung entspricht Anhang 15 zur Anlage 1.
Die Antennen des Fahrzeugs sind voneinander entkoppelt.
Zur Antennen- /Frequenzkopplung sind Sperrfilter einzusetzen.
Für FRMCS und 4G/5G für ATO sind ausschließlich MIMO-Antennen einzusetzen.
FRMCS und GSM-R verwenden jeweils zwei Antennen, deren Signalwege zu den entsprechenden Geräten
Die ETCS- und ATO-Antennen sind auf dem Zugdach auf Montageplatten angebracht.
Die Montageplatten für die ETCS- und ATO-Antennen sind so ausgeführt, dass die Antennen von außen montiert und demontiert werden können.
Die Montageplatten für die ETCS- und ATO-Antennen sind mit einem Lochbild für die Antennen entsprechend "DB_An121_Montageplatten_Antenne_Zugdach" (siehe Anh. 3 - DB_An121_Montagepl.)
Alle ETCS-Funkantennenkabel sind tauglich für den Einsatz von 0,7 GHz bis 1,9 GHz.
Die GSM-R-Funkausrüstung entspricht den Anforderungen gemäß GPRS/EGPRS requirements for ETCS (ETSI TS 103.328) Version 1.1.1.
GSM-R-Funkmodule funktionieren im erweiterten UIC (E-UIC) Frequenzband 873-880/918-925 MHz.
Der AN führt die notwendigen Tests für das erweiterte UIC (E-UIC) Frequenzband 873-880/918-925 MHz der
Das Fahrzeug verfügt über ein voll funktionsfähiges FRMCS mindestens über 5G für ATO-, ETCS-, Diagnose-, Sprachfunk- und EBU-La-Funktionen.
Die Komplettierung, die Vervollständigung und HdF der FRMCS-Ausrüstung (inklusive Inbetriebnahme) werden innerhalb von 2 Tagen abgeschlossen.

Das Fahrzeug verfügt mindestens über ausreichenden Einbauraum für die Modems, Filter, FRMCS-Gateways und ggfs. weitere Komponenten sowie deren Befestigungsmöglichkeiten.
Die erforderlichen Antennenkabel zu den Einbauräumen der FRMCS-Ausrüstung sind vorgerüstet.
Der AN stimmt den Einsatz von Steckverbindungen bei den Antennenkabeln mit dem AG ab.
Die Einbauräume der FRMCS-Ausrüstung haben eine ausreichende Stromversorgung für die vorgesehene FRMCS-Ausrüstung.
Die Einbauräume der FRMCS-Ausrüstung haben eine ausreichende Klimatisierung für die vorgesehene FRMCS-
Der AN setzt das mit dem AG abgestimmte FRMCS-Migrationskonzept für den Digitalen-Knoten-Stuttgart um.
Sofern in der TSI ZZS 2022 die Nachweise der FRMCS-Funktionen nicht spezifiziert sind, weist der AN die FRMCS-Funktionen analog den gültigen GSM-R-Spezifikationen oder ähnlichen vergleichbaren Spezifikationen nach, dies gilt auch für die Umschaltung zwischen verschiedenen Funksystemen.
Der AN liefert dem AG einen Umsetzungsplan für die Aufrüstbarkeit und Aktualisierbarkeit der FRMCS-Funktionen über die gesamte Projektlaufzeit.
Der AN liefert dem AG ein Konzept für die Aufrüstbarkeit und Aktualisierbarkeit der FRMCS-Funktionen über die gesamte Projektlaufzeit.
Die FRMCS-Ausrüstung stellt mindestens 10 freie Ethernetports als Schnittstelle für zukünftige FRMCS-Funktionen zur Verfügung.
Die FRMCS-Ausrüstung verfügt über eine Ethernet Switch-Funktion, die alle angebundene Applikationen der FRMCS-Funktionen trennt.
Ausfälle von Geräten beeinflussen andere angebundene Applikationen und die FRMCS-Kommunikation nicht
Das SUBSET 146 wird umgesetzt.
Das FRMCS-Gateway gewährleistet, dass die Anwendungen, die die FRMCS-Kommunikation nutzen,
Die fahrzeugseitige FRMCS-Ausrüstung beeinflusst die ATO-Funktion nicht negativ.
Der AN stellt sicher, dass Updates oder Upgrades der ETCS- und FRMCS-Ausrüstung die FRMCS-Funktionen der Systeme im Fahrzeug nicht störend beeinflussen.
Die Software der FRMCS-Ausrüstung ist jederzeit Downgrade-fähig.
Der AN stellt sicher, dass Updates oder Upgrades der fahrzeugseitigen FRMCS-Ausrüstung die netzspezifischen FRMCS-Funktionen und die Eigenschaften des FRMCS-Gesamtsystems nicht störend
Der AN führt Updates oder Upgrades der ETCS- und FRMCS-Ausrüstung so durch, dass die Sicherheits- und Cybersicherheitsstandards eingehalten werden.
Die FRMCS-Ausrüstung unterstützt die Frequenzbänder gemäß den FRMCS-Spezifikationen bzw. den 3GPP
Die FRMCS-Ausrüstung unterstützt die Kommunikation in den UIC-Frequenzbereichen 900 MHz und 1,9 GHz gemäß "DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2021/1730 DER KOMMISSION vom 28. September 2021" mit
Der AN realisiert die Trennung von applikations- und safetybezogenen Funktionen in EuroRadio von kommunikationsbezogenen Funktionen, so dass das Upgrade auf TSI ZZS 2022 nur für die kommunikationsbezogenen Funktionen möglich ist.
Der AN weist die Kriterien für die Aufteilung der kommunikations- und safetybezogenen Funktionen des
Das EuroRadio kommuniziert abhängig von der streckenseitigen Ausrüstung über GSM-R oder FRMCS.
Der AN weist gemäß Subset 37-1, 37-2 und 37-3 die Rückwirkungsfreiheit der kommunikationsbezogenen Funktionen in EuroRadio zu den applikations- und safetybezogenen Funktionen in EuroRadio systematisch durch die Software-Architektur nach.
Der AN weist die Trennung von applikations- und safetybezogenen Funktionen in EuroRadio von kommunikationsbezogenen Funktionen, vor Beginn der Ausrüstung der FiC-Fahrzeuge, systematisch durch die Software-Architektur nach.
Der AN stellt sicher, dass die EuroRadio-Software jederzeit downgradefähig ist.
Der AN liefert für die nicht sicherheitsrelevanten Anteile der EuroRadio-Software einen Nachweis für die Einhaltung der geltenden Regelwerke.
EuroRadio ist so realisiert, dass eine Anbindung an ein FRMCS-Gateway über ein in der TSI ZZS 2022 definiertes Interface durch ein Software-Upgrade erreicht werden kann. Hierzu verfügt EuroRadio bereits

Die physische Schnittstelle zum Anschluss des EuroRadio an das FRMCS-Gateway wird über Ethernet-M12-Steckverbindung realisiert.
In der fahrzeugseitigen Kommunikation besitzt die Kommunikation zwischen EuroRadio und FRMCS-Gateway die höchste Priorität.
Fehlfunktionen der Euroradio-Software beeinflussen die Kommunikation anderer FRMCS-Funktionen nicht
Das EuroRadio verwendet einen Sicherheitsschlüssel nach PKI-Keymanagement für die FRMCS-
Der AN stellt sicher, dass die nach TSI ZS 2022 umgesetzte Euroradio-Software upgrade- und updatefähig ist.
Das Funkmodul für ATO erfüllt LTE (4G) und NR (5G) mindestens gemäß 3GPP Release 15.
Das Funkmodul für ATO kommuniziert auf öffentlichen Frequenzbändern mit mindestens Unterstützung von 4G und 5G bei 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz sowie 5G bei 3400-3800 MHz.
Alle FRMCS-/ ATO-Funkantennenkabel sind tauglich für den Einsatz von 0,7 GHz bis 3,9 GHz.
Das Funkmodul für ATO nutzt das IP-Interface gemäß Subset 126 Appendix A zur Anbindung der ATO-Einheit.
ATO-OB ist so realisiert, dass eine Anbindung an ein FRMCS-Gateway über ein in der TSI ZS 2022 definiertes Interface mit einem Software-Upgrade erreicht werden kann. Hierzu verfügt die ATO-OB bereits physisch
Die physische Schnittstelle zum Anschluss des ATO-OB an das FRMCS-Gateway wird über Ethernet-M12-Steckverbindung realisiert.
Die ATO-OB ist nach der Umsetzung der TSI ZS 2022 mit allen angeschlossenen Systemen im Fahrzeug
Der AN stellt sicher, dass die Software der ATO-OB jederzeit downgradefähig ist.
Der AN stellt sicher, dass Updates oder Upgrades der ATO-OB andere Systeme im Fahrzeug nicht störend
Die ATO-OB ermöglicht eine Kommunikation über entweder öffentliche Netze (4G/5G) oder FRMCS, abhängig davon welcher Kommunikationsweg gefordert wird.
Der AN führt Updates oder Upgrades der ATO-OB so durch, dass die Sicherheits- und Cybersicherheitsstandards eingehalten werden.
Der AN stellt sicher, dass die nach TSI ZS 2022 umgesetzte ATO-OB Software upgrade- und updatefähig ist.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung ist in der Lage, zeitgleich über GSM-R mit einem RBC und über FRMCS mit einem anderen RBC zu kommunizieren, damit eine Übergabe zwischen 2 RBC durchgeführt werden kann.
Die Antennen und die Antennenkabel werden so angebracht, damit sie nicht störend zu anderen
Alle Komponenten der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung sowie FRMCS-Ausrüstungen wirken sich nicht negativ auf die Instandhaltung anderer Komponenten aus.
5 Bedienung
Die DMI-Bereiche G1 bis G5 sind reserviert für ATO.
Während die ETCS-Fahrzeugausrüstung eingeschaltet ist, zeigt das DMI als Fahrgeschwindigkeit ausschließlich die v_{ist} von ETCS an.
Während die ETCS-Fahrzeugausrüstung ausgeschaltet ist, zeigt das DMI eine v_{ist} an.
Falls das DMI ausfällt, dann löst die ETCS-Fahrzeugausrüstung eine Service Brake aus. Der Wechsel nach System Failure ist nicht zulässig.
Wenn die Vorschlagswerte für ETCS und PZB nicht geändert werden müssen, beträgt die Zeit für den Start of Mission (SoM) mit Beginn der Eingabe der Tf-Nummer inklusive der Bestätigung des Levels, der Eingabe der Zugnummer, der Zugdateneingabe von ETCS und PZB sowie die Betätigung von "Start" max. 45 s.
Während der Zugdateneingabe übernimmt die ETCS-Fahrzeugausrüstung die Brems Hundertstel direkt und ohne Zutun des Tf von der Fahrzeugsteuerung und trägt die Brems Hundertstel als Vorschlagswert ein.
Während der Zugdateneingabe übernimmt die ETCS-Fahrzeugausrüstung die Zuglänge direkt und ohne Zutun des Tf von der Fahrzeugsteuerung und trägt die Zuglänge ein.
Das DMI bietet dem Tf das Feld "entry complete?" ohne zusätzliche Bestätigung der voreingetragenen Werte
Die PZB-Zugdateneingabe zeigt die in der ETCS-Zugdateneingabe verwendeten Brems Hundertstel als Vorschlagswert an.
Für die PZB-Zugdateneingabe ist als einzige Bedienhandlung des Tf, die Bestätigung der PZB-Zugdaten
Die im DMI eingegebene Zugnummer wird an die Fahrzeugsteuerung übergeben und von dem Funkgerät
Das Keyboard für die Eingabe der Tf-Nummer ist in der Grundeinstellung numerisch.
Das DMI stellt die Tf-Nummer nach Bestätigung und Übernahme der Daten nur anonymisiert dar.

Das DMI übernimmt den Helligkeitswert vom TDD.
Der Tf kann die Übernahme des Helligkeitswertes vom TDD am DMI auf manuelle Steuerung am DMI ändern. Grundeinstellung ist die zentrale Helligkeitssteuerung.
Wenn die Zeitspanne zwischen zwei planmäßigen Einschaltstests bzw. Reset kleiner 14 Tage ist, führt die Fahrzeugsteuerung bei jedem Verlassen von "aufgerüstet abgestellt" ein Einschaltstest bzw. Reset für die gesamte ETCS-Fahrzeugausrüstung des Zugverbandes durch, wenn nicht schon durch andere Maßnahmen sichergestellt wird, dass das Fahrzeug täglich ausgeschaltet wird.
Ein erneuter Einschaltstest ist frühestens 30 h nach Einschalten des EVC erforderlich.
Falls die ETCS-Fahrzeugausrüstung einen planmäßigen Reset erfordert, hat das Fahrzeug einen Resettaster für die ETCS-Fahrzeugausrüstung an den Anzeige- und Bedientafeln jedes Führerraums.
Der Einschaltstest kann unabhängig von Handlungen und Aktionen am Fahrzeug ordnungsgemäß zu Ende geführt werden.
Der Tf nimmt beim Einschaltstest keine Überwachungs- und Mitwirkungsaufgaben wahr.
Der Einschaltstest für die ETCS-Fahrzeugausrüstung dauert max. 45 s. Anschließend ist die ETCS-Fahrzeugausrüstung betriebsbereit: Beginn der Start of Mission mit Eingabe der Tf-Nummer.
Wenn ein Prüflauf für die NTC-Fahrzeugausrüstung durchgeführt wird, ist dieser mit und ohne Zugdaten im Mode "stand by" möglich.
Der manuell angestoßene Prüflauf für die ETCS-Fahrzeugausrüstung dauert max. 45 s. Anschließend ist die ETCS-Fahrzeugausrüstung betriebsbereit.
Ein erneuter manuell angestoßener Prüflauf ist frühestens nach 30 h erforderlich.
Der Tf wird mindestens 6 h vor Ablauf des Prüflaufs (Einschaltstest oder manuell angestoßener Prüflauf) durch eine Textmeldung auf dem DMI aufgefordert, rechtzeitig einen manuell angestoßenen Prüflauf oder Einschaltstest durchzuführen.
Die Textmeldung zum Ablauf des Prüflaufs kommt frühestens 24 h nach der letzten Prüfung.
6 ATO (GoA2)
Das Fahrzeug erhält ein ATO-System (GoA2).
Der AN setzt CR 1238 inklusive den dazugehörigen SUBSET 125, 126, 126 Appendix A, 139 und 146 um.
Es wird der SUBSET 143 umgesetzt.
Die Applikationen für ETCS und ATO werden entsprechend SUBSET 130 mindestens so getrennt, dass eine unabhängige und rückwirkungsfreie Anpassung möglich ist.
Die ATO ist fähig, einen Zug mit Doppel- und Mehrfachtraktion zu steuern.
Falls nur das führende Fahrzeug einer Doppel- oder Mehrfachtraktion mit ATO ausgerüstet ist, ist die ATO fähig, den Zugverband zu steuern.
Für den Betrieb mit ATO ist keine ATO-Zugdateneingabe im Rahmen der Start of Mission (SoM) erforderlich.
Falls die ATO-Fahrzeugausrüstung gestört ist, bietet das Fahrzeug dem Tf in jedem Führerraum die Möglichkeit, die ATO-Fahrzeugausrüstung mit einem Störschalter zu deaktivieren.
Die Funktion "ATO engage" und "ATO disengage" wird über einen Taster neben dem Fahr-/Bremshebel
Die Wegimpulsgeber für die ATO-Fahrzeugausrüstung sind an nicht angetriebenen Radsätzen montiert.
Die ATO realisiert eine Haltegenauigkeit von +/- 2 m mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,99%.
Für die ATO-Haltegenauigkeit ist die Vorgabe des Balisenverlegeschemas des Eisenbahninfrastrukturbetreibers zu berücksichtigen.
Der AN weist nach, dass in der Ebene die letzten 400 m vor dem Halt in maximal 37 s zurückgelegt werden.
Der AN weist nach, dass der Weg in der Ebene von einer Beharrungsgeschwindigkeit von 80 km/h bis zum Halt maximal 315 m beträgt.
Das Fahrzeug bietet Mitarbeitern des AG mindestens die Möglichkeit, die Parameter der, von der ATO angewendeten, Regelbremsverzögerung im Rahmen der Instandhaltung zwischen $0,6 \text{ m/s}^2$ und $0,85 \text{ m/s}^2$ in $0,05 \text{ m/s}^2$ - Schritten ohne weitere Nachweise zu ändern.
Die Türsteuerung erfolgt im ATO-Betrieb durch den Triebfahrzeugführer.

Der AN teilt 6 Monate nach Vergabe die Dauer vom Eingang der definierten Movement Authority an der ETCS-GSM-R-Antenne bis zum Aufschalten der Traktion durch ATO mit.
7 Übermittlung von Zugeigenschaften
Das Fahrzeug erfasst den Identifier der Baureihe.
Der AN erstellt ein Konzept zur Realisierung der Funktion Übermittlung von Zugeigenschaften.
Die TCR-Schnittstelle der ATO-Fahrzeugausrüstung zu der ATO-Streckenausrüstung entspricht der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation".
Das Fahrzeug überträgt die UIC-Kennungen aller Fahrzeugeinheiten (Consist) "M_Consist_EVN (k)" und aller Fahrzeuge im Zug "M_Vehicle_EVN (k,l)" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die Orientierung aller Fahrzeuge im Zug "M_Vehicle_Orientation (k,l)" bezogen auf die betriebliche Zugrichtung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionskraft (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) "M_TCMS_Fmax" absolut in 1kN Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionsleistung (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) "M_TCMS_Pmax" absolut in 1kW Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare dynamische Bremskraft (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) "M_TCMS_FmaxDB" absolut in 1kN Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare dynamische Bremsleistung (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) "M_TCMS_PmaxDB" absolut in 1kW Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Bremskraft der Betriebsbremse (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) "M_TCMS_FmaxSB" absolut in 1kN Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt den aktuell eingestellten Oberstromgrenzwert für jede Fahrzeugeinheit (Consist) "M_Current_Consist (k)" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die Status für jeden Stromabnehmer im Zug "Q_Pantograph_Information_Available" & "M_Pantograph_Status (k,l,m)" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die Masse je Fahrzeugeinheit (Consist) "Q_Train_Mass_Information_Available" & "M_Consist_Mass (k)" inklusive Beladung" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die Masse des Zuges inklusive Beladung "Q_Train_Mass_Information_Available" & "M_Train_Massentsprechend" der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Das Fahrzeug überträgt "Q_TRAIN_DATA_VALID"

- Zuglänge "L_TRAIN"
- Maximale Zuggeschwindigkeit "V_Max"
- Zugkategorie bezüglich Überhöhungsfehlbetrag "NC_CDTRAIN"
- Andere internationale Zugkategorie "NC_TRAIN"
- Achslast Kategorie "M_AXLELOADCAT"
- Nominelle rotierende Masse des Zuges "M_NOM_ROT_MASS"
- Bremsstellung "M_BRAKE_POSITION_ATO"

entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Das Fahrzeug überträgt die Kennzeichnung für das Gamma- oder Lambda-Bremssystem

"Q_TRAIN_DATA_VALID" & "Q_BRAKE_CAPT_TYPE" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Wenn ein Lambda-Bremssystem aktiv ist, überträgt das Fahrzeug die Bremsleistung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Wenn ein Gamma-Bremssystem aktiv ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den aktiven Gamma-Bremssystemsatz "Q_TRAIN_DATA_VALID" & "M_BRAKE_PERCENTAGE_ATO" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Sofern die dynamische Bremse in den Bremsmodellen berücksichtigt ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den Status der dynamischen Bremse "M_RB_Status" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Sofern die Magnetschienenbremse in den Bremsmodellen berücksichtigt ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den Status der Magnetschienenbremse "M_MSB_Status" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Sofern die elektro-pneumatische Bremse in den Bremsmodellen berücksichtigt ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den Status der elektro-pneumatischen Bremse "M_EP_Status" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Sofern die reibwertunabhängige Bremse in den Bremsmodellen berücksichtigt ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den Status der reibwertunabhängigen Bremse "M_AB_Status" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Das Fahrzeug überträgt, abgeleitet aus der vom Triebfahrzeugführer gewählten Reibwerteeinstellung, den Adhäsionswert "M_Available_Adhesion" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Sofern das Fahrzeug mit Schiebetritten / Spaltüberbrückungen ausgerüstet ist, überträgt das Fahrzeug die Fahrgastwechselzeit zwischen dem Ausfahren des / der ersten Schiebetritts / Spaltüberbrückung (Grünschleife geöffnet) und dem Zeitpunkt an dem alle Schiebetritte / Spaltüberbrückungen eingefahren sind (Grünschleife geschlossen) "Q_Last_Passenger_Exchange_Time_Available" & "T_Last_Passenger_Exchange_Time" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-

Wenn die Türen während eines Halts nicht geöffnet werden, überträgt das Fahrzeug die Fahrgastwechselzeit 0 s "Q_Last_Passenger_Exchange_Time_Available" & "T_Last_Passenger_Exchange_Time" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.

Das Fahrzeug überträgt die Fahrgastwechselzeit pro Tür zwischen dem Öffnen der Tür bis zum Schließen der Tür an einem Halt "Q_Last_Passenger_Exchange_Time_Available",

"T_Door_LLast_Passenger_Exchange_Time (k,l,m)" & "T_Door_RLast_Passenger_Exchange_Time (k,l,m)"

entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke. Bei mehrmaligem Öffnen der Tür während eines Halts werden die einzelnen Fahrgastwechselzeiten

<p>Wenn eine Tür während eines Halts nicht geöffnet wird, überträgt das Fahrzeug die Fahrgastwechselzeit 0 s für diese Tür "Q_Last_Passenger_Exchange_Time_Available", "T_Door_LLast_Passenger_Exchange_Time (k,l,m)" & "T_Door_RLast_Passenger_Exchange_Time (k,l,m)" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt die vergangene Zeit (bis zum Beginn des Fahrgastwechsels) zwischen dem Zeitpunkt an dem der Zug zum Stillstand kommt bis zum Zeitpunkt an dem die Türen freigegeben werden (oder die Türen zentral geöffnet werden) "T_Elapsed_Start_Passenger_Exchange" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.</p>
<p>Wenn die Türen während eines Halts nicht freigegeben werden (und die Türen nicht zentral geöffnet werden), überträgt das Fahrzeug die vergangene Zeit "unbekannt" bis zum Beginn des Fahrgastwechsels "T_Elapsed_Start_Passenger_Exchange" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt den Status der Betriebsbereitschaft pro Tür "Q_Doors_Information_Available", "M_Door_LStatus (k,l,m)" & "M_Door_RStatus (k,l,m)" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren je Fahrzeugeinheit (Consist) im Bereich von 0% (ohne Beladung) bis 200% (normale Zuladung im Auslegungsfall (PND) entsprechend EN 15663) "Q_Passenger_Load_Information_Available" & "M_Passenger_Load_Vehicle_Level (k,l)" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren des Zuges im Bereich von 0% (ohne Beladung) bis 200% (normale Zuladung im Auslegungsfall (PND) entsprechend EN 15663) "Q_Passenger_Load_Information_Available" & "M_Passenger_Load_Consist_Level (k)" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt die Umgebungstemperatur "Q_Passenger_Load_Information_Available" & "M_Passenger_Load_Train_Level" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug löst eine Übertragung der Datenpakete "M_Outside_Temperature" entsprechend den in der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" definierten</p>
<p>Wenn der Triebfahrzeugführer eine Änderung der Reibwerteneinstellung vornimmt, löst das Fahrzeug eine Übertragung des Datenpaketes aus, welches entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anlage 01 Anhang 13 "TCR-Schnittstellenspezifikation" den Adhäsionswert beinhaltet.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt die Zugeigenschaften in Echtzeit an die Strecke.</p>
<p>8 Verminderte Reibwerte</p>
<p>Der Tf kann in der ATO die Beschleunigungs- und Verzögerungswerte bei vermindertem Reibwert reduzieren.</p>
<p>Die reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte der ATO bei verminderten Reibwert kann der Tf wählen, auch wenn die Start of Mission (SoM) erfolgt ist.</p>
<p>Die reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte der ATO können in drei Stufen gewählt werden "Normal", "Reduziert Stufe 1", "Reduziert Stufe 2".</p>
<p>Die Auswahl der Stufen von verminderten Reibwerten erfolgt integriert im TDD.</p>
<p>Die reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte der ATO für "Reduziert Stufe 1" und "Reduziert Stufe 2" werden dem Hersteller durch den Betreiber mit der ETCS Data Prep übergeben.</p>
<p>Das Fahrzeug bietet Mitarbeitern des AG die Möglichkeit, die Parameter der von der ATO angewendeten, reduzierten Beschleunigungs- / Verzögerungswerte im Rahmen der Instandhaltung ohne weitere Nachweise und über die Service-Software zu ändern.</p>
<p>Die ATO-OB passt das Fahrprofil entsprechend den reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerten</p>
<p>Zusätzlich zur manuellen Reibwertausnutzung hat der AN auch eine automatische Reibwertausnutzung mit Hilfe der Antriebs- oder Bremssteuerung realisieren.</p>
<p>9 Zugvollständigkeit und sichere Zuglänge</p>
<p>Der AN erstellt ein Konzept zur Realisierung der Funktionen Ermittlung der Zuglänge und Zugvollständigkeit durch ein Zugvollständigkeitsüberwachungssystem.</p>

Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) besteht aus den TIM Modulen des Zugs und den dazugehörigen Komponenten.
Für die Funktionen zur Ermittlung der Zuglänge und Zugvollständigkeit werden ausschließlich fahrzeugseitige Komponenten genutzt.
Dem TIM Modul sind bestimmte Fahrzeuge (z.B. Triebfahrzeuge, Wagen oder eine Fahrzeugeinheit)
Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) verlängert nicht die Zeiten für die Änderung der Zugkonfiguration (Stärken oder Schwächen) oder für das Wenden des Zugs.
Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) erfordert keine Mitwirkung des Triebfahrzeugführers.
Wenn einem TIM Modul der aktive Führerraum zugeordnet ist, nimmt es den Zustand Master ein.
Wenn einem TIM Modul kein aktiver Führerraum zugeordnet ist, nimmt es den Zustand Slave ein.
Wenn das TIM Modul den Zustand Master einnimmt oder eine beabsichtigte Änderung der Zugkonfiguration stattfindet (Stärken oder Schwächen), führt das TIM Master Modul eine Initialisierung des Zugvollständigkeitsüberwachungssystems (TIMS) durch.
Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, fordert das TIM Master Modul <ul style="list-style-type: none"> - den aktuellen Kupplungsstatus und - den aktuellen Status benachbarter TIM Module und - die nominale Länge und - den Integritätsstatus für die zugeordneten Fahrzeuge von den TIM Slave Modulen an.
Der Kupplungsstatus wird aus der Verknüpfung relevanter Signale für das Kuppeln gebildet (mechanische und elektrische Kupplung sowie zugehörige Signale).
Wenn das TIM Master Modul <ul style="list-style-type: none"> - den aktuellen Kupplungsstatus und - den aktuellen Status benachbarter TIM Module und - die nominale Länge und - den Integritätsstatus anfordert, überträgt das TIM Slave Modul diese Informationen für die dem TIM Slave Modul zugeordneten Fahrzeuge an das TIM Master Modul.
Wenn das TIM Master Modul das TIM Modul zur Ausgabe eines Signals zur Anzeige der bestimmungsgemäßen Funktionsfähigkeit des TIM Moduls auffordert, gibt das TIM Modul dieses an die
Wenn das TIM Master Modul das TIM Modul zum Lesen eines Signals zur Anzeige der bestimmungsgemäßen Funktionsfähigkeit des TIM Moduls auffordert, liest das TIM Modul das Signal ein und ermittelt den Status des Signals (Status benachbarter TIM Module).
Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, ermittelt das TIM Master Modul den Tail-Status (Tail / Non-Tail) der TIM Slave Module im Zug. Dazu wertet das TIM Master Modul den von den TIM Slave Modulen gesendeten aktuellen Kupplungsstatus aus.
Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, stellt das TIM Master Modul sicher, dass für die Berechnung der Zuglänge alle Fahrzeuge berücksichtigt werden (Erkennung von Ghost Trunk bzw. Ghost Tail). Dazu wertet das TIM Master Modul den von den TIM Slave Modulen gesendeten aktuellen Kupplungsstatus und den aktuellen Status benachbarter TIM Module aus.
Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) erkennt unbeabsichtigte Zugtrennungen (Zugabrisse).
Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) erkennt beabsichtigte Änderungen der Zugkonfiguration (Stärken oder Schwächen).
Sofern die Integrität der zugeordneten Fahrzeuge nicht anderweitig sichergestellt ist, ermittelt jedes TIM Modul den Integritätsstatus der zugeordneten Fahrzeuge.
Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert und wenn mindestens ein TIM Slave Modul vorhanden ist, etabliert das TIM Master Modul eine zyklische Kommunikation mit dem TIM Slave Modul mit dem Tail-Status "Tail".

<p>Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, ermittelt das TIM Master Modul den Status der Zugvollständigkeit als "confirmed",</p> <ul style="list-style-type: none"> - sofern es die Integrität der ihm zugeordneten Fahrzeuge bestätigt und - sofern es die Zuglänge berechnet hat und - wenn ein TIM Slave Modul vorhanden ist, sofern es von dem TIM Slave Modul mit dem Tail-Status "Tail" eine Bestätigung der Integrität der zugeordneten Fahrzeuge empfängt. <p>Ansonsten ermittelt das TIM Master Modul den Status der Zugvollständigkeit als "unknown".</p>
<p>Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert hat, ermittelt das TIM Master Modul den Status der Zugvollständigkeit zyklisch.</p>
<p>Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) stellt den ermittelten Status der Zugvollständigkeit als Input für den ETCS Parameter Train Integrity Status Information an die fahrzeugseitige ETCS-Einrichtung</p>
<p>Wenn die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zuglänge nicht als ETCS Parameter Train Length nutzt oder durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) keine Zuglänge ermittelt wurde, nutzt die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung den Wert "No Train Integrity Information" als ETCS Parameter Train Integrity Status</p>
<p>Die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung nutzt die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zuglänge als ETCS Parameter Train Length.</p>
<p>Wenn eine beabsichtigte Änderung der Zugkonfiguration stattfindet, erkennt das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) die Änderung der Zuglänge mit SIL 4 bzw. einer THR von 1,0E-</p>
<p>Die Funktionalitäten zur Überwachung der Zugvollständigkeit und zur Ermittlung der Zuglänge ermöglichen den Betrieb in ETCS Level 3 in Einfach- und Mehrfachtraktion.</p>
<p>Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, berechnet das TIM Master Modul die Zuglänge und stellt diese als Input für den ETCS Parameter Train Length an die fahrzeugseitige ETCS-Einrichtung bereit. Dazu wertet das TIM Master Modul die eigene nominale Länge und die von den TIM Slave Modulen gesendete nominale Länge aus.</p>
<p>Im "Data validation window" wird der technisch ermittelte Wert für den ETCS Train Length Parameter bzw. die Zugkonfiguration angezeigt.</p>
<p>Die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zuglängenparameter erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL 4 bzw. einer Tolerable Hazard Rate (THR) von 1,0E-09/h.</p>
<p>Die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) berechnete Zuglänge hat eine Genauigkeit von 0/+1 m und wird auf den nächsten ganzzahligen Wert aufgerundet.</p>
<p>Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelt die Zugvollständigkeit selbstständig und</p>
<p>Die Funktionen Ermittlung der Zuglänge und Zugvollständigkeit erfüllen die Anforderungen des CR 940.</p>
<p>Der durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zugvollständigkeitsstatus erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL 4 bzw. einer THR von 1,0E-09/h.</p>
<p>Die maximale Offenbarungszeit zur Erkennung und Übermittlung einer Zugtrennung beträgt 1,5 Sekunden.</p>
<p>Information: Die Offenbarungszeit tOZ ergibt sich aus folgender Formel: $t_{OZ} = t_{EZ} + t_{ÜZ} + t_{ZZ}$ wobei: Erkennungszeit tEZ: Maximale Zeitdauer, welche die Funktionalität benötigt, um eine Zugtrennung festzustellen. Übertragungszeit tÜZ: Maximale Zeitdauer, welche die Übermittlung und Verarbeitung des Zugvollständigkeitsstatus benötigt. Zykluszeit tZZ: Maximales Intervall, mit welchem der Zugvollständigkeitsstatus bereitgestellt wird.</p>
<p>Alle Fehler des Zugvollständigkeitsüberwachungssystems (TIMS) werden spätestens nach 30 Stunden</p>
<p>Der Selbsttest, der alle Fehler des Zugvollständigkeitsüberwachungssystems (TIMS) offenbart, wird im Rahmen des Einschaltselbsttests und des Prüflaufs für die ETCS-Fahrzeugausrüstung durchgeführt und bedarf keines zusätzlichen Prüflaufs.</p>

Der Fahrdatenschreiber speichert den durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelten Status der Zugvollständigkeit in einer eigenen Spur außerhalb des JRU-Bereiches.
10 Fahrzeugschnittstellen
Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung entsprechen SUBSET 119 gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication veröffentlichten Vorgaben.
Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen SUBSET 139 gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication veröffentlichten Vorgaben.
Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung entsprechen den für das Fahrzeug relevanten Anteilen des SUBSET 119.
Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen den für das Fahrzeug relevanten Anteilen des SUBSET 139.
Der AN stimmt die Umsetzung der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung mit dem
Der AN stimmt die Umsetzung der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung mit dem AG
Der AN liefert eine Beschreibung für alle Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung. Die Beschreibung setzt vom AN unabhängige sachverständige Dritte in die Lage, die Schnittstellen und deren Funktionen ohne weitere Hilfen des AN nachzuvollziehen.
Der AN liefert eine Beschreibung für alle Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung. Die Beschreibung setzt vom AN unabhängige sachverständige Dritte in die Lage, die Schnittstellen und deren Funktionen ohne weitere Hilfen des AN nachzuvollziehen.
Der AN liefert eine Schnittstellenbeschreibung für die Busschnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung mit den Mindestanforderungen entsprechend Anlage 1 Anhang 14 "Anforderung zur
Der AN liefert eine Schnittstellenbeschreibung für die Busschnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung mit den Mindestanforderungen entsprechend Anlage 1 Anhang 14 "Anforderung zur
Der AN veröffentlicht die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication vorgegebenen Lizenzbedingungen. Er erfüllt die Veröffentlichungs- und sonstigen Pflichten gemäß den Lizenzbedingungen.
Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung mit den durch OCORA veröffentlichten Vorgaben nach.
Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung mit den durch OCORA veröffentlichten Vorgaben nach.
Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung zu den mit dem AG abgestimmten Schnittstellen nach.
Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung zu den mit dem AG abgestimmten Schnittstellen nach.
Der AN erstellt Testfälle mit Unterstützung der OCORA-Dokumentationen zum Nachweis der Konformität der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung und stimmt diese mit dem AG ab.
Der AN erstellt Testfälle mit Unterstützung der OCORA-Dokumentationen zum Nachweis der Konformität der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung und stimmt diese mit dem AG ab.
Der AN weist die Konformität der mit dem AG abgestimmten Testfälle, der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung, nach.
Der AN weist die Konformität der mit dem AG abgestimmten Testfälle, der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung, nach.
Der AN nutzt die OCORA-Vorgaben für die Testfälle zum Nachweis der Konformität der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication vorgegebenen Lizenzbedingungen. Er erfüllt die Veröffentlichungs- und sonstigen Pflichten gemäß den Lizenzbedingungen.
11 Instandhaltung
Für die ATO-Fahrzeugausrüstung ist keine planmäßige Instandhaltung erforderlich.
Die ETCS- und die ATO-Fahrzeugausrüstung verfügen unabhängig voneinander über eine MTBF von
Die Balisenantennen und Radare werden mit dem ETCS-Störschalter stromlos geschaltet.

Der AN übergibt ein Instandhaltungskonzept.
Die Summe aller Fristen zusammen beträgt maximal 5 Fertigungsstunden.
Alle Instandsetzungen der fahrzeugseitigen Ausrüstung sind innerhalb einer Mean Time To Repair (MTTR) von zwei Stunden möglich.
Zur Instandsetzung der fahrzeugseitigen Ausrüstung innerhalb von MTTR zwei Stunden zählen auch alle Anschlusskabel, die sich im Außenbereich des Fahrzeuges befinden.
Baugruppen sind ohne Spezialwerkzeug tauschbar.
Wenn der AN weitere Einrichtungen am Fahrzeug für das Zusammenwirken mit ETCS anpasst, dann liefert der AN die dadurch notwendigen Änderungen an der Servicesoftware und den dazugehörigen HW-Tools.
Für den stabilen Betrieb der Service-Software definiert der AN technische Anforderungen auf Basis handelsüblicher PC-Hardware.
Falls der AN plant, Pufferbatterien oder Akkus einzusetzen, begründet er diese Ausnahmefälle gegenüber dem AG. Der AN setzt Pufferbatterien oder Akkus nur mit Genehmigung des AG ein. Falls Pufferbatterien oder Akkus vorhanden sind, bietet das Fahrzeug dem Instandhaltungspersonal die Möglichkeit, Pufferbatterien und Akkus mit begrenzter Lebenserwartung ohne Tausch der Baugruppe zu ersetzen.
12 Diagnose
Wenn das Fahrzeug in ein "Abstellmodus" wechselt, sendet das Fahrzeug die Daten des Fahrtenschreibers seit der letzten Auslesung an einen Server.
AN und AG stimmen die Schnittstelle des Servers ab.
Das Fahrzeug sendet bei festzulegenden Ereignissen, auf Anforderung des Tf und auf Anforderung von außerhalb des Fahrzeugs alle relevanten Daten der letzten 24 Stunden für Fehleranalysen der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung, sowie der Schnittstellen zum Fahrzeug und zur Infrastruktur.
AN und AG stimmen die Schnittstelle des Servers ab.
Der AN beauftragt den Fahrzeughersteller ein Backoffice bereitzustellen, der die Daten des Fahrtenschreibers und alle relevanten Daten für Fehleranalysen der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung für mindestens ein Jahr empfängt und speichert.
Der AN ermöglicht dem AG den Zugriff auf alle relevanten Daten für Fehleranalysen der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung.
Die Fehlermeldungen der Komponenten ermöglichen eine eindeutige Lokalisierung der Fehlerursache auf der Ebene kleinste tauschbare Einheit und enthalten einen aussagekräftigen Fehlertext. (MEZ, Fehlerklasse, Fehlerart, Fehlerursache und ausführliche Fehlerabhilfemaßnahme auf Ebene der kleinsten tauschbaren Einheit)
Die Komponenten sind entsprechend dem Diagnosekonzept der jeweiligen Baureihe integriert.
Die Komponenten geben die Fehlermeldungen an die Fahrzeugdiagnose.
Die Fahrzeugdiagnose leitet die Fehlermeldungen an die Instandhaltung weiter und zeigt die Meldungen dem Triebfahrzeugführer an.
Das Fahrzeug zeigt dem Tf Fehler an, die zu betrieblichen Störungen führen.
Der AN integriert die Abhilfetexte für die neuen oder angepassten Fehlermeldungen der Fahrzeugdiagnose.
Abhilfetexte sind zu unterscheiden nach $v > 0$ und $v = 0$.
Der AN stellt die betrieblichen Auswirkungen der Fehler dar und stimmt die Diagnosetexte (inkl. short messages) mit dem AG ab.
Das Fahrzeug bietet die Möglichkeit Diagnosetexte ohne weitere Nachweise zu ändern.
13 Einsatzbedingungen
Das Zugbeeinflussungssystem beeinflusst andere Systeme des Fahrzeuges nicht störend.
Die Zugbeeinflussungsanlage wird von anderen Systemen des Fahrzeuges nicht störend beeinflusst.

Anforderungsgrund	DKS_Umsetzungsstufe
Info	
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	2
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
sonstiges	1 & 2
sonstiges	1 & 2
sonstiges	1 & 2
sonstiges	1 & 2
sonstiges	1 & 2
Angebotsbewertung	1
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Einsatzbereich	1
Info	
Angebotsbewertung	1
Angebotsbewertung	1
Angebotsbewertung	1
Förderrichtlinie DKS	1
Einsatzbereich	1 & 2
Einsatzbereich	1
Einsatzbereich	1
Einsatzbereich	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1

Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
sonstiges, Sicherheit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Instandhaltbarkeit	1
Instandhaltbarkeit	1
Instandhaltbarkeit	1
Förderrichtlinie DKS	1
sonstiges, EMU Optimierung	1
sonstiges, EMU Optimierung	1 & 2
sonstiges, EMU Optimierung	1
Förderrichtlinie DKS	1
sonstiges	1 & 2
sonstiges	1 & 2
sonstiges	1
Förderrichtlinie DKS	1
Bedienbarkeit	1
sonstiges	1
sonstiges	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Bedienbarkeit	1
Förderrichtlinie DKS	1
sonstiges, Sicherheit	1

sonstiges, Sicherheit	1
sonstiges, Sicherheit	1
sonstiges, Sicherheit	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Info	
Förderrichtlinie DKS	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Info	
Innovation	1 & 2
Innovation	1 & 2
Innovation	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Innovation	1 & 2
Innovation	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	2
Förderrichtlinie DKS	2

Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1 & 2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1 & 2
Föderrichtlinie DKS	1 & 2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1

Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Info	
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
sonstiges, EMU Optimierung	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1

Föderrichtlinie DKS	1
Info	
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1

Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	± 2
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	± 2
Föderrichtlinie DKS	± 2
Föderrichtlinie DKS	± 2

Föderrichtlinie DKS	± 2
Föderrichtlinie DKS	± 2
Föderrichtlinie DKS	± 2
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	2
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	2
Info	
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Föderrichtlinie DKS	1
Info	
Föderrichtlinie DKS	1

Förderrichtlinie DKS	1
Info	
Förderrichtlinie DKS	2
Förderrichtlinie DKS	2
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Innovation	2
Innovation	2
Innovation	1 & 2
Förderrichtlinie DKS	1 & 2
Innovation	1 & 2
Innovation	1 & 2
Innovation	1 & 2
Innovation	1 & 2
Innovation	1 & 2
Info	
sonstiges	1
sonstiges	1 & 2
Instandhaltbarkeit	1

Förderrichtlinie DKS	1
Instandhaltbarkeit	1
Instandhaltbarkeit	1
Instandhaltbarkeit	1
Instandhaltbarkeit	1
Förderrichtlinie DKS	1
Instandhaltbarkeit	1
Instandhaltbarkeit	1
Info	
sonstiges	1
sonstiges	1
sonstiges	1
sonstiges	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Bedienbarkeit	1
Instandhaltbarkeit	1
Info	
Einsatzbereich	1
Einsatzbereich	1

Anforderungsgrund DoSto E-Netz	Anzahl Spalte1	
Angebotsbewertung	4	1%
Bedienbarkeit	52	16%

Einsatzbereich	7	2%
Förderrichtlinie DKS	190	59%
Info	13	4%
Innovation	17	5%
Instandhaltbarkeit	11	3%
Sonstiges	26	8%
Ergebnis	320	

ID	_DB_Verbindlichkeit
33091.BR423 .AA.262	--
33091.BR423 .AA.263	Info
33091.BR423 .AA.265	--
33091.BR423 .AA.266	Info
33091.BR423 .AA.267	--
33091.BR423 .AA.268	Muss
33091.BR423 .AA.269	Muss
33091.BR423 .AA.482	Muss
33091.BR423 .AA.270	Muss
33091.BR423 .AA.271	Muss
33091.BR423 .AA.272	Muss-Option
33091.BR423 .AA.273	Muss
33091.BR423 .AA.274	Muss
33091.BR423 .AA.275	Muss
33091.BR423 .AA.276	Muss
33091.BR423 .AA.277	--
33091.BR423 .AA.278	Muss
33091.BR423 .AA.279	Muss
33091.BR423 .AA.280	Muss
33091.BR423 .AA.281	Muss
33091.BR423 .AA.282	Muss
33091.BR423 .AA.283	Muss
33091.BR423 .AA.284	Muss

33091.BR423 .AA.287	Muss
33091.BR423 .AA.288	Muss
33091.BR423 .AA.289	Muss
33091.BR423 .AA.290	Muss
33091.BR423 .AA.291	Muss
33091.BR423 .AA.292	Muss
33091.BR423 .AA.293	Muss
33091.BR423 .AA.294	Muss
33091.BR423 .AA.295	Muss
33091.BR423 .AA.296	Muss
33091.BR423 .AA.297	Muss
33091.BR423 .AA.298	Muss
33091.BR423 .AA.299	Muss
33091.BR423 .AA.300	Muss
33091.BR423 .AA.301	Muss
33091.BR423 .AA.302	Muss
33091.BR423 .AA.303	Muss
33091.BR423 .AA.716	Muss
33091.BR423 .AA.717	Soll-Option
33091.BR423 .AA.304	Muss
33091.BR423 .AA.946	Muss
33091.BR423 .AA.305	Muss
33091.BR423 .AA.306	Muss

33091.BR423 .AA.307	Muss
33091.BR423 .AA.308	Muss
33091.BR423 .AA.309	Muss
33091.BR423 .AA.310	Muss
33091.BR423 .AA.311	Muss
33091.BR423 .AA.312	Muss
33091.BR423 .AA.313	Muss
33091.BR423 .AA.314	Muss
33091.BR423 .AA.315	Muss
33091.BR423 .AA.316	Muss
33091.BR423 .AA.317	Muss
33091.BR423 .AA.318	Muss
33091.BR423 .AA.319	--
33091.BR423 .AA.320	Muss
33091.BR423 .AA.321	Muss
33091.BR423 .AA.322	Muss
33091.BR423 .AA.323	--
33091.BR423 .AA.324	Muss
33091.BR423 .AA.325	Muss
33091.BR423 .AA.948	Muss
33091.BR423 .AA.947	Muss
33091.BR423 .AA.326	Muss-Option
33091.BR423 .AA.327	Muss
33091.BR423 .AA.328	Muss

33091.BR423 .AA.329	Muss
33091.BR423 .AA.330	Muss
33091.BR423 .AA.331	Muss
33091.BR423 .AA.956	Muss
33091.BR423 .AA.957	Muss
33091.BR423 .AA.958	Muss
33091.BR423 .AA.959	Muss
33091.BR423 .AA.960	Muss
33091.BR423 .AA.961	Muss
33091.BR423 .AA.332	Muss
33091.BR423 .AA.962	Muss
33091.BR423 .AA.963	Muss
33091.BR423 .AA.964	Muss
33091.BR423 .AA.965	Muss
33091.BR423 .AA.966	Muss
33091.BR423 .AA.333	Muss
33091.BR423 .AA.334	Muss
33091.BR423 .AA.335	Muss
33091.BR423 .AA.337	Muss
33091.BR423 .AA.338	Muss
33091.BR423 .AA.967	Muss
33091.BR423 .AA.968	Muss

33091.BR423 .AA.969	Muss
33091.BR423 .AA.970	Muss
33091.BR423 .AA.971	Muss
33091.BR423 .AA.976	Muss
33091.BR423 .AA.977	Muss
33091.BR423 .AA.339	--
33091.BR423 .AA.340	Muss
33091.BR423 .AA.341	Muss
33091.BR423 .AA.342	Muss
33091.BR423 .AA.345	Muss
33091.BR423 .AA.347	Muss
33091.BR423 .AA.348	Muss
33091.BR423 .AA.349	Muss
33091.BR423 .AA.350	Muss
33091.BR423 .AA.351	Muss
33091.BR423 .AA.352	Muss
33091.BR423 .AA.353	Muss
33091.BR423 .AA.354	Muss
33091.BR423 .AA.355	Muss
33091.BR423 .AA.356	Muss
33091.BR423 .AA.357	Muss

33091.BR423 .AA.358	Muss
33091.BR423 .AA.359	Muss
33091.BR423 .AA.360	Muss
33091.BR423 .AA.361	Muss
33091.BR423 .AA.362	Muss
33091.BR423 .AA.363	Muss
33091.BR423 .AA.364	Muss
33091.BR423 .AA.365	Muss
33091.BR423 .AA.366	Soll
33091.BR423 .AA.367	Muss
33091.BR423 .AA.368	Muss
33091.BR423 .AA.369	Info
33091.BR423 .AA.370	Soll
33091.BR423 .AA.371	Muss
33091.BR423 .AA.372	Muss
33091.BR423 .AA.373	Muss
33091.BR423 .AA.374	Muss
33091.BR423 .AA.375	Muss
33091.BR423 .AA.376	Muss
33091.BR423 .AA.377	Muss
33091.BR423 .AA.378	Muss
33091.BR423 .AA.379	Muss
33091.BR423 .AA.380	Muss

33091.BR423 .AA.381	Muss
33091.BR423 .AA.382	--
33091.BR423 .AA.383	Muss
33091.BR423 .AA.384	Muss
33091.BR423 .AA.385	Muss-Option
33091.BR423 .AA.386	Muss
33091.BR423 .AA.387	Muss
33091.BR423 .AA.388	Muss
33091.BR423 .AA.389	Muss
33091.BR423 .AA.390	Muss
33091.BR423 .AA.391	Muss
33091.BR423 .AA.392	Muss
33091.BR423 .AA.393	Muss
33091.BR423 .AA.394	Soll
33091.BR423 .AA.395	Info
33091.BR423 .AA.396	Muss
33091.BR423 .AA.397	Muss
33091.BR423 .AA.398	Muss
33091.BR423 .AA.399	Info
33091.BR423 .AA.400	Muss
33091.BR423 .AA.401	Muss
33091.BR423 .AA.402	--

33091.BR423 .AA.404	Info
33091.BR423 .AA.713	Muss
33091.BR423 .AA.1020	Muss
33091.BR423 .AA.1021	Muss
33091.BR423 .AA.1022	Muss
33091.BR423 .AA.1023	Muss
33091.BR423 .AA.1024	Muss
33091.BR423 .AA.1025	Muss
33091.BR423 .AA.1026	Muss
33091.BR423 .AA.1027	Muss
33091.BR423 .AA.1028	Muss
33091.BR423 .AA.1029	Muss
33091.BR423 .AA.1030	Muss
33091.BR423 .AA.1031	Muss
33091.BR423 .AA.1032	Muss

33091.BR423 .AA.1033	Muss
33091.BR423 .AA.1034	Muss
33091.BR423 .AA.1035	Muss
33091.BR423 .AA.1036	Muss
33091.BR423 .AA.1037	Muss
33091.BR423 .AA.1038	Muss
33091.BR423 .AA.1039	Muss
33091.BR423 .AA.1040	Muss
33091.BR423 .AA.1041	Muss
33091.BR423 .AA.1042	Muss
33091.BR423 .AA.1043	Muss
33091.BR423 .AA.1044	Muss
33091.BR423 .AA.1045	Muss
33091.BR423 .AA.1046	Muss
33091.BR423 .AA.1047	Muss
33091.BR423 .AA.1048	Muss

33091.BR423 .AA.1049	Muss
33091.BR423 .AA.1050	Muss
33091.BR423 .AA.405	Info
33091.BR423 .AA.715	Info
33091.BR423 .AA.714	Info
33091.BR423 .AA.406	Info
33091.BR423 .AA.407	Info
33091.BR423 .AA.408	Info
33091.BR423 .AA.416	--
33091.BR423 .AA.417	Muss-Option
33091.BR423 .AA.418	Muss
33091.BR423 .AA.419	Muss
33091.BR423 .AA.420	Muss
33091.BR423 .AA.421	Muss
33091.BR423 .AA.486	Muss
33091.BR423 .AA.422	Muss
33091.BR423 .AA.423	--
33091.BR423 .AA.425	Info
33091.BR423 .AA.1147	Muss
33091.BR423 .AA.1148	Info
33091.BR423 .AA.426	Muss

33091.BR423 .AA.1183	Muss
33091.BR423 .AA.1184	Muss
33091.BR423 .AA.1149	Muss
33091.BR423 .AA.1150	Muss
33091.BR423 .AA.1151	Muss
33091.BR423 .AA.1152	Muss
33091.BR423 .AA.1153	Muss
33091.BR423 .AA.1154	Muss
33091.BR423 .AA.1155	Muss
33091.BR423 .AA.1156	Muss
33091.BR423 .AA.1157	Info
33091.BR423 .AA.1158	Muss
33091.BR423 .AA.1159	Muss
33091.BR423 .AA.1185	Muss
33091.BR423 .AA.1160	Muss
33091.BR423 .AA.1161	Muss
33091.BR423 .AA.1162	Muss

33091.BR423 .AA.1163	Muss
33091.BR423 .AA.1164	Muss
33091.BR423 .AA.1165	Muss
33091.BR423 .AA.1166	Muss
33091.BR423 .AA.1167	Muss
33091.BR423 .AA.1168	Muss
33091.BR423 .AA.1169	Muss
33091.BR423 .AA.1170	Muss
33091.BR423 .AA.1186	Muss
33091.BR423 .AA.1171	Muss
33091.BR423 .AA.427	Info
33091.BR423 .AA.428	Info
33091.BR423 .AA.1172	Muss
33091.BR423 .AA.1187	Muss
33091.BR423 .AA.429	Info
33091.BR423 .AA.430	Info
33091.BR423 .AA.1173	Muss
33091.BR423 .AA.1174	Muss
33091.BR423 .AA.431	Info
33091.BR423 .AA.1175	Muss
33091.BR423 .AA.432	Info

33091.BR423 .AA.1176	Muss
33091.BR423 .AA.433	Info
33091.BR423 .AA.1177	Muss
33091.BR423 .AA.434	Info
33091.BR423 .AA.1178	Muss
33091.BR423 .AA.435	Muss
33091.BR423 .AA.436	Info
33091.BR423 .AA.437	Info
33091.BR423 .AA.1179	Muss
33091.BR423 .AA.438	Info
33091.BR423 .AA.1180	Muss
33091.BR423 .AA.439	Info
33091.BR423 .AA.1181	Muss
33091.BR423 .AA.440	--
33091.BR423 .AA.442	Info
33091.BR423 .AA.443	Info
33091.BR423 .AA.444	Info
33091.BR423 .AA.445	Info
33091.BR423 .AA.1054	Muss
33091.BR423 .AA.1055	Muss

33091.BR423 .AA.1056	Muss
33091.BR423 .AA.1057	Muss
33091.BR423 .AA.1058	Muss
33091.BR423 .AA.1059	Muss
33091.BR423 .AA.1060	Muss
33091.BR423 .AA.1061	Muss
33091.BR423 .AA.1062	Muss
33091.BR423 .AA.1063	Muss
33091.BR423 .AA.1064	Muss
33091.BR423 .AA.1065	Muss
33091.BR423 .AA.1066	Muss
33091.BR423 .AA.1067	Muss
33091.BR423 .AA.1068	Muss
33091.BR423 .AA.1069	Muss
33091.BR423 .AA.1070	Muss
33091.BR423 .AA.1071	Muss
33091.BR423 .AA.1072	Muss
33091.BR423 .AA.1073	Muss
33091.BR423 .AA.447	--
33091.BR423 .AA.448	Muss

33091.BR423 .AA.449	Muss
33091.BR423 .AA.450	Muss
33091.BR423 .AA.451	Muss
33091.BR423 .AA.452	Muss
33091.BR423 .AA.453	Muss
33091.BR423 .AA.454	Muss
33091.BR423 .AA.455	Muss
33091.BR423 .AA.456	Muss
33091.BR423 .AA.457	Muss
33091.BR423 .AA.458	Muss
33091.BR423 .AA.459	--
33091.BR423 .AA.285	Muss
33091.BR423 .AA.483	Muss
33091.BR423 .AA.286	Muss-Option
33091.BR423 .AA.485	Muss
33091.BR423 .AA.460	Muss
33091.BR423 .AA.461	Muss
33091.BR423 .AA.462	Muss
33091.BR423 .AA.463	Muss
33091.BR423 .AA.464	Muss

33091.BR423 .AA.465	Muss
33091.BR423 .AA.466	Muss
33091.BR423 .AA.467	Muss
33091.BR423 .AA.468	--
33091.BR423 .AA.469	Muss
33091.BR423 .AA.470	Muss
33091.BR423 .AA.471	Muss
33091.BR423 .AA.472	Muss
33091.BR423 .AA.473	Muss
33091.BR423 .AA.474	Muss
33091.BR423 .AA.475	Muss
33091.BR423 .AA.476	Muss
33091.BR423 .AA.477	Muss
33091.BR423 .AA.478	Muss
33091.BR423 .AA.480	Muss

Anforderungstext
1 Einleitung
In diesem Lastenheft sind Anforderungen für die Ausrüstung von Fahrzeugen der BR 423 mit ETCS und ATO aufgelistet.
2 Einsatzbereich
Die Triebzüge verkehren nach dem Umbau mit ETCS und ATO auf dem zukünftig geplanten Streckennetz der S-Bahn Stuttgart.
3 Systemspezifikation und Zulassung
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung entspricht CCS TSI Annex A Set of specifications 3 (B3R2 (SRS 3.6.0) und GSM-R B1).
Für die ETCS-Fahrzeugausrüstung sind die CRs aus dem ERA-Dokument ERA/OPI/2020-2, sowie veröffentlichte Change Requests (CRs), die im Digitalen Knoten Stuttgart benötigt werden und die sicherheitsrelevanten CRs, über die ERA/OPI/2020-2 hinaus, umzusetzen.
ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen TSI ZZS 2022 mit der höchsten Spezifikationsgruppe und FRMCS mit den Mindestbestandteilen Kommunikation über 5G und GSM-R/GPRS.
Das Fahrzeug erfüllt die Anforderungen der EBA-Bekanntgabe 09 des AK ZZS.
Das Fahrzeug beherrscht die Level 0, 1 (inklusive Mode LS), 2 und NTC PZB.
Das Fahrzeug beherrscht Level 3.
Der AN führt Tests für die generische Entwicklung in eigener Regie durch. Diese sind nicht Bestandteil des Projektes.
Der AN erstellt ein Zulassungskonzept, welches einen Meilensteinplan beinhaltet und die Verantwortlichkeiten und Beauftragungen klar benennt.
Der AN ermittelt die notwendigen funktionalen und technischen Tests für die relevanten Genehmigungen.
Der AN führt die ETCS System Compatibility Tests bzw. Netzzugangstests für alle mit ETCS ausgerüsteten Strecken der DB Netz AG durch.
4 Modul Fahrzeugeinrichtung
Der AN erstellt ein Konzept zur mechanischen Integration der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung in das Fahrzeug.
Der AN erstellt ein Konzept zur funktionalen Integration der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung in das Fahrzeug.
Der AN erstellt eine ETCS/ATO-Architektur inkl. aller Schnittstellen zu vorhandenen Systemen.
Der AN setzt die Transitionen zwischen ETCS und NTC nach TLH 4 Anhang 3 der DB Netz AG um.
Die Fahrzeuge verkehren in Doppel- und Mehrfachtraktion im PZB-, ETCS- und ATO-Betrieb.
Fahrzeuge einer Baureihe verkehren in gemischter Doppel- und Mehrfachtraktion mit ETCS ausgerüsteten Fahrzeugen und nur mit PZB ausgerüsteten Fahrzeugen auf PZB Strecken.
Der Fahrtenschreiber registriert die nationalen Fahrdaten und die Fahrdaten nach Subset-027 und Subset-140.

Das Fahrzeug verfügt in jedem Führerraum über einen ETCS-Störschalter für die ETCS-Fahrzeugausrüstung.
Der ETCS-Störschalter ist gegen ungewollte Betätigung gesichert.
Der ETCS-Störschalter schaltet die ETCS-Fahrzeugausrüstung vom Bremszugriff ab.
Das Ausschalten des ETCS-Störschalters verhindert die ETCS-Traktionsabschaltung.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung im geführten Fahrzeug führt keine Traktionssperre oder Bremsung durch.
Das Fahrzeug bietet dem Tf die Möglichkeit, das Fahrzeug ohne die Betätigung von Absperrhähnen zu bedienen.
Das Fahrzeug hat die Funktion ETCS Service Brake.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung prüft alle ETCS-Wirkwege der ETCS-Zwangsschnellbremsung einzeln und unabhängig.
Das DMI zeigt nur Track Conditions an, welche für das Fahrzeug relevant sind.
Die Schnittstelle und die Tools zum Einbringen der digitalen kryptographischen Schlüssel bieten den Mitarbeitern des AG die Möglichkeit, die Schlüsseldaten in die Fahrzeuge einzubringen. Die Erstinbetriebnahme der ETCS-Fahrzeugausrüstung ist von dieser An
Die Tools für das Offline-Keymanagement stellen für die Übertragung auf das Fahrzeug sicher, dass die Keys und KTrans nicht offen übertragen werden oder die Übertragung so gesichert ist, dass das Instandhaltungspersonal die Keys und KTrans nicht erkennt.
Die technische Umsetzung des Keymanagements stellt sicher, dass im Rahmen der dezentralen Instandhaltung mindestens 100 Handwerker-Keys und KTrans in die ETCS-Fahrzeugausrüstung einbringen können.
Der AN realisiert ein Online-Keymanagement nach SUBSET-137.
Die Wegimpulsgeber der ETCS-Fahrzeugausrüstung befinden sich an nicht angetriebenen Radsätzen.
Im ungestörten Betrieb oder im Betrieb mit verminderter Verfügbarkeit des Odometriesystems kommt es zu keiner Bremsung aus der ETCS-Fahrzeugausrüstung auf Grund von Odometrie-problemen.
Die Parametrierung der Verzögerungswerte entspricht dem Gamma - Bremsmodell.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung verwendet KDry_rst-Faktoren, die abhängig sind von der Zuglänge.
Der AG hat die Möglichkeit, jeweils 15 Datensets für das Bremsmodell in Einfach-, Doppel- und Dreifachtraktion zu bilden.
Der AG hat die Möglichkeit, in Abhängigkeit von den Brems-hundertsteln für die Parametrierung der Verzögerungswerte das Lambda- oder Gamma-Bremsmodell auszuwählen.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung rechnet mit KDry_rst-Faktoren in Schritten von maximal 0,01.
Das ETCS-Fahrzeugerät berücksichtigt bei der Ermittlung der Bremskurve die nominalen rotierenden Massen.
An der ETCS-Balisenantenne ist keine Höheneinstellung erforderlich.
Das Fahrzeug hat die Funktion Cold Movement Detection für ETCS zum Aufstarten mit einer sicheren Position.

Der Cold Movement Detector erhält im Inneren des Fahrzeugs eine Abschaltvorrichtung, die während des Fahrgastbetriebes für den Triebfahrzeugführer gut zugänglich ist.
Das Fahrzeug, die ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung haben eine gemeinsame Zeit auf Basis der UTC mit einer Abweichung von maximal einer Sekunde.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung übergibt 1 s vor einem "Hauptschalter Aus" - Bereich für 1 s den Befehl "Hauptschalter Aus" an die Fahrzeugsteuerung.
Die Fahrzeugsteuerung schaltet auf Anforderung der ETCS-Fahrzeugausrüstung die Hauptschalter aller Fahrzeuge des Zuges aus.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung übergibt 10 s vor einem "Stromabnehmer Nieder" - Bereich für 1 s den Befehl "Stromabnehmer Nieder" an die Fahrzeugsteuerung.
Die Fahrzeugsteuerung senkt auf Anforderung der ETCS-Fahrzeugausrüstung die Stromabnehmer aller Fahrzeuge des Zuges.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung sendet Position-Reports spätestens 1,0 s nach dem Lesen der zugehörigen Balise.
Der AN teilt 6 Monate nach Vergabe die Dauer vom Eingang der definierten Movement Authority an der ETCS-GSM-R-Antenne bis zur Anzeige der Movement Authority im DMI mit.
Der AN verwendet als definierte Movement Authority eine Movement Authority mit mindestens drei Neigungswechseln, einem Geschwindigkeitswechsel, dreißig verlinkten Balisen, D-Weg und Overlap.
Der AN teilt 6 Monate nach Vergabe die maximale Dauer zur Verarbeitung einer Balise und dem Senden des Position-Reports an das RBC mit.
Der AN ermittelt bis 12/2023 die Dauer vom Eingang einer realen Movement Authority, die vom AG geliefert wird, an der ETCS-GSM-R-Antenne bis zur Anzeige der Movement Authority im DMI.
Der AN ermittelt bis 05/2024 die maximale Dauer zur Verarbeitung einer im Bereich Stuttgart ortsverlegten Balise und dem Senden des Position-Reports an das RBC mit dem Fahrzeugprototypen.
5 Modul PZB
Das Fahrzeug ist mit einer PZB-Fahrzeugausrüstung ausgerüstet.
Das NTC PZB ist "Stand Alone" nutzbar.
Falls eine Störung der PZB-Fahrzeugausrüstung auftritt, dann ist die Funktion "PZB" separat abschaltbar.
6 Funkausrüstung
Bestehende und neu zu installierende Antennen des Fahrzeugs beeinflussen sich nicht störend. Der AN führt den Nachweis entsprechend der EBA-Regelung EMV 06.
Die ETCS- und ATO-Antennen sind auf dem Zugdach auf Montageplatten angebracht.
Die Montageplatten für die ETCS- und ATO-Antennen sind so ausgeführt, dass die Antennen von außen montiert und demontiert werden können.
Die Montageplatten für die ETCS- und ATO-Antennen sind mit einem Lochbild für die Antennen entsprechend "DB_An121_Montageplatten_Antenne_Zugdach" ausgeführt.
Der AN stellt sicher, dass Antennen für ETCS die Frequenzbereiche bei 900 MHz und 1,9 GHz sowie GSM-R und FRMCS abdecken können.
Alle ETCS-Funkantennenkabel sind tauglich für den Einsatz von 0,7 GHz bis 1,9 GHz.
Die GSM-R-Funkausrüstung entspricht den Anforderungen gemäß GPRS/EGPRS requirements for ETCS (ETSI TS 103.328) Version 1.1.1.

GSM-R-Funkmodule funktionieren im erweiterten UIC (E-UIC) Frequenzband 873-880/918-925 MHz.
Der AN führt die notwendigen Tests für das erweiterte UIC (E-UIC) Frequenzband 873-880/918-925 MHz der DB Netz durch.
Der AN realisiert die Trennung von applikations- und safetybezogenen Funktionen in EuroRadio von kommunikationsbezogenen Funktionen, so dass das Upgrade auf TSI ZS 2022 nur für die kommunikationsbezogenen Funktionen möglich ist.
Der AN weist die Kriterien für die Aufteilung der kommunikations- und safetybezogenen Funktionen des SUBSET 037 nach.
Das EuroRadio kommuniziert abhängig von der streckenseitigen Ausrüstung über GSM-R oder FRMCS.
Der AN weist die Rückwirkungsfreiheit der kommunikationsbezogenen Funktionen in EuroRadio zu den applikations- und safetybezogenen Funktionen in EuroRadio systematisch durch die Software-Architektur nach.
Der AN weist die Trennung von applikations- und safetybezogenen Funktionen in EuroRadio von kommunikationsbezogenen Funktionen, vor Beginn der Ausrüstung der FiC-Fahrzeuge, systematisch durch die Software-Architektur nach.
Der AN stellt sicher, dass die EuroRadio-Software jederzeit downgradefähig ist.
Der AN liefert für die nicht sicherheitsrelevanten Anteile der EuroRadio-Software einen Nachweis für die Einhaltung der geltenden Regelwerke.
EuroRadio ist so realisiert, dass eine Anbindung an ein FRMCS-Gateway über ein in der TSI ZS 2022 definiertes Interface durch ein Software-Upgrade erreicht werden kann. Hierzu verfügt EuroRadio bereits physisch über diese Schnittstelle.
Die physische Schnittstelle zum Anschluss des EuroRadio an das FRMCS-Gateway wird über Ethernet-M12-Steckverbindung realisiert.
In der fahrzeugseitigen Kommunikation besitzt die Kommunikation zwischen EuroRadio und FRMCS-Gateway die höchste Priorität.
Fehlfunktionen der EuroRadio-Software beeinflussen die Kommunikation anderer FRMCS-Funktionen nicht störend.
Das EuroRadio verwendet einen Sicherheitsschlüssel nach PKI-Keymanagement für die FRMCS-Kommunikation.
Der AN stellt sicher, dass die nach TSI ZS 2022 umgesetzte EuroRadio-Software upgrade- und updatefähig ist.
Das Funkmodul für ATO erfüllt LTE (4G) und NR (5G) mindestens gemäß 3GPP Release 15.
Das Funkmodul für ATO kommuniziert auf öffentlichen Frequenzbändern mit mindestens Unterstützung von 4G und 5G bei 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz sowie 5G bei 3400-3800 MHz.
Alle ATO-Funkantennenkabel sind tauglich für den Einsatz von 0,7 GHz bis 3,9 GHz..
Das Funkmodul für ATO nutzt das IP-Interface gemäß Subset 126 Appendix A zur Anbindung der ATO-Einheit.
ATO-OB ist so realisiert, dass eine Anbindung an ein FRMCS-Gateway über ein in der TSI ZS 2022 definiertes Interface mit einem Software-Upgrade erreicht werden kann. Hierzu verfügt die ATO-OB bereits physisch über diese Schnittstelle.
Die physische Schnittstelle zum Anschluss des ATO-OB an das FRMCS-Gateway wird über Ethernet-M12-Steckverbindung realisiert.
Die ATO-OB ist nach der Umsetzung der TSI ZS 2022 mit allen angeschlossenen Systemen im Fahrzeug kompatibel.

Der AN stellt sicher, dass die Software der ATO-OB jederzeit downgradefähig ist.
Der AN stellt sicher, dass Updates oder Upgrades der ATO-OB andere Systeme im Fahrzeug nicht störend beeinflussen.
Die ATO-OB ermöglicht eine Kommunikation über entweder öffentliche Netze (4G/5G) oder FRMCS, abhängig davon welcher Kommunikationsweg gefordert wird.
Der AN führt Updates oder Upgrades der ATO-OB so durch, dass die Sicherheits- und Cybersicherheitsstandards eingehalten werden.
Der AN stellt sicher, dass die nach TSI ZZS 2022 umgesetzte ATO-OB Software upgrade- und updatefähig ist.
7 Bedienung
BR 423: Jeder Führerraum hat ein DMI, welches die bisherige MFA ersetzt.
BR 423: Das DMI hat folgende Leuchtmelder integriert: - "Türen" - "Sifa" - "HSAUS" - "Notbremse" - "Stoe" Die Icons werden in der Designphase durch die DB AG übergeben.
Das DMI zeigt im Bereich D die Zugkrafttorte an, außer es werden ETCS-Anzeigen entsprechend ERA_ERTMS_015560 im Bereich D dargestellt.
Das DMI hat alle vor dem Umbau vorhandenen maschinentechnischen Leuchtmelder integriert.
Während die ETCS-Fahrzeugausrüstung eingeschaltet ist, zeigt das DMI als Fahrgeschwindigkeit ausschließlich die v_ist von ETCS an.
Während die ETCS-Fahrzeugausrüstung ausgeschaltet ist, zeigt das DMI eine v_ist an.
Falls das DMI ausfällt, dann löst die ETCS-Fahrzeugausrüstung eine Service Brake aus. Der Wechsel nach System Failure ist nicht zulässig.
Das Bedienelement für den Lampentest der Leuchtdrucktaster ist auf der neuen Pultplatte oder im seitlichen Bedienfeld angeordnet.
Das DMI ist als kapazitives Touchscreen-Display ausgeführt.
Der AN stellt alle geänderten oder neu eingebauten Komponenten im Führerraum in einem Konzept dar.
Wenn die Vorschlagswerte für ETCS und PZB nicht geändert werden müssen, beträgt die Zeit für den Start of Mission (SoM) mit Beginn der Eingabe der Tf-Nummer inklusive der Bestätigung des Levels, der Eingabe der Zugnummer, der Zugdateneingabe von ETCS und
Während der Zugdateneingabe übernimmt die ETCS-Fahrzeugausrüstung die Bremshundertstel direkt und ohne Zutun des Tf von der Fahrzeugsteuerung und trägt die Bremshundertstel als Vorschlagswert ein.
Während der Zugdateneingabe übernimmt die ETCS-Fahrzeugausrüstung die Zuglänge direkt und ohne Zutun des Tf von der Fahrzeugsteuerung und trägt die Zuglänge ein.
Das DMI bietet dem Tf das Feld "entry complete?" ohne zusätzliche Bestätigung der voreingetragenen Werte an.
Wenn die PZB-Fahrzeugausrüstung konstruktiv bei jeder Wende eine Zugdateneingabe fordert, wechselt das DMI nach der ETCS-Zugdateneingabe automatisch in die PZB-Zugdateneingabe.

Wenn die PZB-Fahrzeugausrüstung konstruktiv nicht bei jeder Wende eine Zugdateneingabe fordert, wechselt das DMI in die "National data entry selection".
Die PZB-Zugdateneingabe zeigt die in der ETCS-Zugdateneingabe verwendeten Bremsleistung als Vorschlagswert an.
Für die PZB-Zugdateneingabe ist als einzige Bedienung des Tf, die Bestätigung der PZB-Zugdaten erforderlich.
Die im DMI eingegebene Zugnummer wird an die Fahrzeugsteuerung übergeben und von dem Funkgerät verwendet.
Die Ausrüstung mit ETCS beeinflusst nicht die Bedienung für das Stärken (Kuppeln) oder Schwächen (Entkuppeln), außer die notwendige Änderung der ETCS-Zugdaten.
Das Fahrzeug speichert das Ergebnis und den Zeitpunkt der letzten Prüfläufe für ETCS und NTC im DMI im Menü Prüfläufe und zeigt diese auf Anforderung des Tf am DMI an.
Das DMI stellt die Tf-Nummer nach Bestätigung und Übernahme der Daten nicht mehr oder nur noch anonymisiert dar.
Das Keyboard für die Eingabe der Tf-Nummer ist in der Grundeinstellung numerisch.
Das Keyboard für die Eingabe der Tf-Nummer ist auf alphanumerisch umstellbar.
Das DMI übernimmt den Helligkeitswert vom MTD.
Der Tf kann die Übernahme des Helligkeitswertes vom MTD am DMI auf manuelle Steuerung am DMI ändern. Grundeinstellung ist die zentrale Helligkeitssteuerung.
Die BR 423 wird nicht planmäßig ausgeschaltet, sondern "aufgerüstet abgestellt".
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung führt keinen planmäßigen Einschaltstest bzw. keinen Reset im Rahmen der täglichen Vorbereitung durch.
Wenn die Zeitspanne zwischen zwei planmäßigen Einschaltstests bzw. Reset kleiner 14 Tage ist, führt die Fahrzeugsteuerung bei jedem Verlassen von "aufgerüstet abgestellt" ein Einschaltstest bzw. Reset für die gesamte ETCS-Fahrzeugausrüstung des
Ein erneuter Einschaltstest ist frühestens 30 h nach Einschalten des EVC erforderlich.
Falls die ETCS-Fahrzeugausrüstung einen planmäßigen Reset erfordert, hat das Fahrzeug einen Resettaster für die ETCS-Fahrzeugausrüstung an den Anzeige- und Bedientafeln jedes Führerraums.
Der Einschaltstest kann unabhängig von Handlungen und Aktionen am Fahrzeug ordnungsgemäß zu Ende geführt werden.
Der Tf nimmt beim Einschaltstest keine Überwachungs- und Mitwirkungsaufgaben wahr.
Der Einschaltstest für die ETCS-Fahrzeugausrüstung dauert max. 45 s. Anschließend ist die ETCS-Fahrzeugausrüstung betriebsbereit: Beginn der Start of Mission mit Eingabe der Tf-Nummer.
Wenn ein Prüflauf für die NTC-Fahrzeugausrüstung durchgeführt wird, ist dieser mit und ohne Zugdaten im Mode "stand by" möglich.
Der manuell angestoßene Prüflauf für die ETCS-Fahrzeugausrüstung dauert max. 45 s. Anschließend ist die ETCS-Fahrzeugausrüstung betriebsbereit.
Ein erneuter manuell angestoßener Prüflauf ist frühestens nach 30 h erforderlich.
Der Tf wird mindestens 6 h vor Ablauf des Prüfintervalls (Einschaltstest oder manuell angestoßener Prüflauf) durch eine Textmeldung auf dem DMI aufgefordert, rechtzeitig einen manuell angestoßenen Prüflauf oder Einschaltstest durchzuführen.

Die Textmeldung zum Ablauf des Prüfintervals kommt frühestens 24 h nach der letzten Prüfung.
8 ATO (GoA2)
Das Fahrzeug erhält ein ATO-System (GoA2).
Der AN setzt CR 1238 inklusive den dazugehörigen SUBSET 125, 126, 126 Appendix A, 139 und 140 um.
Es wird der SUBSET 143 umgesetzt.
Die Applikationen für ETCS und ATO werden entsprechend SUBSET 130 mindestens so getrennt, dass eine unabhängige und rückwirkungsfreie Anpassung möglich ist.
Die ATO ist fähig, einen Zug mit Doppel- und Mehrfachtraktion zu steuern.
Falls nur das führende Fahrzeug einer Doppel- oder Mehrfachtraktion mit ATO ausgerüstet ist, ist die ATO fähig, den Zugverband zu steuern.
Für den Betrieb mit ATO ist keine ATO-Zugdateneingabe im Rahmen der Start of Mission (SoM) erforderlich.
Falls die ATO-Fahrzeugausrüstung gestört ist, bietet das Fahrzeug dem Tf in jedem Führerraum die Möglichkeit, die ATO-Fahrzeugausrüstung mit einem Störschalter zu deaktivieren.
Die Funktion "ATO engage" und "ATO disengage" wird über einen Taster neben dem Fahr-/Bremshebel angesteuert.
Die Wegimpulsgeber für die ATO-Fahrzeugausrüstung sind an nicht angetriebenen Radsätzen montiert.
Die ATO realisiert eine Haltegenauigkeit von +/- 2 m mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,99%.
Die ATO hält bei einer Genauigkeit von +/- 0,5 m mit einer Wahrscheinlichkeit von ...% automatisch an definierten Punkten an. Die erreichbare Wahrscheinlichkeit ist vom Anbieter bei Übergabe des kommentierten LH einzutragen.
Zur Sicherstellung der Haltegenauigkeit im Bereich der S- Bahn Stuttgart kann eine Ortungsbalise an einer definierten Position mit x +/- 6 Meter verlegt werden. x kann vom AN definiert werden.
Der AN weist nach, dass in der Ebene die letzten 400 m vor dem Halt in maximal 37 s zurückgelegt werden.
Der AN weist nach, dass der Weg in der Ebene von einer Beharrungsgeschwindigkeit von 80 km/h bis zum Halt maximal 315 m beträgt.
Das Fahrzeug bietet Mitarbeitern des AG die Möglichkeit, die Parameter der, von der ATO angewendeten, Regelbremsverzögerung im Rahmen der Instandhaltung zwischen $0,6 \text{ m/s}^2$ und $0,85 \text{ m/s}^2$ in $0,05 \text{ m/s}^2$ - Schritten ohne weitere Nachweise zu ändern.
Wenn die verbleibende Haltezeit (dwell time) gleich der Zeit ist, die für das Schließen der Türen benötigt wird, übergibt die ATO den Befehl zum Schließen der Türen an die Fahrzeugsteuerung.
Wird die automatische Türöffnung durch die ATO nicht bestellt, ist eine manuelle Türöffnung zu realisieren.
Der AN teilt 6 Monate nach Vergabe die Dauer vom Eingang der definierten Movement Authority an der ETCS-GSM-R-Antenne bis zum Umschalten der Traktion durch ATO mit.
9 Übermittlung von Zugeigenschaften

Das Fahrzeug überträgt den Identifier der Baureihe [423] an die Strecke.
Der AN erstellt ein Konzept zur Realisierung der Funktion Übermittlung von Zugeigenschaften.
Die TCR-Schnittstelle der ATO-Fahrzeugausrüstung zu der ATO-Streckenausrüstung entspricht der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS".
Das Fahrzeug überträgt die UIC-Kennungen aller Fahrzeugeinheiten (Consist) und aller Fahrzeuge im Zug entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die Orientierung aller Fahrzeuge im Zug bezogen auf die betriebliche Zugrichtung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionskraft (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kN Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specific
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionsleistung (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kW Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Speci
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare dynamische Bremskraft (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kN Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface S
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare dynamische Bremsleistung (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kW Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interfac
Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Bremskraft der Betriebsbremse (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kN Schritten entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Int
Das Fahrzeug überträgt den aktuell eingestellten Oberstromgrenzwert für jede Fahrzeugeinheit (Consist) entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die Status für jeden Stromabnehmer im Zug entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die Masse je Fahrzeugeinheit (Consist) inklusive Beladung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die Masse des Zuges inklusive Beladung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt <ul style="list-style-type: none"> - Zuglänge - Maximale Zuggeschwindigkeit - Zugkategorie bezüglich Überhöhungsfehlbetrag - Andere internationale Zugkategorie - Achslast Kategorie - Nominelle rotierende Masse des Zuges - Bremsstellung entsprechend der Schnittstellen

Das Fahrzeug überträgt die Kennzeichnung für das Gamma- oder Lambda-Bremsmodell entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Wenn ein Lambda-Bremsmodell aktiv ist, überträgt das Fahrzeug die Bremsleistung entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Wenn ein Gamma-Bremsmodell aktiv ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den aktiven Gamma-Bremsmodellsatz entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Sofern die dynamische Bremse in den Bremsmodellen berücksichtigt ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den Status der dynamischen Bremse entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB
Sofern die elektro-pneumatische Bremse in den Bremsmodellen berücksichtigt ist, überträgt das Fahrzeug die Kennzeichnung für den Status der elektro-pneumatischen Bremse entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface S
Das Fahrzeug überträgt, abgeleitet aus der vom Triebfahrzeugführer gewählten Reibwerteeinstellung, den Adhäsionswert entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Sofern das Fahrzeug nicht mit Schiebetritten bzw. Spaltüberbrückungen ausgerüstet ist, überträgt das Fahrzeug die Fahrgastwechselzeit zwischen dem Öffnen der ersten Tür des Zuges (Grünschleife geöffnet) und dem Schließen aller Türen des Zuges (Grünschleife
Wenn die Türen während eines Halts nicht geöffnet werden, überträgt das Fahrzeug die Fahrgastwechselzeit 0 s entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt die vergangene Zeit (bis zum Beginn des Fahrgastwechsels) zwischen dem Zeitpunkt an dem der Zug zum Stillstand kommt bis zum Zeitpunkt an dem die Türen freigegeben werden (oder die Türen zentral geöffnet werden) entsprechend der Sch
Wenn die Türen während eines Halts nicht freigegeben werden (und die Türen nicht zentral geöffnet werden), überträgt das Fahrzeug die vergangene Zeit bis zum Beginn des Fahrgastwechsels "unbekannt" entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An
Das Fahrzeug überträgt den Status der Betriebsbereitschaft pro Tür entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren je Fahrzeug im Bereich von 0% (ohne Beladung) bis 200% (normale Zuladung im Auslegungsfall (PND) entsprechend EN 15663) entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Int
Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren je Fahrzeugeinheit (Consist) im Bereich von 0% (ohne Beladung) bis 200% (normale Zuladung im Auslegungsfall (PND) entsprechend EN 15663) entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123
Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren des Zuges im Bereich von 0% (ohne Beladung) bis 200% (normale Zuladung im Auslegungsfall (PND) entsprechend EN 15663) entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Inter
Das Fahrzeug überträgt die Umgebungstemperatur entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" an die Strecke.
Das Fahrzeug löst eine Übertragung der Datenpakete entsprechend den in der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS" definierten Auslösebedingungen aus.

<p>Wenn der Triebfahrzeugführer eine Änderung der Reibwerteinstellung vornimmt, löst das Fahrzeug eine Übertragung des Datenpaketes aus, welches entsprechend der Schnittstellenspezifikation Anhang DB_An123 "TCR related Interface Specification ATO-OB ATO-TS"</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt die zum Zeitpunkt der Übertragung aktuellen Daten an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionskraft (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kN Schritten und normiert auf 100% in 5% Schritten an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt die maximal verfügbare Traktionsleistung (auch unter Berücksichtigung von Mehrfachtraktion und reduzierter Leistung) absolut in 1kW Schritten und normiert auf 100% in 5% Schritten an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt Informationen zum Zuggewicht in 1t Schritten an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt Informationen zum Status und Leistungsvermögen des Bremssystems an die Strecke analog Daten der NID_MESSAGE 2 „Train Data“ aus Subset-027 und die absoluten Bremsprozente der Zugdateneingabe in 5% Schritten.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt den Status "Gesperrt" der Türen pro Seite und Wagen an die Strecke.</p>
<p>Das Fahrzeug überträgt den Besetzungsgrad an Passagieren pro Zugeinheit an die Strecke im Bereich 0% bis 200% in 10% Schritten.</p>
<p>10 Option Verminderte Reibwerte</p>
<p>Dieses Unterkapitel enthält alle Anforderungen der Option "Verminderte Reibwerte".</p>
<p>Der Tf kann in der ATO die Beschleunigungs- und Verzögerungswerte bei vermindertem Reibwert reduzieren.</p>
<p>Die reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte der ATO bei verminderten Reibwert kann der Tf wählen, auch wenn die Start of Mission (SoM) erfolgt ist.</p>
<p>Die reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte der ATO können in drei Stufen gewählt werden "Normal", "Reduziert Stufe 1", "Reduziert Stufe 2".</p>
<p>Die reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte der ATO für "Reduziert Stufe 1" und "Reduziert Stufe 2" werden dem Hersteller durch den Betreiber mit der ETCS Data Prep übergeben.</p>
<p>Das Fahrzeug bietet Mitarbeitern des AG die Möglichkeit, die Parameter der von der ATO angewendeten, reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte im Rahmen der Instandhaltung ohne weitere Nachweise zu ändern.</p>
<p>Die ATO-OB passt das Fahrprofil entsprechend den reduzierten Beschleunigungs- und Verzögerungswerten an.</p>
<p>11 Zugvollständigkeit und sichere Zuglänge</p>
<p>Der AN erstellt ein Konzept zur Realisierung der Funktionen Zugvollständigkeit und Zuglänge.</p>
<p>Der AN erstellt ein Konzept zur Realisierung der Funktionen Ermittlung der Zuglänge und Zugvollständigkeit durch ein Zugvollständigkeitsüberwachungssystem.</p>
<p>Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) besteht aus den TIM Modulen des Zugs und den dazugehörigen Komponenten.</p>
<p>Die Funktionalitäten zur Überwachung der Zugvollständigkeit und zur Ermittlung der Zuglänge ermöglichen den Betrieb in ETCS Level 3 in Einfach- und Mehrfachtraktion.</p>

Die ETCS-Fahrzeugausrüstung loggt für das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) relevante Daten.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung überwacht alle Funktionalitäten des Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS). Der AN stellt dem AG hierfür eine Auswertemöglichkeit zur Verfügung, welche die Identifizierung der Fehlerursache ermöglicht
Für die Funktionen zur Ermittlung der Zuglänge und Zugvollständigkeit werden ausschließlich fahrzeugeitige Komponenten genutzt.
Dem TIM Modul sind bestimmte Fahrzeuge (z.B. Triebfahrzeuge, Wagen oder eine Fahrzeugeinheit) zugeordnet.
Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) verlängert nicht die Zeiten für die Änderung der Zugkonfiguration (Stärken oder Schwächen) oder für das Wenden des Zugs.
Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) erfordert keine Mitwirkung des Triebfahrzeugführers.
Wenn einem TIM Modul der aktive Führerraum zugeordnet ist, nimmt es den Zustand Master ein.
Wenn einem TIM Modul kein aktiver Führerraum zugeordnet ist, nimmt es den Zustand Slave ein.
Wenn das TIM Modul den Zustand Master einnimmt oder eine beabsichtigte Änderung der Zugkonfiguration stattfindet (Stärken oder Schwächen), führt das TIM Master Modul eine Initialisierung des Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) durch.
Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, fordert das TIM Master Modul <ul style="list-style-type: none"> - den aktuellen Kupplungsstatus und - den aktuellen Status benachbarter TIM Module und - die nominale Länge und - den Integritätsstatus
Der Kupplungsstatus wird aus der Verknüpfung relevanter Signale für das Kuppeln gebildet (mechanische und elektrische Kupplung sowie zugehörige Signale).
Wenn das TIM Master Modul <ul style="list-style-type: none"> - den aktuellen Kupplungsstatus und - den aktuellen Status benachbarter TIM Module und - die nominale Länge und - den Integritätsstatus anfordert, überträgt das TIM Slave Modul diese Informationen für die dem TIM Slave Modul zuge
Wenn das TIM Master Modul das TIM Modul zur Ausgabe eines Signals zur Anzeige der bestimmungsgemäßen Funktionsfähigkeit des TIM Moduls auffordert, gibt das TIM Modul dieses an die benachbarten TIM Module aus.
Wenn das TIM Modul eingeschaltet wird, sendet es ein Signal über eine dedizierte Steuerleitung an die benachbarten TIM Module.
Wenn das TIM Master Modul das TIM Modul zum Lesen eines Signals zur Anzeige der bestimmungsgemäßen Funktionsfähigkeit des TIM Moduls auffordert, liest das TIM Modul das Signal ein und ermittelt den Status des Signals (Status benachbarter TIM Module).
Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, ermittelt das TIM Master Modul den Tail-Status (Tail / Non-Tail) der TIM Slave Module im Zug. Dazu wertet das TIM Master Modul den von den TIM Slave Modulen gesendet
Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, stellt das TIM Master Modul sicher, dass für die Berechnung der Zuglänge alle Fahrzeuge berücksichtigt werden (Erkennung von Ghost Trunk bzw. Ghost Tail). Dazu werte

<p>Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, berechnet das TIM Master Modul die Zuglänge und stellt diese als Input für den ETCS Parameter Train Length an die fahrzeugseitige ETCS-Einrichtung bereit. Dazu werte</p>
<p>Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) erkennt unbeabsichtigte Zugtrennungen (Zugabrisse).</p>
<p>Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) erkennt beabsichtigte Änderungen der Zugkonfiguration (Stärken oder Schwächen).</p>
<p>Sofern die Integrität der zugeordneten Fahrzeuge nicht anderweitig sichergestellt ist, ermittelt jedes TIM Modul den Integritätsstatus der zugeordneten Fahrzeuge.</p>
<p>Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert und wenn mindestens ein TIM Slave Modul vorhanden ist, etabliert das TIM Master Modul eine zyklische Kommunikation mit dem TIM Slave Modul mit dem Tail-Status "Tail".</p>
<p>Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert, ermittelt das TIM Master Modul den Status der Zugvollständigkeit als "confirmed", - sofern es die Integrität der ihm zugeordneten Fahrzeuge bestätigt und - sofern es</p>
<p>Wenn das TIM Master Modul das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) initialisiert hat, ermittelt das TIM Master Modul den Status der Zugvollständigkeit zyklisch.</p>
<p>Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) stellt den ermittelten Status der Zugvollständigkeit als Input für den ETCS Parameter Train Integrity Status Information an die fahrzeugseitige ETCS-Einrichtung bereit.</p>
<p>Das TIM Master Modul ermittelt den Status der Zugvollständigkeit in SILO und sendet diesen an die TRU.</p>
<p>Wenn die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zuglänge nicht als ETCS Parameter Train Length nutzt oder durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) keine Zuglänge ermittelt wurde,</p>
<p>Es wird eine Funktionalität zur selbstständigen Ermittlung der Zuglänge bei Start of Mission realisiert.</p>
<p>Die Zuglänge wird als ETCS Train Length Parameter genutzt.</p>
<p>Die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung nutzt die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zuglänge als ETCS Parameter Train Length.</p>
<p>Das TIM Master Modul berechnet die Zuglänge in SILO und sendet diese an die TRU.</p>
<p>Im "Data validation window" wird der technisch ermittelte Wert für den ETCS Train Length Parameter bzw. die Zugkonfiguration angezeigt.</p>
<p>Der ermittelte Zuglängenparameter erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL 4 bzw. einer THR von 1,0E-09/h.</p>
<p>Die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zuglänge erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL 4 bzw. einer THR von 1,0E-09/h.</p>
<p>Wenn eine beabsichtigte Änderung der Zugkonfiguration stattfindet, erkennt das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) die Änderung der Zuglänge mit SIL 4 bzw. einer THR von 1,0E-09/h.</p>
<p>Die Zuglänge wird mit einer Genauigkeit von max. 1 m ermittelt für den gesamten Zugverband und auf den nächsten ganzzahligen Wert aufgerundet.</p>
<p>Die durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) berechnete Zuglänge hat eine Genauigkeit von 0/+1 m und wird auf den nächsten ganzzahligen Wert aufgerundet.</p>
<p>Es wird eine Funktionalität zur selbstständigen, kontinuierlichen Überwachung der Zugvollständigkeit des gesamten Zugverbands realisiert.</p>

Das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelt die Zugvollständigkeit selbstständig und kontinuierlich.
Der Zugvollständigkeitsstatus wird entsprechend CR 940 zur Verfügung gestellt.
Die Funktionen Ermittlung der Zuglänge und Zugvollständigkeit erfüllen die Anforderungen des CR 940.
Der Zugvollständigkeitsstatus erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL2 bzw. einer THR von $1,0E-06/h$.
Der durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelte Zugvollständigkeitsstatus erfüllt die Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL 2 bzw. einer THR von $1,0E-06/h$.
Die maximale Offenbarungszeit zur Erkennung und Übermittlung einer Zugtrennung beträgt 3,5 Sekunden.
Die Offenbarungszeit t_{OZ} ergibt sich aus folgender Formel: $t_{OZ} = t_{EZ} + t_{ÜZ} + t_{ZZ}$ wobei: Erkennungszeit t_{EZ} : Maximale Zeitdauer, welche die Funktionalität benötigt, um eine Zugtrennung festzustellen. Übertragungszeit $t_{ÜZ}$: Maximale Zeitdauer, welche die Übe
Alle Fehler der Zugvollständigkeitsüberwachung werden spätestens nach 30 Stunden offenbart.
Alle Fehler des Zugvollständigkeitsüberwachungssystems (TIMS) werden spätestens nach 30 Stunden offenbart.
Wiederkehrende Prüfung der Elemente der Zugvollständigkeit und der Ermittlung der sicheren Zuglänge, die durch den Tf anzustoßen sind, sind frühestens nach 30 h erforderlich.
Der Selbsttest, der alle Fehler des Zugvollständigkeitsüberwachungssystems (TIMS) offenbart, wird im Rahmen des Einschaltselfsttests und des Prüflaufs für die ETCS-Fahrzeugausrüstung durchgeführt und bedarf keines zusätzlichen Prüflaufs.
Der Fahrdatenschreiber speichert den Status der Zugvollständigkeit in einer eigenen Spur außerhalb des JRU-Bereiches.
Der Fahrdatenschreiber speichert den durch das Zugvollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS) ermittelten Status der Zugvollständigkeit in einer eigenen Spur außerhalb des JRU-Bereiches.
12 Fahrzeugschnittstellen
Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen SUBSET 119 und 139 gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication veröffentlichten Vorgaben.
Der AN nutzt die OCORA-Vorgaben für die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication vorgegebenen Lizenzbedingungen. Er erfüllt die Veröffentlichungs- un
Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung mit den durch OCORA veröffentlichten Vorgaben nach.
Der AN weist die Konformität zu den durch OCORA vorgegebenen Testfällen, unter Einbeziehung der durch OCORA zur Verfügung gestellten Simulations- und Testumgebung, nach.
Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung entsprechen SUBSET 119 gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication veröffentlichten Vorgaben.
Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen SUBSET 139 gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication veröffentlichten Vorgaben.

Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung entsprechen den für das Fahrzeug relevanten Anteilen des SUBSET 119 Version 1.2.5.
Die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung entsprechen den für das Fahrzeug relevanten Anteilen des SUBSET 139 Version 0.0.21.
Der AN stimmt die Umsetzung der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung mit dem AG ab.
Der AN stimmt die Umsetzung der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung mit dem AG ab.
Der AN liefert eine Beschreibung für alle Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung. Die Beschreibung setzt vom AN unabhängige sachverständige Dritte in die Lage, die Schnittstellen und deren Funktionen ohne weitere Hilfen des AN nachzu
Der AN liefert eine Beschreibung für alle Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung. Die Beschreibung setzt vom AN unabhängige sachverständige Dritte in die Lage, die Schnittstellen und deren Funktionen ohne weitere Hilfen des AN nachzu
Der AN liefert eine Schnittstellenbeschreibung für die Busschnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung mit den Mindestanforderungen entsprechend Anhang DB_An122_Anforderung_Schnittstellenbeschreibung.
Der AN liefert eine Schnittstellenbeschreibung für die Busschnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung mit den Mindestanforderungen entsprechend Anhang DB_An122_Anforderung_Schnittstellenbeschreibung.
Der AN nutzt die OCORA-Vorgaben für die Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication vorgegebenen Lizenzbedingungen. Er erfüllt die Veröffentlichungs- und
Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung mit den durch OCORA veröffentlichten Vorgaben nach.
Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung mit den durch OCORA veröffentlichten Vorgaben nach.
Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung zu den mit dem AG abgestimmten Schnittstellen nach.
Der AN weist die Konformität der realisierten Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung zu den mit dem AG abgestimmten Schnittstellen nach.
Der AN erstellt Testfälle mit Unterstützung der OCORA-Dokumentationen zum Nachweis der Konformität der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung und stimmt diese mit dem AG ab.
Der AN erstellt Testfälle mit Unterstützung der OCORA-Dokumentationen zum Nachweis der Konformität der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung und stimmt diese mit dem AG ab.
Der AN weist die Konformität der mit dem AG abgestimmten Testfälle, der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS-Fahrzeugausrüstung, nach.
Der AN weist die Konformität der mit dem AG abgestimmten Testfälle, der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ATO-Fahrzeugausrüstung, nach.
Der AN nutzt die OCORA-Vorgaben für die Testfälle zum Nachweis der Konformität der Schnittstellen des Fahrzeugs mit der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung gemäß den auf der OCORA-Webseite https://github.com/OCORA-Public/Publication vorgegebenen Lizenzbeding
13 Instandhaltung
Der AN übergibt ein Instandhaltungskonzept.

<p>Das Instandhaltungskonzept für ETCS besteht aus maximal zwei Fristen: => kleine Frist alle 8 Monate, => große Frist alle 14 Monate Die Summe beider Fristen zusammen beträgt maximal 5 Fertigungsstunden.</p>
<p>Für die ATO-Fahrzeugausrüstung ist keine planmäßige Instandhaltung erforderlich.</p>
<p>Alle Instandsetzungen der fahrzeugseitigen Ausrüstung sind innerhalb einer Mean Time To Repair (MTTR) von zwei Stunden möglich.</p>
<p>Zur Instandsetzung der fahrzeugseitigen Ausrüstung innerhalb von MTTR zwei Stunden zählen auch alle Anschlusskabel, die sich im Außenbereich des Fahrzeuges befinden.</p>
<p>Die ETCS- und die ATO-Fahrzeugausrüstung verfügen über eine MTBF von mindestens 23.000 h.</p>
<p>Baugruppen sind ohne Spezialwerkzeug tauschbar.</p>
<p>Wenn der AN weitere Einrichtungen am Fahrzeug für das Zusammenwirken mit ETCS anpasst, dann liefert der AN die dadurch notwendigen Änderungen an der Servicesoftware und den dazugehörigen HW-Tools.</p>
<p>Für den stabilen Betrieb der Service-Software definiert der AN technische Anforderungen auf Basis handelsüblicher PC-Hardware.</p>
<p>Falls der AN plant, Pufferbatterien oder Akkus einzusetzen, begründet er diese Ausnahmefälle gegenüber dem AG. Der AN setzt Pufferbatterien oder Akkus nur mit Genehmigung des AG ein. Falls Pufferbatterien oder Akkus vorhanden sind, bietet das Fahrzeug dem</p>
<p>Die Balisenantennen und Radare werden mit dem ETCS-Störschalter stromlos geschaltet.</p>
<p>14 Diagnose</p>
<p>Wenn das Fahrzeug in den Betriebszustand "aufgerüstet abgestellt" wechselt, sendet das Fahrzeug die Daten des Fahrtenschreibers seit der letzten Auslesung an einen Server der S-Bahn Stuttgart. AN und AG stimmen die Schnittstelle des Servers ab.</p>
<p>Das Fahrzeug sendet bei festzulegenden Ereignissen, auf Anforderung des Tf und auf Anforderung von außerhalb des Fahrzeugs alle relevanten Daten der letzten 24 Stunden für Fehleranalysen der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung, sowie der Schnittstellen zum F</p>
<p>Der AN liefert ein Backoffice zum Empfang der Fahrdaten und aller relevanten Daten für Fehleranalysen der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung.</p>
<p>Der AN ermöglicht dem AG den Zugriff auf alle relevanten Daten für Fehleranalysen der ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung.</p>
<p>Die Fehlermeldungen neu eingebauter und angepasster Komponenten ermöglichen eine eindeutige Lokalisierung der Fehlerursache auf der Ebene kleinste tauschbare Einheit und enthalten einen aussagekräftigen Fehlertext. (MEZ, Fehlerklasse, Fehlerart, Fehlerur</p>
<p>Die neu eingebauten Komponenten sind entsprechend dem Diagnosekonzept der jeweiligen Baureihe integriert.</p>
<p>Die neu eingebauten Komponenten geben die Fehlermeldungen an die Fahrzeugdiagnose.</p>
<p>Die Fahrzeugdiagnose leitet die Fehlermeldungen an die Instandhaltung weiter und zeigt die Meldungen dem Triebfahrzeugführer an.</p>
<p>Das Fahrzeug zeigt dem Tf Fehler an, die zu betrieblichen Störungen führen.</p>

Der AN integriert die Abhilfetexte für die neuen oder angepassten Fehlermeldungen der Fahrzeugdiagnose.
Abhilfetexte sind zu unterscheiden nach $v > 0$ und $v = 0$.
Der AN stellt die betrieblichen Auswirkungen der Fehler dar und stimmt die Diagnosetexte (inkl. short messages) mit dem AG ab.
15 Einsatzbedingungen
Das Fahrzeug kann nach dem Umbau unter den gleichen Einsatzbedingungen wie bisher betrieben werden.
Das Fahrzeug funktioniert ohne Einschränkungen im Temperaturbereich T1 (-25 °C bis +40 °C außerhalb des Fahrzeugs) gemäß EN 50125-1.
Das Fahrzeug kann uneingeschränkt unter folgenden Bedingungen verkehren: <ul style="list-style-type: none"> · relative Luftfeuchtigkeit bis 100% · Schneefall einschließlich Flugschnee · Regen · Hagel (Korngröße < 15 mm Durchmesser) · Eis und Raureif · niederschlagende Feuchtigkeit außen un
Sämtliche unterflur angebrachten Komponenten sind vor Schotterflug und Eisabwurf geschützt.
Bewegte Elemente und speziell Kabel scheuern nicht an hervorstehenden Bauteilen.
Das Zugbeeinflussungssystem beeinflusst andere Systeme des Fahrzeuges nicht störend.
Die Zugbeeinflussungsanlage wird von anderen Systemen des Fahrzeugs nicht störend beeinflusst.
Die ETCS-Fahrzeugausrüstung hat inkl. Funk, DMI und Rekorder einen max. Energiebedarf von 510 W.
Die ATO-Fahrzeugausrüstung hat einen Energiebedarf von max. 100 W.
Bei der BR 423 können für den Einbau von ETCS und ATO die Radsätze mit folgenden zusätzlichen Massen belastet werden. <ul style="list-style-type: none"> 423.0 Radsatz 1 150 kg 423.0 Radsatz 2 150 kg 423.0 Radsatz 3 30 kg 433.0 Radsatz 4 30 kg 433.0 Radsatz 5 30 kg 433.5 Radsatz 6 30 kg
Die ETCS- und ATO-Fahrzeugausrüstung sind für die BR 423 für eine Lebensdauer von 15 Jahren auszulegen.

Anforderungsgrund
Info
Info
Info
Info
Info
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Angebotsbewertung
Angebotsbewertung
Angebotsbewertung
Förderrichtlinie
Info
Angebotsbewertung
Angebotsbewertung
Angebotsbewertung
Förderrichtlinie
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges, Sicherheit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Förderrichtlinie
sonstiges, EMU Optimierung
sonstiges, EMU Optimierung
Förderrichtlinie
Bedienbarkeit
Bedienbarkeit
sonstiges
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
sonstiges
Förderrichtlinie

Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Innovation
Innovation
Innovation
Innovation
Föderrichtlinie
Innovation
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Innovation
Föderrichtlinie

Innovation
Innovation
Förderrichtlinie
Innovation
Förderrichtlinie
Info
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Angebotsbewertung
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Info
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Beibehaltung Bedienbarkeit
Info
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Beibehaltung Bedienbarkeit
Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Bedienbarkeit
sonstiges, EMU Optimierung
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Info
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Beibehaltung Bedienbarkeit
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Förderrichtlinie
Info

Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Info
Info
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Info
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie

Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Info
Info
Info
Info
Info
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie

Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Innovation
Innovation
Innovation
Föderrichtlinie
Föderrichtlinie
Innovation
Innovation
Innovation
Innovation
Innovation
Info
Föderrichtlinie

Beibehaltung Instandhaltbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
sonstiges
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Förderrichtlinie
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Beibehaltung Instandhaltbarkeit
Info
sonstiges
sonstiges
sonstiges
sonstiges
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Info
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit
Beibehaltung Bedienbarkeit

Anforderungsgrund Talent	Anzahl
Angebotsbewertung	7
Bedienbarkeit	7
Beibehaltung Bedienbarkeit	62
Förderrichtlinie	172
Info	24

Innovation	17
Beibehaltung Instandhaltbarkeit	10
Sonstiges	21
Ergebnis	320

01.06.2022 | MS Teams-Konferenz

Vorschlag zum Koordinationsmodell/ zentraler Koordinator

DSD-/ ETCS-Fahrzeugausrüstung

Hohe Komplexität des Projekts erfordert genaue Planung und koordiniertes Vorgehen

Unkoordinierter Istzustand bei begrenzten Ressourcen



Circa **450 EVU** betreiben mehr als **13.500 Schienenfahrzeuge**, die sich über **300 Baureihen** verteilen



Komplexes Projekt mit zahlreichen Abhängigkeiten



Zum Teil **unterschiedliche, divergierende Ziele** der einzelnen Projektbeteiligten



Errechneter Startzeitpunkt* des kritischen Projektpfades „DSD-/ ETCS-Fahrzeugausrüstung“ **in 2022 bereits überschritten**

Zentraler Koordinator



Koordinierter Zielzustand bei optimiertem Ressourceneinsatz



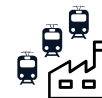
Hoher Grad an **Komplexitätsreduzierung** durch die Bildung von **halterübergreifenden Flotten**



Standardisierung durch die Erstellung von **generischen Verdingungsunterlagen** (z. B. Lastenhefte, Qualitätsmgmt.)



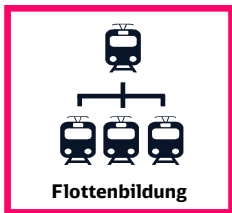
Koordiniertes Vorgehen zur Vermeidung von Mehrfachaufwänden durch Unterstützung bei der **vereinheitlichten Beantragung von Fördergeldern**



Effiziente Nutzung von knappen **Ressourcen** durch Optimierung des ETCS-/ DSD-Fahrzeugausrüstungsprozesses

* in Abhängigkeit der aktuellen initialen Rolloutplanung Infrastruktur

Detailliertere Darstellung der Aufgaben des zentralen Koordinators für DSD-/ ETCS-Fahrzeugausrüstungen



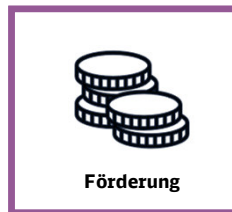
Flottenbildung durch den zentralen Koordinator

- Halterübergreifende Flottenbildung (z.B. Flotte „Talent 3“, Flotte „TRAXX 1“, Flotte „Vectron“)
- Identifizierung der Halter von baugleichen Fahrzeugen
- Prozess zur Gestellung der jeweiligen FoC-Fahrzeuge durch Aufgabenträger, EVU und Fahrzeugvermietgesellschaften



Erstellung der Verdingungsunterlagen für die DSD-/ ETCS-Fahrzeugausrüstung durch Dienstleister

- Erstellung von Verdingungsunterlagen, welche nach Verkehrsträger (SPFV/SPNV sowie SGV und Nebenfahrzeuge) und Fahrzeugrestnutzungsdauer differenziert werden
- Verdingungsunterlagen bestehen aus Standardlastenheften, Standardverträgen für Prototypenausrüstung (FoC), Standardrahmenverträge zum Abruf der Ausrüstung von Serienfahrzeugen



Unterstützung bei der Beantragung von Fördergeldern

- Erstellung von standardisierten Projektskizzen und Vollarträgen als Mustervorlagen
- Priorisierte Bearbeitung der Förderanträge bezüglich Dringlichkeit und Berücksichtigung der Inbetriebnahmetermine der Netzbezirke mit ETCS L2oS

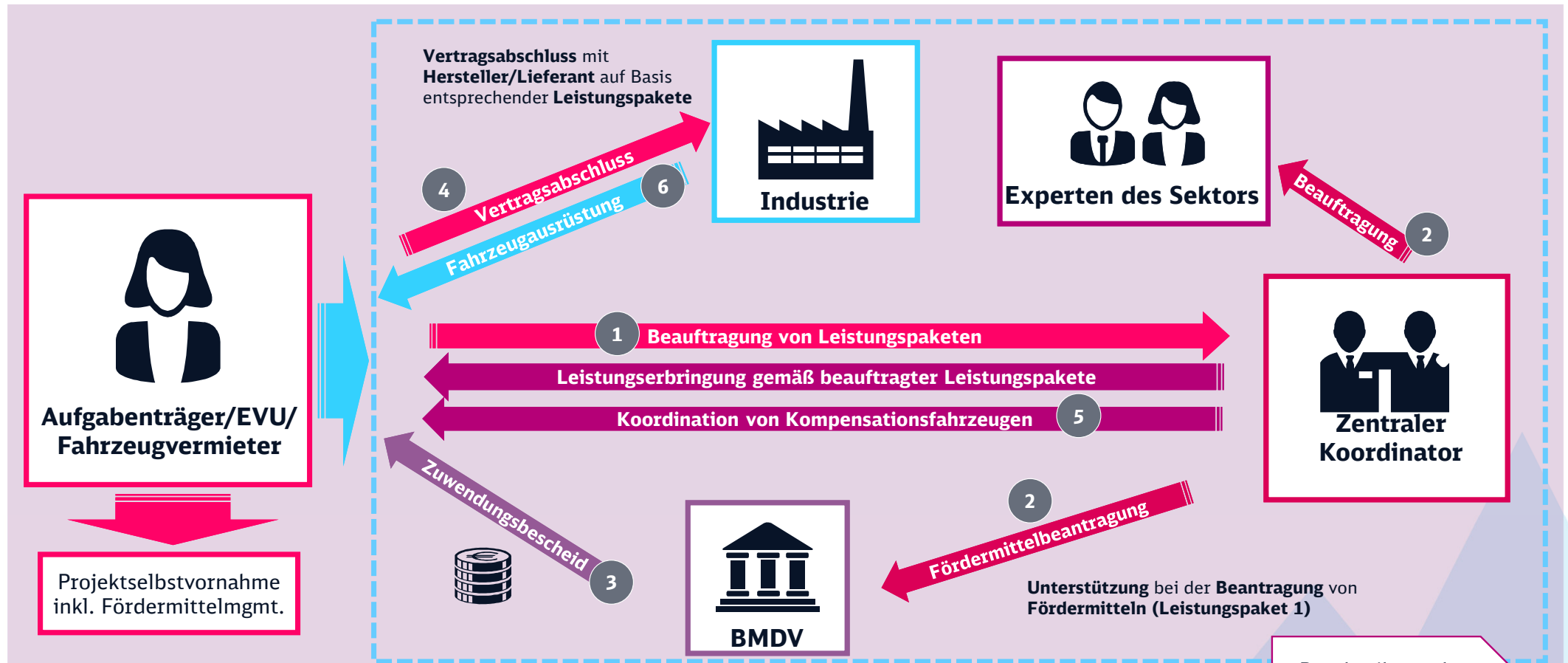


Prototypen- und Serienfahrzeugausrüstung durch Bahnindustrie in enger Zusammenarbeit mit übrigen Projektbeteiligten

- Nutzung von Entwicklungsergebnissen des europäischen Auslands zur Beschleunigung der Prototypenphase
- Optimierte Auslastung der Ressource „Kompensationsfahrzeuge“
- Koordination der freien Werkstattkapazitäten bezüglich Optimierung der Entfernung zwischen EVU und Werkstatt

Kommunikation mit dem Sektor



Mechanismus zur Unterstützung der Aufgabenträger, EVU und Fahrzeugvermieter bei der DSD-/ ETCS-Fahrzeugausrüstung



Die Beauftragung des zentralen Koordinators ist freiwillig. Sämtliche Leistungen können von den Aufgabenträgern/ EVU/ Fahrzeugvermietern alternativ selbstständig durchgeführt werden.



Beschreibung der Leistungspakete auf Folie 4

Beschreibung der kostenpflichtigen Leistungspakete zur Durchführung von DSD-/ ETCS-Fahrzeugausrüstungen

 **Leistungspaket I** 



- **Beratung** der EVU/ Aufgabenträger/ Vermieter bzgl. Möglichkeiten und **Bedingungen der Förderung**
- **Unterstützung** bei der **Beantragung der Fördermittel** beim **Eisenbahnbundesamt**
- **Begleitung** durch den **Förderprozess** bis zur **Bereitstellung** der jeweiligen **Fördermittel**

Kombination der einzelnen Pakete frei definierbar

 **Leistungspaket II** 

- **Erstellung** von **Ausschreibungs-/Verdingungsunterlagen** in Zusammenarbeit mit vom **zentralen Koordinator** beauftragten **Dienstleistern** (z.B. TÜV)
- **Ausschreibungs-/Verdingungsunterlagen** werden **differenziert erstellt nach:**
 - **Verkehrsträger** (SPFV/ SPNV sowie SGV und Nebenfahrzeuge)
 - **Fahrzeugarchitektur** (softwarebasierte vs. hardwarebasiertes TCMS)
 - **Fahrzeugrestnutzungsdauer**
- **Durchführung** des **Vergabeverfahrens** bis **Vertragsabschluss**

Kombination der einzelnen Pakete frei definierbar

 **Leistungspaket III** 

- **Vollumfängliche Projektabwicklung** durch vom **zentralen Koordinator** beauftragten **Dienstleister** mit folgenden Phasen:
 - ✓ **Vertragserstellung**
 - ✓ **Design Review**
 - ✓ **Fertigungsbegleitung/ Qualitätsmanagement**
 - ✓ **Unterstützung bei Tests**
 - ✓ **Zulassungsbegleitung** (z.B. TÜV, DB Systemtechnik)
 - ✓ **Inbetriebnahme**

Hinweis:

Kosten der einzelnen Leistungspakete noch zu ermitteln; Kosten sollen **förderfähig** sein; Die **Beauftragung** des **zentralen Koordinators** ist **optional** und beruht auf **Freiwilligkeit**.