

SR40 Zulassungskonzept COAT

Analysebericht Zulassung COAT

ECH-429.03-004
Version 1.0

Auftraggeber:
SBB Informatik, Bern 65

Herausgeber:
ENOTRAC AG
Seefeldstrasse 8
CH-3600 Thun
Tel. +41 33 346 66 11
Fax +41 33 346 66 12
info@enotrac.com
www.enotrac.com

The collage consists of three overlapping documents:

- Top Left:** Swiss Federal Ordinance (Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen) No. 742.141.1, dated 23. November 1983 (revised 15. Mai 2018).
- Top Right:** EN 50126-1 standard, titled 'Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) - Teil 1: Generischer RAMS Prozess'.
- Bottom Center:** A type approval certificate (Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge) issued by the BAV (Bundliche Anstalt für Verkehr) on 12.08.2014, based on the Swiss Federal Ordinance.

Freigegeben
14.10.2019
ECH-429.03-004.V1.0.Analysebericht_Zulassung_COAT.docx
© ENOTRAC AG

Aktuelle Version

Version	Datum	Status	Erstellt	Geprüft	Freigegeben
1.0	14.10.2019	Freigegeben	D. Würgler	J.Wallach,SBB, St.Schürch	A. Bleiker

Vorherige Version

Version	Datum	Status	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Änderungen seit der vorherigen Version

Urheberrecht

Dieses Dokument wurde durch ENOTRAC AG im Auftrag des Kunden erarbeitet. Für das Dokument und den darin dargestellten Gegenstand erhält der Kunde das Nutzungsrecht. Die Urheberrechte liegen bei ENOTRAC AG. Vervielfältigung, Bekanntgabe an Dritte oder Verwertung seines Inhalts über die vorgesehene Nutzung hinaus sind ohne schriftliche Zustimmung verboten.
© ENOTRAC AG

Bookmarks

Projekttitlel	ProjTitle1	SR40 Zulassungskonzept COAT
	ProjTitle2	
Berichttitlel	DocTitle1	Analysebericht Zulassung COAT
	DocTitle2	
	DocTitle3	
Berichtnummer	DocNumber	ECH-429.03-004
Auftraggeber	ClientName	SBB Informatik, Bern 65
	ClientAddr	
Logos	EnoLogoHeader	
	ClientLogo1Header	
	ClientLogo2Header	
Kontakt	Contact	Dieter Würgler, Tel. +41 33 346 66 03
	Contact_Mail	dieter.wuergler@enotrac.com

Inhalt:

1	Zusammenfassung	5
2	Einleitung	6
2.1	Zweck des Dokuments	6
2.2	Geltungsbereich	6
2.3	Abkürzungen und Begriffe	6
3	Analyse der geltenden Vorschriften und Normen	8
3.1	Beurteilungskriterien	8
3.2	Beurteilung der geltenden Vorschriften	9
3.2.1	CSM-RA 352/2009 [1]	9
3.2.2	Ergänzung der CSM-RA 2015/1136 [2]	10
3.2.3	Eisenbahnverordnung EBV [3]	11
3.2.4	Ausführungsbestimmungen zur EBV, AB-EBV [4]	12
3.2.5	Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge [5]	12
3.2.6	Richtlinie Netzzugangsbewilligung [6]	13
3.2.7	Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen [7]	14
3.2.8	Richtlinie Nachweisführung Sicherungsanlagen [8]	15
3.2.9	Richtlinie Typenzulassung von Elementen der Eisenbahnanlagen [9]	16
3.2.10	Guideline for CCS Authorisation on Rail Freight Corridors [10]	18
3.3	Beurteilung der anwendbaren Normen	19
3.3.1	EN 50126-1: Generischer RAMS-Prozess [15]	19
3.3.2	EN 50126-2: Systembezogene Sicherheitsmethodik [16]	20
3.3.3	EN 50129: Sicherheitsrelevante Elektronik für Signaltechnik [17]	20
3.3.4	EN 50128: Software für Signaltechnik [18]	21
3.3.5	EN 50657: Software auf Schienenfahrzeugen [19]	22
3.3.6	EN 50159: Sicherheitsrelevante Kommunikation [20]	24
3.3.7	EN 50155: Elektronik auf Schienenfahrzeugen [21]	25
3.3.8	EN 50121-3-2: EMV für Geräte auf Eisenbahnfahrzeugen [22]	27
3.3.9	EN 50125-1: Umweltbedingungen für Systeme auf Fahrzeugen [23]	28
3.4	Beurteilung der technischen Spezifikationen	29
3.4.1	TSI CCS [24]	29
3.4.2	NNTV CCS [25]	31
3.4.3	Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken [12]	32
3.4.4	TSI LOC & PAS [26]	33
3.4.5	NNTV LOC & PAS [27]	33
3.4.6	Subset-026-7: SRS Chapter 7 ERTMS/ETCS language [28]	34
3.4.7	Subset-026-8: SRS Chapter 8 Messages [29]	35
3.4.8	Subset-027: FIS Juridical Recording [30]	36
3.4.9	Subset-034: FIS Train Interface [31]	36
3.4.10	Subset-035: FFFIS Specific Transmission Module [32]	37
3.4.11	Subset-036: FFFIS for Eurobalise [33]	38
3.4.12	Subset-037: FIS EuroRadio [34]	39

3.4.13	Subset-044: FFFIS for Euroloop [35]	40
3.4.14	Subset-056: FFFIS STM Safe Time Layer [36]	42
3.4.15	Subset-057: FFFIS STM Safe Link Layer [37]	42
3.4.16	Subset-058: FFFIS STM Application Layer [38]	43
3.4.17	Subset-121: FFFIS DMI-EVC Interface [39]	44
3.4.18	ERTMS User Group: FFFIS Odometer [40]	45
4	Grundlagen für Typenzulassung	47
4.1	geltende Vorschriften für Typenzulassung	47
4.1.1	Eisenbahngesetz EG (SR 742.101)	47
4.1.2	Eisenbahnverordnung EBV [3] inkl. Ausführungsbestimmungen zur EBV, AB-EBV [4]	47
4.1.3	Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge [5]	48
4.1.4	Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen [7]	51
4.1.5	Richtlinie Typenzulassung von Elementen der Eisenbahnanlagen [9]	51
4.2	Zuständigkeiten für das Verfahren	54
4.3	Voraussetzungen für die Beantragung und Durchführung des Verfahrens	54
4.4	Gegenstand der Typenzulassung (Komponenten, Systeme, Fahrzeuge)	54
4.5	Anforderungen an den Prozess, Abhängigkeiten von Sicherheitsnachweisen	54
5	Analyse der Systemarchitektur	56
5.1	Untersuchte Varianten	56
5.1.1	Variante E	56
5.1.2	Variante I	57
5.2	Beurteilung der Schnittstellen	57
5.2.1	Beurteilungskriterien Schnittstellen	57
5.2.2	Beurteilung der Schnittstellen Variante E	58
5.2.3	Beurteilung der Schnittstellen Variante I	64
6	Referenzen	70
6.1	Gesetze, Richtlinien	70
6.2	Normen	70
6.3	Technische Spezifikationen	71
6.4	Input-Dokumente	72
6.5	Literatur	72

1 ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Bericht enthält die Grundlagen zur Entwicklung und Beurteilung eines Zulassungskonzepts für COAT. Anhand dieser Grundlagen können auch die Zusammenhänge zwischen der COAT-Systemarchitektur und dem Zulassungskonzept hergeleitet werden.

Kapitel 3 enthält eine kurze Analyse der wichtigsten Vorschriften, Normen und technischen Spezifikationen, die einen Einfluss auf die Zulassung von COAT haben könnten. Jede dieser Vorschriften und Normen wurde nach dem gleichen Raster beurteilt. Weil das zu betrachtende Regelwerk sehr umfangreich und zum Teil sehr komplex ist, muss die Beurteilung in einer späteren Phase an einigen Stellen vertieft werden.

Im Kapitel 4 sind die für das Zulassungskonzept relevanten Grundlagen für die Typenzulassung von Komponenten und Fahrzeugen aufgeführt.

Im Kapitel 5 werden die zwei zurzeit vorliegenden Varianten für die Systemarchitektur von COAT in Bezug auf deren Eignung für die Zulassung beurteilt. Im vorliegenden Entwurf wurden die Schnittstellen der zwei Varianten der Systemarchitektur untersucht und beurteilt.

In der Variante E werden die V-Messung, Wegberechnung und Lokalisierung durch ein separates peripheres Gerät ausgeführt wird, welches über einen Datenbus mit dem EVC kommuniziert. Alle Wandler (Drehzahlgeber, Radar, Beschleunigungssensor, GPS-Antenne) hängen an diesem peripheren Gerät. Die Berechnung von Geschwindigkeit und Weg erfolgt aufgrund der Auswertung der Wandler-Rohsignale durch dieses periphere Gerät.

In der Variante I sind die Wandler (Drehzahlgeber, Radar, Beschleunigungssensor, GPS-Antenne) direkt mit dem zentralen Rechner (EVC) verbunden. Bei dieser Variante geht man davon aus, dass heutige Wandler (wie z.B. Drehzahlgeber, die an den Achsenden montiert werden) oft über eine normierte Bus-Schnittstelle verfügen. Die Wandler liefern über diese Bus-Schnittstelle nicht Rohsignale, sondern bereits berechnete Werte für Geschwindigkeit, Weg oder Beschleunigung.

Weil die übrigen Schnittstellen in beiden Varianten identisch sind, wurden diese nur für die Variante E beurteilt.

2 EINLEITUNG

2.1 Zweck des Dokuments

Analyse und Dokumentation der Grundlagen für die Erarbeitung des generischen Zulassungsverfahrens für COAT. Anhand dieser Grundlagen soll es möglich sein, die mit COAT angestrebte Systemarchitektur und die Ziele der modularen Zulassung von COAT besser zu beurteilen.

2.2 Geltungsbereich

Der Bericht gilt für die Erarbeitung des Zulassungsverfahrens für COAT im Rahmen von smartrail 4.0. Die Grundlagen und die Ergebnisse der Analyse können auch für andere Bereiche von smartrail 4.0 genutzt werden.

2.3 Abkürzungen und Begriffe

Abkürzung	Beschreibung
ATO	Automatic Train Operation
BAV	Bundesamt für Verkehr
BTM	Balise Transmission Module
CCS	Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung
CENELEC	Europäisches Normungsgremium für Elektrotechnik
COAT	CCS onboard application platform for trackside related functions
COTS	Commercial off-the-shelf oder auch components-off-the-shelf (englisch für Kommerzielle Produkte aus dem Regal)
CSM	Common Safety Method; Gemeinsame Sicherheitsmethode
CSM-RA	Common Safety Method for Risk Assessment; Gemeinsame Sicherheitsmethode für Risikobewertung
DMI	Driver Machine Interface
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ERA	European Union Agency for Railways; Eisenbahnagentur der Europäischen Union
ETCS	European Train Control System
EVC	European Vital Computer; Im Kontext von COAT wird die Abkürzung für die zentrale Rechnerplattform verwendet, welche auch COAT-Applikationen zusätzlich zur ETCS-Funktionalität ausführt.
FFFIS	Form Fit Function Interface Specification
FIS	Functional Interface Specification
GoA2	Grade of Automation 2
GSM-R	Global System for Mobile Communication - Railways
HW	Hardware

Abkürzung	Beschreibung
IK	Interoperabilitätskomponente
IOP	Interoperabilität
ISA	Independent Safety Assessor (Unabhängiger Sicherheitsgutachter)
ISB	Infrastrukturbetreiberin
JRU	Juridical Recording Unit
LTM	Loop Transmission Module
NoBo	Notified Body (Benannte Stelle)
NSA	National Safety Authority; Nationale Aufsichtsbehörde.
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Safety; Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandaltbarkeit, Sicherheit.
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SRS	System Requirements Specification
SS	Subset
STM	Specific Transmission Module
SW	Software
TCMS	Train Control & Management System
TFFR	Tolerable Functional Failure Rate; Zulässige funktionale Ausfallrate
TIU	Train Interface Unit
TSI	Technische Spezifikationen für Interoperabilität

Tab. 1 Abkürzungen und Begriffe

3 ANALYSE DER GELTENDEN VORSCHRIFTEN UND NORMEN

3.1 Beurteilungskriterien

Die für COAT und das Zulassungskonzept relevanten Vorschriften und Normen sollen gemäss den folgenden einheitlichen Kriterien beurteilt werden. In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Kriterien kurz erläutert.

Kriterien	Erläuterungen
<i>Dokument</i>	Titel der Vorschrift, Norm oder Technischen Spezifikation.
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Kurze Zusammenfassung, was in diesem Dokument geregelt wird.
<i>Anwendungsbereich</i>	Definition des Anwendungsbereichs generell, also unabhängig von COAT.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Konkrete Anwendbarkeit für COAT und dessen Zulassung.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Wichtigste Anforderungen in Stichworten, die für das COAT-System und die COAT-Geräte (HW, SW, Einbau etc.) relevant sind. Verweise auf die relevanten Kapitel des Dokuments.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	Wichtigste Anforderungen in Stichworten, die für die Zulassung (inkl. unabhängige Begutachtung) des COAT-Systems, der Geräte und Subsysteme relevant sind. Verweise auf die relevanten Kapitel des Dokuments.
<i>Nutzen, Chancen</i>	Welche Inhalte oder Anforderungen des Dokuments könnten für das angestrebte Zulassungskonzept von Nutzen sein?
<i>Hindernisse, Risiken</i>	Welche Inhalte oder Anforderungen des Dokuments könnten für das angestrebte Zulassungskonzept hinderlich sein oder Risiken beinhalten (z.B. bezüglich Zulassungsfähigkeit, unabhängige Begutachtung, Termine etc.)?
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Gesamtbeurteilung der Bedeutung des betreffenden Dokuments für COAT und dessen Zulassung. Aufgrund dieser Gesamtbeurteilung können die vertieften Analysen der Vorschriften priorisiert werden.
<i>Bemerkungen</i>	Allgemeine Bemerkungen, z.B. Hinweise auf eine neue Fassung der Norm, die bereits in Arbeit oder im Abstimmungsprozess ist.

3.2 Beurteilung der geltenden Vorschriften

3.2.1 CSM-RA 352/2009 [1]

<i>Dokument</i>	EG 352/2009 CSM-RA: Verordnung über Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> Definiert den Prozess und die Methodik für die Durchführung von Risikoanalysen im Bahnbereich. Definiert die zulässige Gefährdungsrate für technische Fehler, die direkt zu einem Unfall mit katastrophalen Folgen führen können. Gemäss CSM-Verfahren besteht das Ergebnis der Risikoanalyse aus den Sicherheitsanforderungen an das untersuchte System, um die durch das Vorhaben resp. die Änderung verursachten Gefährdungen zu beherrschen.
<i>Anwendungsbereich</i>	Die Verordnung gilt für Änderungen am Eisenbahnsystem. Der beschriebene Prozess der Risikoanalyse kommt zur Anwendung, wenn die Änderung als signifikant, d.h. sicherheitsrelevant und komplex oder innovativ, beurteilt wird. Innovativ heisst auch: Änderung ist nicht durch das bestehende Regelwerk abgedeckt.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Gemäss EBV Art. 8c [3] ist für innovative oder komplexe Vorhaben mit hoher Sicherheitsrelevanz das Verfahren anzuwenden. Insgesamt ist COAT ein komplexes und innovatives Vorhaben mit hoher Sicherheitsrelevanz, daher müsste gemäss EBV [3] eine Risikoanalyse gemäss CSM durchgeführt werden.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die CSM-RA [1] enthält keine Anforderungen an technische Systeme, sondern nur an das Verfahren.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Systemdefinition des betreffenden (untersuchten) Systems Verfahren zur Durchführung der Risikoanalyse Pro Gefährdung Wahl des anzuwendenden Grundsatzes der Risikoakzeptanz: <ol style="list-style-type: none"> Anwendung von anerkannten Regeln der Technik (z.B. TSI, Subsets) Vergleich mit ähnlichem Referenzsystem, das zugelassen ist und gemäss aktuellem Regelwerk immer noch zulassungsfähig ist (z.B. eine bestehende ETCS on-board Ausrüstung) Explizite Risikobetrachtung (Produkt aus Häufigkeit und Schadensausmass) Wenn die Durchführung des Verfahrens erforderlich ist, also eine ‚signifikante Änderung‘ vorliegt, ist die unabhängige Bewertung durch eine Risikobewertungsstelle notwendig. Diese Stelle muss einen Sicherheitsbewertungsbericht erstellen.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> CSM-RA [1] ist eine Europäische Verordnung, d.h. das Verfahren ist nicht CH-spezifisch Bei Abweichung von Vorschriften kann dieses Verfahren angewandt werden, um die gleiche Sicherheit nachzuweisen.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Verordnung 352/2009 [1] ist in den EU-Mitgliedsstaaten durch 402/2013 ersetzt worden und formal nicht mehr in Kraft. Inhaltlich besteht der Unterschied im Wesentlichen aus den Kriterien für die Akkreditierung der Sicherheitsbewertungsstellen (AsBo), welche erst in 402/2013 verlangt wird.

<p><i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Für die bereits definierten ETCS Funktionen müsste der Nachweis der Konformität mit den anwendbaren Subsets und die Bestätigung der Konformität durch einen Notified Body genügen, weil durch die Änderungen der Struktur (bei Einhaltung der Anforderungen) keine neuen Gefährdungen entstehen sollten. Für die Integration neuer Funktionen in COAT, z.B. ATO, Lokalisierung etc. ist die CSM-RA [1] ein taugliches Mittel, um mit der Risikoanalyse die Sicherheitsanforderungen an Funktionen und Schnittstellen zu ermitteln, soweit die Sicherheitsanforderungen nicht bereits durch bestehende Normen oder Verordnungen definiert sind.
<p><i>Bemerkungen</i></p>	<p>Durch die Anwendung der 402/2013 wird auch die 352/2009 [1] erfüllt, jedoch nicht umgekehrt. Die Anwendung der 402/2013 erfordert die Beauftragung einer akkreditierten Sicherheitsbewertungsstelle (AsBo).</p>

3.2.2 Ergänzung der CSM-RA 2015/1136 [2]

<p><i>Dokument</i></p>	<p>EU 2015/1136: Durchführungsverordnung zur Änderung der Durchführungsverordnung über die gemeinsame Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken</p>
<p><i>Wichtigste Inhalte</i></p>	<p>Ergänzung und Präzisierung der Verordnung 402/2013 betreffend</p> <ul style="list-style-type: none"> Schadensausmass für Unfälle mit kritischen Folgen (typisch 1 Todesopfer) Schadensausmass für Unfälle mit katastrophalen Folgen (mehrere Todesopfer) Zulässige Gefährdungsraten für technisches Versagen, welches direkt zu Unfällen mit kritischen oder katastrophalen Folgen führt.
<p><i>Anwendungsbereich</i></p>	<p>Obwohl formal eine Ergänzung zu 402/2013, kann 2015/1136 auch als Ergänzung und Präzisierung von 352/2009 [1] verwendet werden. Gemäss EBV Art. 8c [3] kommt 2015/1136 [2] immer dann zur Anwendung, wenn 352/2009 [1] angewandt werden muss.</p>
<p><i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i></p>	<p>Gemäss EBV Art. 8c [3] ist für innovative oder komplexe Vorhaben mit hoher Sicherheitsrelevanz das CSM-Verfahren anzuwenden, d.h. sowohl 352/2009 [1] als auch 2015/1136 [2].</p>
<p><i>Für COAT relevante Anforderungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Zusätzlich zu den Anforderungen der 352/2009 [1] enthält die 2015/1136 [2] Risikoakzeptanzkriterien für technisches Versagen mit kritischen Folgen, nicht nur für Versagen mit katastrophalen Folgen.
<p><i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Es gelten die gleichen Anforderungen wie für 352/2009 [1] (siehe 3.2.1).
<p><i>Nutzen, Chancen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Die Risikoakzeptanzkriterien gelten zwingend zwar nur für Gefährdungen durch technisches Versagen mit direkten Folgen. Daraus können aber auch generell sinnvolle Risikoakzeptanzkriterien für Gefährdungen mit geringerem Schadensausmass, und für Gefährdungen, die durch eine Kombination mehrerer Fehler entstehen, abgeleitet werden.
<p><i>Hindernisse, Risiken</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Allenfalls formale Hindernisse bei der Anwendung auf europäischer Ebene (siehe auch 3.2.1).
<p><i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i></p>	<p>Gleiche Bedeutung wie 352/2009 [1] (siehe 3.2.1).</p>

<i>Bemerkungen</i>	
--------------------	--

3.2.3 Eisenbahnverordnung EBV [3]

<i>Dokument</i>	EBV 742.141.1: Verordnung über Bau und Betrieb von Eisenbahnen (Eisenbahnverordnung); Stand 15. Mai 2018
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Regelt Planung, Bau, Betrieb, Instandhaltung, Rückbau aller Teile der Eisenbahn (Infrastruktur, Fahrzeuge, Betrieb) • Hauptzweck ist die Sicherheit
<i>Anwendungsbereich</i>	Alle Teilsysteme der Eisenbahnen in der Schweiz, zudem elektrische Ausrüstung von Trolleybussen
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Gilt für COAT, die Zulassung der Komponenten, Teilsysteme und der Fahrzeuge.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Art. 10: Verantwortlichkeiten: EVU sind für die Sicherheit der Fahrzeuge verantwortlich. 1a. Kapitel: Interoperabilität: Art. 15a..q regeln Anwendung der TSI, Sicherheitsnachweise, Konformitätsnachweise, unabhängige Prüfung, internationale Anerkennung etc.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	Art. 7: Typenzulassung. Verfahren wird im Grundsatz definiert. Art. 8: Betriebsbewilligung: Schreibt vor, dass für neue oder wesentlich geänderte Fahrzeuge eine Betriebsbewilligung erforderlich ist. Grundlage: Sicherheitsnachweis. Art. 8a: Sicherheitsnachweis: Legt im Grundsatz die Rollen und Aufgaben fest, jedoch nicht den Inhalt. Art. 8c: Signifikante Änderungen: Definiert die Kriterien und verlangt für signifikante Änderungen die Anwendung des Verfahrens der CSM [1], [2] (Risikoanalyse).
<i>Nutzen, Chancen</i>	Art. 5: Abweichung von Vorschriften. Das BAV kann Abweichungen von Vorschriften genehmigen, wenn die gleiche Sicherheit nachgewiesen werden kann oder wenn gezeigt werden kann, dass dadurch keine inakzeptablen Risiken entstehen und alle verhältnismässigen risikoreduzierenden Massnahmen getroffen wurden.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	Die Genehmigung von Abweichungen von Vorschriften ist sehr anspruchsvoll und hängt letztlich von der Einschätzung des BAV ab. Der Nachweis gleicher Sicherheit ist deshalb schwierig, weil das Risiko (d.h. das Sicherheitsniveau) bei Einhaltung der Vorschriften meistens nicht bekannt ist.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bildet die Grundlage für Typenzulassung und Betriebsbewilligung, verweist auf Richtlinien und CSM-RA [1] [2] für die konkrete Umsetzung. • Lässt die Möglichkeit offen, von den geltenden Vorschriften in Einzelfällen abzuweichen, auch wenn die Hürde dafür hoch sein dürfte.
<i>Bemerkungen</i>	Die Bedeutung der EBV [3] und des Schweizer Regelwerks bei Übernahme des 4. EU-Bahnpakets durch die Schweiz ist nicht klar.

3.2.4 Ausführungsbestimmungen zur EBV, AB-EBV [4]

<i>Dokument</i>	AB-EBV: Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung, Stand 1. Juli 2016
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Bezieht sich auf die EBV [3] und regelt technische Details zu einzelnen Artikeln der EBV.
<i>Anwendungsbereich</i>	Gleicher Anwendungsbereich wie EBV [3]: Alle Teilsysteme der Eisenbahnen in der Schweiz, zudem elektrische Ausrüstung von Trolleybussen.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> Für technische Anforderungen verweisen die EBV [3] und die AB-EBV [4] auf die TSI Für die Zulassung gelten die AB zu den Art. 7 und 8 der EBV [3].
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	AB 38.1: Anwendung der EN 50126 [15], [16], EN 50129 [17] und der EN 50159 [20] für elektronische Sicherungsanlagen mit hoher Sicherheitsrelevanz und sichere Kommunikation.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	Anhang 5: Detaillierte Struktur und Inhalte des Sicherheitsnachweises für interoperable Fahrzeuge
<i>Nutzen, Chancen</i>	AB-EBV [4] verweist für Interoperable Fahrzeuge weitgehend auf TSI und EN-Normen, daher kaum CH-spezifische technische Anforderungen.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	Zulassung und Nachweisstruktur für Fahrzeuge ist im Detail geregelt. Struktur des Sicherheitsnachweises entspricht nicht der Struktur des ‚Safety Case‘ gemäss EN 50126 [15], [16] und EN 50129 [17], obwohl auf diese Normen verwiesen wird. Die Begriffe werden in der EBV [3] / AB-EBV [4], in der CSM-RA [1] [2] und in den CENELEC-Normen z.T. unterschiedlich verwendet.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Die Details der AB-EBV [4] betreffen das Teilsystem COAT nicht, sondern erst die Typenzulassung und Betriebsbewilligung für das gesamte Fahrzeug.
<i>Bemerkungen</i>	

3.2.5 Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge [5]

<i>Dokument</i>	RL Zulassung Fz: Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge (Typenzulassung / Betriebsbewilligung)
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Regelt den Zulassungsprozess für interoperable und nicht interoperable Fahrzeuge in der Schweiz. Dies beinhaltet die Typenzulassung und die Betriebsbewilligung.
<i>Anwendungsbereich</i>	Interoperable und nicht interoperable Fahrzeuge, die in der Schweiz verkehren. Komponenten von Fahrzeugen (z.B. Bremsen, Zugbeeinflussungseinrichtung)
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Gilt für COAT als Teilsystem von interoperablen Fahrzeugen, als auch für Fahrzeuge, die mit COAT ausgerüstet sind.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Die Richtlinie regelt die Zulassung, sie enthält jedoch keine technischen Anforderungen an die Systeme und Fahrzeuge.

<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Regelt in Kapitel 5 den Zulassungsprozess für interoperable Fahrzeuge • Definiert in Abschnitt 5.6 den Inhalt des Zulassungskonzepts für Fahrzeuge oder Systeme • Definiert in Abschnitt 5.10 die Typenzulassung und verweist in Kap. 1 auf die separate Richtlinie [9] für die Typenzulassung von Komponenten (z.B. COAT) • Definiert in Abschnitt 5.8.2 Struktur und Inhalt des Sicherheitsnachweises für die Typenzulassung und Betriebsbewilligung von interoperablen Fahrzeugen • Definiert in Abschnitt 5.13 die Kriterien und den Zulassungsprozess für Änderungen an Fahrzeugen und Komponenten • Zeigt in Anhang 6, Kap. 4 anhand von Beispielen den Zulassungsprozess nach SW-Änderungen
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Abstufung der erforderlichen Neuzulassung, Nachweise und Gutachten aufgrund der Auswirkung von Änderungen auf die Sicherheit. Nicht jede Änderung erfordert eine neue Betriebsbewilligung, sofern die Sicherheit nicht betroffen ist.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Einstufung von Änderungen erfolgt durch den Gesuchsteller, in der Regel die EVU. • In den Beispielen im Anhang 6 werden Änderungen an der Zugbeeinflussungseinrichtung als Änderungen mit hoher Sicherheitsrelevanz eingestuft. • Es könnte schwierig sein, zu zeigen, dass für geringfügige Änderungen an der COAT SW keine neue Betriebsbewilligung erforderlich ist, da sie als nicht wesentlich beurteilt werden.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Zentrales Dokument für das COAT Zulassungskonzept.
<i>Bemerkungen</i>	

3.2.6 Richtlinie Netzzugangsbewilligung [6]

<i>Dokument</i>	RL NZB: Richtlinie zum Erlangen Netzzugangsbewilligung und Sicherheitsbescheinigung sowie Sicherheitsgenehmigung
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Regelt die Anforderungen und Verfahren, damit ein EVU Fahrten auf dem Netz einer ISB durchführen darf.
<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gilt für alle Netze, welche für andere EVU zugänglich sind. • Gilt für die EVU, welche eine Netzzugangsbewilligung erlangen wollen • Gilt für alle ISB, welche den Zugang zu ihrem Netz ermöglichen
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gilt für das ganze interoperable Normalspurnetz der Schweiz, damit auch für COAT
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bevor ein Netzzugang beantragt werden kann, muss für die Fahrzeuge eine gültige Betriebsbewilligung vorliegen (Abschnitt 8.4.2). • Abschnitt 8.4.5.2 regelt die Beantragung und Zuteilung der Crypto-Schlüssel für den Zugang zu ETCS L2 Strecken.

<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Der Prozess zur Erlangung der Netzzugangsbewilligung setzt eine Betriebsbewilligung der betreffenden Fahrzeuge voraus, das heisst, die Fahrzeugzulassung muss bereits abgeschlossen sein, bevor der Netzzugang beantragt werden kann. • Die Richtlinie enthält keine Anforderungen an den Zulassungsprozess der Fahrzeuge
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • der Prozess zur Erlangung der Netzzugangsbewilligung ist dem Prozess der Fahrzeugzulassung nachgelagert.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Es sind keine Widersprüche oder Hindernisse erkennbar, die sich aus der Zulassung von Fahrzeugen mit COAT ergeben würden.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Obwohl der Netzzugang auf für Fahrzeuge mit COAT anwendbar und erforderlich ist, ist die Richtlinie für COAT und dessen Zulassung nicht direkt relevant.
<i>Bemerkungen</i>	

3.2.7 Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen [7]

<i>Dokument</i>	RL UP-EB: Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Regelt den Einsatz und die Aufgaben von unabhängigen Prüfstellen für die Bewertung der Konformität und der Sicherheit in Bewilligungsverfahren für Eisenbahnen in der Schweiz. • Unabhängige Prüfstelle ist der Oberbegriff für die verschiedenen Arten der unabhängigen Bewertung: Notified Body, Designated Body, ISA, Sachverständiger etc.
<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Richtlinie ist für alle Teilsysteme der Eisenbahn anwendbar • Die Richtlinie legt fest, für welche Teilsysteme und Komponenten welche Art von unabhängiger Prüfung erforderlich ist.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Richtlinie ist gemäss Teil A, Kap. 2 anwendbar für folgende Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> ○ Typenzulassung von Elementen von Fahrzeugen ○ Typenzulassung von Fahrzeugen ○ Betriebsbewilligung von Fahrzeugen • Die Richtlinie verweist in Teil A, Kap. 2 auf weitere Richtlinien: <ul style="list-style-type: none"> ○ Richtlinie Nachweisführung Sicherungsanlagen [8] ○ Richtlinie Typenzulassung [9] ○ Richtlinie Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen [5]
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Die Richtlinie enthält keine Anforderungen an das System, nur Anforderungen an die unabhängige Prüfung im Rahmen der Zulassungsverfahren.

<p><i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abschnitt 5.2 verweist für die Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten durch eine Benannte Stelle (NoBo) auf die entsprechenden EG-Prüfverfahren und die TSI. Der Abschnitt enthält keine weiteren Angaben zur Konformitätsbewertung. • Abschnitt 5.3 verlangt die Konformitätsbewertung mit notifizierten nationalen technischen Vorschriften zu den TSI (NNTV) durch eine Benannte beauftragte Stelle (DeBo). Sie enthält keine inhaltlichen Angaben zur Konformitätsbewertung. • Die Anerkennung von DeBo und AsBo erfolgt durch das BAV gemäss Abschnitt 7.2. Für NoBo ist eine Akkreditierung erforderlich, die für alle EU-Mitgliedsstaaten und die Schweiz gilt. • Die Anerkennung der übrigen Sachverständigen (inkl. ISA) erfolgt gemäss Abschnitt 7.3 als Teil des Zulassungsverfahrens von Fall zu Fall (keine Liste von anerkannten SV, ISA etc). • Teil B, Kap. 15 verweist auf die Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge [5], in der die Bereiche und Gegenstände festgelegt sind, welche eine unabhängige Prüfung erfordern. • Teil B, Kap. 16 definiert den Umfang und die Art der unabhängigen Prüfung für Sicherungsanlagen. Für Interoperabilitätskomponenten ist eine Konformitätsprüfung durch einen NoBo erforderlich, für Anlagen mit hoher Sicherheitsrelevanz auch eine unabhängige Sicherheitsprüfung gemäss CENELEC-Norm EN 50129 [17].
<p><i>Nutzen, Chancen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Teil B, Abschnitt 16.2 legt fest, in welchen Fällen eine IOP-Prüfung durch einen NoBo erforderlich ist (z.B. Neubau, Umrüstung etc). Das heisst, dass eine erneute Konformitätsprüfung durch einen NoBo nicht in jedem Fall, z.B. bei Ersatz oder geringfügigen Änderungen erforderlich ist. • Die Richtlinie verweist für ETCS auf die europäischen Verfahren und die Verfahren der CENELEC-RAMS-Normen. Damit ist die Anwendbarkeit auch im internationalen Kontext gewährleistet (keine CH-spezifischen Verfahren, die im Widerspruch zu europäischen Verfahren stehen).
<p><i>Hindernisse, Risiken</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Konformitätsprüfung für Interoperabilitätskomponenten (und dazu gehört auch COAT) erfolgt durch Benannte Stellen (NoBo). Ein NoBo kann die Konformität mit den anwendbaren TSI nur dann bestätigen, wenn diese vollumfänglich erfüllt werden. Daran könnten innovative Lösungen für COAT scheitern, wenn sie zwar funktional die Interoperabilität (d.h. ETCS etc) erfüllen, jedoch nicht alle Anforderungen der TSI oder der mandatory Subsets.
<p><i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i></p>	<p>Die Richtlinie ist anwendbar, enthält aber keine zusätzlichen Anforderungen für die unabhängigen Prüfungen, die nicht ohnehin gemäss TSI oder CENELEC Normen erforderlich sind.</p>
<p><i>Bemerkungen</i></p>	

3.2.8 Richtlinie Nachweisführung Sicherungsanlagen [8]

<p><i>Dokument</i></p>	<p>RL Nachweis SA: Richtlinie Nachweisführung Sicherungsanlagen</p>
<p><i>Wichtigste Inhalte</i></p>	<p>Regelt die Nachweisführung für Sicherungsanlagen im Hinblick auf die Zulassung (Plangenehmigung, Typenzulassung, Betriebsbewilligung) durch das BAV.</p>

<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> Gilt gemäss Abschnitt 1.1 für alle Anlagen gemäss EBV [3] Kapitel 2, Abschnitte 6, 7 und 8. EBV [3] Kapitel 2, Abschnitt 7 legt fest, dass Sicherungsanlagen sowohl Teil der Infrastruktur als auch Teil der Fahrzeuge sein können.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> Formal ist die Richtlinie auch für COAT als fahrzeugseitiger Teil der Sicherungsanlagen anwendbar.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Richtlinie enthält keine technischen Anforderungen an die Systeme
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Verweis auf die Anwendbarkeit der CENELEC-Normen EN 50126 [15], [16], EN 50128 [18], EN 50129 [17] und EN 50159 [20]. Der in der Richtlinie beschriebene Prozess ist primär auf die infrastrukturseitigen Teile der Sicherungsanlagen ausgerichtet und orientiert sich am Plangenehmigungsverfahren. Das Plangenehmigungsverfahren ist für die Zulassung von COAT nicht anwendbar (ohne dass dies in der Richtlinie explizit so erwähnt wäre).
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kapitel 8 unterscheidet verschiedene Vorhaben, wie Neubau oder Änderungen mit unterschiedlichen Auswirkungen und definiert verschiedene Stufen für den Umfang der Nachweisverfahren. Diese Kriterien können allenfalls sinngemäss für die Abstufung der Nachweisverfahren für COAT angewendet werden.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Diskrepanz zwischen formaler Anwendbarkeit und inhaltlicher Anwendbarkeit für COAT.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Obwohl formal auch für die fahrzeugseitigen Systeme der Sicherungsanlagen anwendbar, hat die Richtlinie wenig konkrete Relevanz für die Zulassung von COAT.
<i>Bemerkungen</i>	

3.2.9 Richtlinie Typenzulassung von Elementen der Eisenbahnanlagen [9]

<i>Dokument</i>	RL TZL: Richtlinie Typenzulassung von Elementen der Eisenbahnanlagen
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Richtlinie definiert das Verfahren und die Aufgaben der Beteiligten für die Typenzulassung Die Richtlinie definiert den Anwendungsbereich und die Systeme oder Komponenten, für die eine Typenzulassung möglich ist. Eine Typenzulassung ist nicht zwingend für eine Betriebsbewilligung. Für eine Typenzulassung sind die Sicherheitsnachweise (z.B. gemäss EN 50129 [17]) und die Konformitätsnachweise (z.B. für IOP) sowie die notwendigen unabhängigen Prüfungen (ISA, NoBo) erforderlich. Der Nachweis der Konformität mit IOP kann bereits als Teil der Typenzulassung erfolgen. Die Typenzulassung ist keine Betriebsbewilligung. Die Typenzulassung ist ein vorgelagertes Verfahren. Für die Zulassung im Hinblick auf eine Betriebsbewilligung können jedoch Elemente mit Typenzulassung eingesetzt werden, um das Verfahren für die Betriebsbewilligung zu vereinfachen.

<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Typenzulassungen sind gemäss Kapitel 1 für sicherheitsrelevante Infrastrukturelemente aus den Bereichen Bautechnik, Fahrbahn, elektrische Anlagen und Sicherheitstechnik möglich. • Für die Typenzulassung von Fahrzeugen gilt gemäss Kapitel 1 die Richtlinie Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen [5], nicht die Richtlinie Typenzulassung. • Die vorliegende Richtlinie gilt jedoch (gemäss Kapitel 1) für fahrzeugseitige Komponenten der Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> • COAT besteht aus fahrzeugseitigen Komponenten der Sicherungsanlagen, damit ist die Richtlinie für Elemente von COAT anwendbar, für welche eine Typenzulassung angestrebt wird.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Die Richtlinie enthält keine technischen Anforderungen an die Komponenten, für die eine Typenzulassung angestrebt wird.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel 2 definiert die Rollen der Beteiligten im Zulassungsverfahren • Kapitel 3 definiert den Ablauf der Typenzulassung von der Einreichung des Typenzulassungsgesuchs bis zur Erteilung (und optionalen Publikation) der Typenzulassung durch das BAV. • Kapitel 4 definiert die Anwendung der Typenzulassung für generische Produkte, das Verfahren zur Erneuerung der Typenzulassung nach Änderungen und die Möglichkeit des Widerrufs einer Typenzulassung. • Anhang 4 enthält spezifische Hinweise für Typenzulassungen im Fachbereich Sicherheitstechnik. Der Anhang enthält eine nicht abschliessende Aufzählung von Typenzulassungsgegenständen sowie Vorschläge für die Struktur der Dokumentation.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anhang 4, Abschnitt A4.3, behandelt Änderungen an Typenzulassungsgegenständen im Bereich Sicherheitstechnik. Insbesondere wird unterschieden zwischen „major changes“ und „minor changes“, welche einen angepassten Umfang der zu erbringenden Nachweise und der unabhängigen Prüfungen ermöglichen.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Typenzulassung erfolgt in der Regel zeitlich befristet. Eine Verlängerung muss wiederum beantragt werden (Abschnitt 3.8.2). • Die Typenzulassung gilt nur für den im Verfahren geprüften Stand des Typenzulassungsgegenstands (Abschnitt 4.2) • Das Typenzulassungsverfahren dauert in der Regel länger als die Zulassung für eine spezifische Anwendung.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Die Richtlinie ist für das Zulassungskonzept von COAT vor allem für die Typenzulassung der Fahrzeuge, die mit COAT ausgerüstet werden, relevant. Sie enthält aber auch wichtige Hinweise für die Erneuerung der Gültigkeit der Nachweise und der Zulassung nach Änderungen. Diese Grundsätze sind auch auf COAT-Komponenten und deren Sicherheitsnachweise anwendbar, unabhängig davon, ob für diese Komponenten eine Typenzulassung angestrebt wird oder nicht.
<i>Bemerkungen</i>	

3.2.10 Guideline for CCS Authorisation on Rail Freight Corridors [10]

<i>Dokument</i>	Guideline for CCS Authorisation on Rail Freight Corridors
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Leitfaden für die Zulassung von CCS Onboard Units auf den interoperablen Netzen der Güterkorridore. Erarbeitet von einer Arbeitsgruppe unter Mitwirkung mehrerer Nationaler Aufsichtsbehörden, inklusive BAV, EBA, ANSF, BMVIT. Beschreibt den Zulassungsprozess für neue Ausrüstungen und Fahrzeuge sowie den Zulassungsprozess nach Änderungen.
<i>Anwendungsbereich</i>	Interoperable Fahrzeuge mit ETCS, die auf den Normalspurnetzen der betrachteten Güterkorridore verkehren. Der Leitfaden bezieht sich auf die Zulassung der CCS Ausrüstung (Onboard Unit), deren Integration auf dem Fahrzeug und die Zulassung der damit ausgerüsteten Fahrzeuge.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Für COAT und dessen Zulassung anwendbar. Der Leitfaden ist fokussiert auf den Zulassungsprozess im internationalen Kontext.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Der Leitfaden enthält keine technischen Anforderungen an CCS resp. COAT. Er verweist auf die TSI, die Nationalen Vorschriften, die Test Cases des Subsets 076 etc. Die Empfehlungen und die zitierten Anforderungen beziehen sich auf die Aspekte der Zulassung und der Sicherheitsnachweise.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Anforderungen und die empfohlenen Verfahren entsprechen im Wesentlichen den Anforderungen des Leitfadens des BAV für die Zulassung von Fahrzeugen in der Schweiz [5]. Die Konkreten Anforderungen für die Validierung des CCS (Abschnitt 7.1) und der Track – Train Kommunikation (Abschnitt 7.5) werden aufgelistet und referenziert.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Annex II enthält Überlegungen zur Reduktion der Tests (auf der Strecke, im Labor). Diese Überlegungen können beim Zulassungskonzept für COAT mit berücksichtigt werden. Es sind zwar keine verbindlichen Vorschriften, sie zeigen jedoch die Absicht der Aufsichtsbehörden (NSA). Bei der Begründung von Vereinfachungen und Rationalisierungen kann man sich auf diese Absichten der NSA berufen. Der Leitfaden macht in Annex II Aussagen zum aktuellen Stand, z.B. bezüglich Notwendigkeit von Testfahrten auf jedem Netz, er zeigt aber auch die Erwartung der NSA, dass der Anteil aufwändiger Tests (projektspezifisch resp. infrastrukturspezifisch) in den kommenden Jahren sukzessive reduziert werden soll (Verlagerung von Feld Tests auf Tests im Labor).
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Das Konzept von virtuellen Tests (d.h. Ersatz von realen Tests durch Simulationen) als Teil des Zulassungsverfahrens wird in diesem Leitfaden nicht erwähnt, auch nicht als langfristiges Ziel.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Durch die Mitwirkung des BAV in der Arbeitsgruppe sind die Verfahren in diesem Leitfaden weitgehend deckungsgleich mit den Verfahren in den BAV-Vorschriften und Richtlinien. Der Leitfaden ist nützlich für die Berücksichtigung der internationalen Aspekte der COAT Zulassung. Zudem zeigt er, auf welche Ziele und künftige Entwicklungen (z.B. bezüglich der Reduktion von Tests auf der Strecke) sich die beteiligten NSA verständigen konnten.
<i>Bemerkungen</i>	

3.3 Beurteilung der anwendbaren Normen

3.3.1 EN 50126-1: Generischer RAMS-Prozess [15]

<i>Dokument</i>	EN 50126-1:2017: Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) - Teil 1: Generischer RAMS Prozess
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Definiert den Entwicklungslebenszyklus für sicherheitsrelevante elektrische und elektronische Systeme im Bahnbereich • Deckt alle Aspekte von RAMS ab • Definiert die Begriffe, die Rollen, Aufgaben und den Prozess
<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendbar für elektrische, elektronische und programmierbare System im Bahnbereich (Sicherungsanlagen und Telekom, Fahrzeuge und Bahnstrom).
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendbar für COAT für die Spezifikation und den Nachweis der Sicherheit und Zuverlässigkeit / Verfügbarkeit / Instandhaltbarkeit. • Hoheitliche Aufgaben und Verfahren wie die Typenzulassung oder die Betriebsbewilligung liegen nicht im Kompetenzbereich der Norm. Die Sicherheitsnachweise gemäss dieser Norm bilden jedoch eine Voraussetzung für die Zulassung. • Die AB-EBV [4] verlangt in AB38.1 die Anwendung der EN 50126 [15], allerdings noch die alte Ausgabe von 1999.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Norm geht grundsätzlich davon aus, dass die Anforderungen über den ganzen Entwicklungsprozess angewendet werden müssen. • Integration von COTS-Komponenten in sicherheitsrelevante Systeme ist grundsätzlich möglich, aber an gewisse Bedingungen geknüpft (Abschnitt 7.6.2)
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Definiert generische Produkte im Grundsatz • Kapitel 8 definiert den Sicherheitsnachweis (Zweck, Struktur, Inhalte)
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Norm legt die Grundsätze für hierarchische Systeme über mehrere Ebenen und das Prinzip der hierarchischen Sicherheitsnachweise für solche Systeme fest.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hersteller aus dem Industrie- oder IT-Bereich, die nicht mit dieser Bahnnorm vertraut sind. • Kommerziell erhältliche Produkte, die gemäss anderen Normen entwickelt wurden. Dieses Risiko besteht noch in vermehrtem Mass bei den übrigen anwendbaren Bahnnormen, insbesondere EN 50128 [18], EN 50129 [17] und EN 50155 [21]. • Struktur, Inhalt und Terminologie des Sicherheitsnachweises entspricht nicht immer den Vorgaben der verschiedenen BAV-Richtlinien.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Diese generische Prozessnorm ist den Herstellern aus dem Bahnbereich, insbesondere den Herstellern von Sicherungsanlagen, geläufig. Sie bietet gewisse Möglichkeiten, die für COAT und dessen Zulassung noch vermehrt genutzt werden können.
<i>Bemerkungen</i>	

3.3.2 EN 50126-2: Systembezogene Sicherheitsmethodik [16]

<i>Dokument</i>	EN 50126-2:2017: Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) - Teil 2: Systembezogene Sicherheitsmethodik
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> Ergänzt Teil 1 der EN 50126 [15] bezüglich Sicherheit Ist bezüglich Risikoanalyse an die CSM-RA [1] und [2] angeglichen Definiert und erläutert Methoden zur Analyse und Bewertung des Risikos
<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> gleicher Anwendungsbereich wie EN 50126:1 [15]
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> gleich wie für <fgaben wie Zulassung sind nicht Gegenstand dieser Norm
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Abschnitt 6.4: Modifikationen nach Sicherheitsabnahme Abschnitt 6.5: Abhängigkeiten zwischen Sicherheitsnachweisen (Hierarchie) Abschnitt 6.6: Beziehung zwischen Sicherheitsnachweisen und Systemarchitektur Kapitel 7: Organisation und Unabhängigkeit der Rollen Kapitel 10: Sicherheitsintegrität, SIL-Einstufung
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kapitel 6: Nachweis der Sicherheit und Sicherheitsabnahme
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Methodik für Risikoanalysen und für die Spezifikation von Sicherheitsanforderungen entspricht der Methodik gemäss CSM-RA [1] [2]
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> EN 50126-2 [16] ist relativ neu, daher u.U. noch nicht geläufig, auch nicht bei den Herstellern. Die Unterschiede zur alten Norm von 1999 sind in den meisten Teilen jedoch nicht gravierend. Neue Definition der SIL: SIL 0 existiert nicht mehr, jedoch eine ‚Basic Integrity‘,
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Die Norm enthält vor allem Präzisierungen, welche für den modularen Aufbau von COAT und die angestrebte modulare Nachweisführung und Zulassung nützlich sein können.
<i>Bemerkungen</i>	

3.3.3 EN 50129: Sicherheitsrelevante Elektronik für Signaltechnik [17]

<i>Dokument</i>	EN 50129:2018: Bahnanwendungen - Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme - Sicherheitsrelevante elektronische Systeme für Signaltechnik
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> Definiert den Entwicklungsprozess für sicherheitsrelevante elektronische und programmierbare Systeme für Sicherungsanlagen, vom Konzept bis zum Sicherheitsnachweis Enthält die Anforderungen, die für Funktionen mit einem SIL erfüllt und nachgewiesen werden müssen. Für die Entwicklung von Software verweist die Norm auf EN 50128 [18].

<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> Sicherheitsrelevante elektronische Systeme für Sicherungsanlagen
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> Ist auch für die on-board Systeme der Sicherungsanlagen, und damit für COAT, uneingeschränkt anwendbar. Anwendbarkeit für Systeme, die nicht direkt zu COAT gehören, jedoch damit verbunden sind, ist im Einzelfall zu klären (z.B. Odometrie)
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Technische Anforderungen Anforderungen an den Entwicklungsprozess für den angestrebten SIL Anforderungen an die zulässigen Ausfallraten für zufällige Fehler von sicherheitsrelevanten Funktionen (TFFR für den entsprechenden SIL)
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Begutachtung durch ISA ist für den Nachweis der Erfüllung der Norm zwingend. Ein positiver Bericht des Gutachters ist Voraussetzung für die Zulassung.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Sicherheitsnachweis und Gutachten sind für generische Produkte oder generische Anwendungen möglich
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Der Sicherheitsnachweis für eine konkrete Anwendung erfordert auf der obersten Stufe immer einen spezifischen Sicherheitsnachweis. Ein Sicherheitsnachweis einzig aufgrund von generischen Produkten und deren generischen Sicherheitsnachweisen ist nicht genügend. Die Erfüllung der Norm ist nur möglich, wenn die Norm über den ganzen Entwicklungsprozess angewendet wurde. Es gibt jedoch eingeschränkte Möglichkeiten und Regeln für die Integration von COTS-Komponenten. Die Konformität eines Produkts mit der Industrienorm für sicherheitsrelevante elektronische Systeme (IEC 61508) genügt nicht für die Erfüllung der EN 50129 [17].
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Die Erfüllung dieser Norm für die zentralen Elemente von COAT, insbesondere EVC, ist eine zwingende Voraussetzung für die Zulassung.
<i>Bemerkungen</i>	Die kürzlich erfolgte neue Ausgabe wurde an die Ausgabe 2017 der EN 50126 [15], [16] angeglichen, z.B. betreffend SIL 0 resp. Basic Integrity.

3.3.4 EN 50128: Software für Signaltechnik [18]

<i>Dokument</i>	EN 50128:2011: Bahnanwendungen - Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme - Software für Eisenbahnsteuerungs- und überwachungssysteme
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> Definiert den Entwicklungsprozess für die Entwicklung von sicherheitsrelevanter Software für Sicherungsanlagen Enthält die Massnahmen, die in der Entwicklung zur Vermeidung von systematischen Fehlern für den spezifizierten SIL der Software umgesetzt und nachgewiesen werden müssen. Die Norm setzt die Anwendung der Prozessnormen EN 50126 [15] und [16] sowie der Norm 50129 [17] für das elektronische System (bestehend aus HW und SW) voraus. Enthält Anforderungen an die Entwicklungstools (Editoren, Compiler, Testtools etc.)
<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> Software mit Sicherheitsverantwortung für Sicherungsanlagen

<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Norm ist für die Entwicklung der SW derjenigen Elemente von COAT, für welche die Norm EN 50129 [17] anwendbar ist, zwingend anzuwenden.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Grundsätzlich sind alle Anforderungen der Norm für die SW-Entwicklung von COAT relevant, je nach SIL. Die Anforderungen an die Tools und deren Validierung sind relevant für die Tools, mit denen die SW entwickelt, konfiguriert und getestet wird.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Begutachtung durch ISA ist für den Nachweis der Erfüllung der Norm zwingend. Ein positiver Bericht des Gutachters ist Voraussetzung für die Zulassung. Die Begutachtung umfasst den ganzen Entwicklungsprozess, nicht nur die SW als Produkt. Es ist nicht vorgesehen, eine bereits fertig entwickelte Software, die nicht gemäss der Norm entwickelt und dokumentiert wurde, nachträglich zu begutachten.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Abschnitt 7.3.4.7 regelt die Anforderungen an die Verwendung bereits bestehender Software-Komponenten. Begutachtung des Systems, der HW und der SW kann durch den gleichen ISA erfolgen, falls er die dazu erforderlichen Fähigkeiten hat. Die Norm ermöglicht und unterstützt die Trennung von Funktionen und Parametern, so dass der Sicherheitsnachweis bei Parameteränderungen nicht zwingend die Gültigkeit verliert.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> SW, die gemäss Industrienormen entwickelt wurde (IEC 61508) erfüllt nicht automatisch die Norm EN 50128 [18], obwohl die beiden Normen weitgehend gleichwertig sind. Allerdings ist eine nachträgliche Begutachtung durch einen ISA ohne Neuentwicklung in den meisten Fällen möglich. Formal sind ein Sicherheitsnachweis und das zugehörige Gutachten nur für die Konfiguration der Software und der Dokumente gültig, für die der Nachweis und die Begutachtung erfolgten.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Die Erfüllung dieser Norm für die SW der zentralen Elemente von COAT, insbesondere EVC, ist eine zwingende Voraussetzung für die Zulassung.
<i>Bemerkungen</i>	Zurzeit ist eine Revision der Norm im Gang, um die SIL-Abstufungen an die kürzlich erschienenen Ausgaben der EN 50126 [15], [16] und der EN 50129 [17] anzugleichen. Dies betrifft insbesondere den Verzicht auf SIL0 und die Einführung der 'Basic Integrity'.

3.3.5 EN 50657: Software auf Schienenfahrzeugen [19]

<i>Dokument</i>	EN 50657: 2017: Bahnanwendungen – Anwendungen für Schienenfahrzeuge – Software auf Schienenfahrzeugen
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Norm ist von der EN 50128 [18] abgeleitet und an die Bedürfnisse der SW für Fahrzeuge angepasst. Die Norm enthält in Annex E eine Tabelle, in der alle Unterschiede zur EN 50128 [18] aufgeführt sind. Die Norm setzt die Anwendung der Prozessnormen EN 50126 [15] und [16] voraus und wurde an die aktuellen Ausgaben dieser Normen angepasst, d.h. SIL0 existiert nicht mehr, sondern nur noch 'Basic Integrity' und SIL1-4.

<i>Anwendungsbereich</i>	Software für Anwendung auf Eisenbahnfahrzeugen. Im Unterschied zur EN 50128 [18] ist die Norm nicht nur für sicherheitsrelevante SW anwendbar, sondern generell für SW auf Fahrzeugen, da diese in der Regel zumindest erhöhte Zuverlässigkeitsanforderungen erfüllen muss (d.h. möglichst frei sein sollte von systematischen Fehlern).
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Für COAT ist grösstenteils EN 50128 [18] anwendbar, weil es sich um eine Anwendung für Signaltechnik handelt. Dies gilt sicher für alle Anwendungen auf dem EVC, aber auch für ausgelagerte Teilsysteme wie Antenne oder Radio. Für Teilsysteme, die nicht ausschliesslich ETCS-Funktionen wahrnehmen, sondern auch für andere Funktionen der Fahrzeugsteuerung genutzt werden, könnte auch EN 50657 [19] anwendbar sein. Z.B. für die V-Erfassung, die JRU etc.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Die konkreten Anforderungen an die Entwicklung der SW unterscheiden sich zwischen EN 50128 [18] und EN 50657 nicht wesentlich. Die bedeutendsten Unterschiede betreffen: <ul style="list-style-type: none"> - kein SIL0, nur Basic Integrity in EN 50657 [19] (entsprechend der neuen EN 50126 [15], [16]) - Anwendbarkeit für FPGA und ähnliche Bausteine ist geklärt - Angleichung der Begriffe an die neue Ausgabe der EN 50126 [15], [16]
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ziffer 1.6 sagt, dass SW, die gemäss EN 50128 [18] (SILx) entwickelt wurde, auch die EN 50657 [19] erfüllt. • Der Umkehrschluss gilt nicht, weil die EN 50657 erst nach der EN 50128:2011 [18] in Kraft gesetzt wurde.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Für Teilsysteme, bei denen nicht klar ist, ob die EN 50657 [19] oder die EN 50128 anwendbar ist, kann EN 50128 [18] angewandt werden, da damit auch die Konformität mit EN 50657 [19] gewährleistet ist.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Teilsysteme, die künftig gemäss EN 50657 entwickelt werden, weil sie für Fahrzeuganwendungen gedacht sind (z.B. Drehgeber), erfüllen formal die EN 50128:2011 [18] nicht, obwohl die beiden Normen inhaltlich praktisch gleich sind.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Für die ETCS-nahen Kernelemente ist diese Norm nicht relevant, d.h. für EVC und den Apps, die auf EVC laufen. Für diese ist die EN 50128 [18] (d.h. Signaltechnik) anwendbar. Für vorgelagerte Systeme, die Interfaces mit dem EVC haben, die aber auch andere Aufgaben für die Fahrzeugsteuerung ausführen, ist die EN 50657 [19] eine Alternative zu EN 50128 [18].
<i>Bemerkungen</i>	

3.3.6 EN 50159: Sicherheitsrelevante Kommunikation [20]

<i>Dokument</i>	EN 50159:2010: Bahnanwendungen - Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme - Sicherheitsrelevante Kommunikation in Übertragungssystemen
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Definiert drei Klassen von Übertragungssystemen: <ul style="list-style-type: none"> ○ geschlossene Systeme mit fixer Konfiguration ○ geschlossene Systeme mit variabler Konfiguration ○ offene Systeme • Definiert die möglichen Bedrohungen für die drei Klassen und die notwendigen Abwehrmassnahmen für eine sichere Datenübertragung
<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sichere Datenübertragung über unsichere Netze zwischen Systemen, die Sicherheitsfunktionen gemäss EN 50129 [17] erfüllen. • Die Norm ist eine Ergänzung der EN 50129 [17] in Bezug auf die sichere Datenübertragung. Die Anwendung der Norm setzt die Anwendung der EN 50126 [15], [16] und der EN 50129 [17] voraus. Sie kann nicht als ‚Stand Alone‘ Norm betrachtet und angewendet werden.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Die Norm muss für alle Schnittstellen angewendet werden, über welche Sicherheitsrelevante Daten übertragen werden.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anforderungen an die Sicherheit der Datenübertragung hängen einerseits von der Klasse der Schnittstelle ab, andererseits von der Sicherheitsrelevanz der übertragenen Daten. Diese ergibt sich aus der Analyse des Gesamtsystems, inkl. der sicherheitsrelevanten Anwendungen auf beiden Seiten der Schnittstellen. • Für offene Schnittstellen müssen auch Hackerangriffe mit berücksichtigt werden, d.h. die Norm enthält nebst Safety auch Security-Aspekte
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Norm verweist in Kapitel 1 für das Sicherheitsmanagement und das Qualitätsmanagement auf die Norm EN 50129 [17]. • Die Anforderungen der Norm betreffen die technische und funktionale Sicherheit der Datenübertragung, also einen Teil des Technical Safety Report.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Norm schreibt keine bestimmten technischen Lösungen vor, sie definiert nicht die zu übertragenden Inhalte oder deren Sicherheitsrelevanz • Sie ist für verschiedene Technologien und Architekturen anwendbar, sofern sich damit die Anforderungen an die Abwehr der möglichen Bedrohungen realisieren und nachweisen lassen.

<p><i>Hindernisse, Risiken</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Norm bezieht sich zwar auf die SIL-Einstufung der beteiligten Kommunikationsteilnehmer, sie definiert aber für die Datenübertragung selber keinen SIL. Die Massnahmen für die Sicherheit der Datenübertragung müssen ‚angemessen‘ sein für die Sicherheitsanforderungen der beteiligten Systeme. • Der Sicherheitsnachweis der Datenübertragung ist Teil des Sicherheitsnachweises der beteiligten sicherheitsrelevanten Systeme gemäss EN 50129 [17]. Dies gilt auch für die unabhängige Begutachtung durch einen ISA. Es ist damit nicht ohne weiteres möglich, für eine Schnittstelle einen isolierten generischen Sicherheitsnachweis zu erstellen und diesen begutachten zu lassen. • Die meisten Anforderungen an die zu treffenden Abwehrmassnahmen sind qualitativer Natur. Die Anhänge A bis D enthalten konkrete Empfehlungen und Leitfäden, all diese Anhänge sind jedoch nicht normativ, sondern nur informativ. Ob die normativen Anforderungen erfüllt sind, liegt weitgehend im Ermessen des ISA. Dies bedingt, dass der ISA projektbegleitend vom Konzept bis zum Sicherheitsnachweis eingebunden werden muss, um das Risiko der späten Ablehnung der Nachweise durch den ISA zu minimieren.
<p><i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i></p>	<p>Diese Norm ist für die zahlreichen Schnittstellen der COAT-Architektur absolut zentral und anwendbar. Der Umfang der zu realisierenden Abwehrmassnahmen gemäss der Norm hängt von der Klasse der Schnittstelle (vor allem: geschlossenes Netz oder offenes Netz) sowie von der Sicherheitsrelevanz der übertragenen Daten ab.</p>
<p><i>Bemerkungen</i></p>	<p>Die frühere Ausgabe der Norm (Ausgabe 2001) bestand aus 2 Teilen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teil 1 galt für fixe geschlossene Systeme (Klasse 1) - Teil 2 galt für variable und offene Systeme (Klassen 2 und 3). <p>Die aktuelle Ausgabe behandelt in der gleichen Norm alle 3 Klassen von Übertragungssystemen.</p>

3.3.7 EN 50155: Elektronik auf Schienenfahrzeugen [21]

<p><i>Dokument</i></p>	<p>EN 50155:2007: Bahnanwendungen – Elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen</p>
<p><i>Wichtigste Inhalte</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an die Auslegung, Komponentenwahl, Konstruktion, Bau, Dokumentation, Typen- und Stückprüfung von Elektronischen Geräten und Systemen auf Fahrzeugen. Mit diesen Anforderungen soll die ‚Bahntauglichkeit‘ der Elektronik auf Fahrzeugen sichergestellt und nachgewiesen werden. • Es können zusätzliche Anforderungen an die Elektronik auf Fahrzeugen gestellt werden, wenn dies berechtigt ist.
<p><i>Anwendungsbereich</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elektronik auf Eisenbahnfahrzeugen, inklusive Sensoren (für Strom, Spannung, Drehzahl etc.) • Leistungselektronik ist nicht im Anwendungsbereich dieser Norm, dafür wird auf die Norm EN 50207 (Stromrichter auf Bahnfahrzeugen) verwiesen.

<p><i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Norm gilt grundsätzlich für alle Elektronik, die Teil der COAT On-board-Ausrüstung ist. • Die EN 50129 [17] für Elektronik für Sicherungsanlagen ersetzt EN 50155 nicht, sondern die EN 50155 [21] gilt zusätzlich, weil die Leittechnik auf dem Fahrzeug installiert ist. • Für Sicherheit und RAM verweist die Norm auf EN 50126 [15] (noch die alte Ausgabe von 1999). • Für SW verweist die Norm auf EN 50128 [18], jedoch auf die alte Version.
<p><i>Für COAT relevante Anforderungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an die Spezifikation, Auslegung, Komponentenwahl, Bauformen. • Spezifikation der Umweltbedingungen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Vibrationen, Stösse • Spezifikation der elektrischen Bedingungen wie Batterie-Spannungsbereiche, transiente Überspannungen, Spannungsunterbrüche • Anforderungen an Bauformen, Verbindungstechniken (Crimpen, Löten), Schutzlackierung von Leiterplatten • Anforderungen an EMV bezüglich Abstrahlung und Immunität • Anforderungen an obligatorische und fakultative Typenprüfungen: Visuelle, funktionale und elektrische Prüfungen, Umweltprüfungen (Temperatur, Vibration, Schock), EMV-Prüfungen mit Verweis auf EN 50121-3-2 [22]. • Für die Umweltbedingungen wird auf die Norm EN 50125-1 verwiesen. • Anforderungen an Stückprüfungen als Teilmenge der Typenprüfungen
<p><i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Erfüllung der Norm wird für alle Elektronik auf Fahrzeugen, also auch für alle Komponenten und Teilsysteme von COAT, vorausgesetzt. • Die Norm enthält eine Anzahl von Parametern, die bei der Spezifikation der Anforderungen vereinbart werden müssen. Z.B. Batterie-Nennspannung, Temperaturbereich (Auswahl einer vordefinierten Kategorie), Einbauort (bezüglich Verschmutzung und Vibrationen), Unterbruch der Batteriespannung etc. Das heisst, die Konformität einer Baugruppe mit der Norm hängt auch von diesen Parametern ab. Eine Konformitätserklärung ohne Angabe dieser Parameter ist wertlos.
<p><i>Nutzen, Chancen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die geltende Fassung der Norm enthält, im Unterschied zu früheren Fassungen, wenig explizite technische Anforderungen an Komponenten oder Fertigungstechniken. Das heisst, die Norm schliesst innovative technische Lösungen nicht zum vornherein aus, falls diese die Anforderungen (z.B. an Temperatur, Spannungsbereiche, Überspannungen, EMV, Rüttelfestigkeit etc.) erfüllen.
<p><i>Hindernisse, Risiken</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Geräte, die nicht gemäss dieser Norm entwickelt wurden (sondern gemäss Industrieelektronik oder Consumer-Elektronik) erfüllen die Anforderungen der EN 50155 [21] u.U. nicht. Oft fallen solche Geräte bei nachträglich durchgeführten Typenprüfungen gemäss EN 50155 [21] durch, insbesondere wegen den hohen Anforderungen an transiente Überspannungen, Rüttelfestigkeit, Temperaturbereiche. • Für die Konformität müssen auch die Anforderungen an die Auslegung und das Design erfüllt werden, also z.B. die Vorschrift, dass Leiterplatten beidseits Schutzlackiert sein müssen. Die Erfüllung der obligatorischen Typenprüfungen allein genügt nicht.

<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Erfüllung der Norm ist eine wesentliche Voraussetzung für alle Teilsysteme und Komponenten der COAT on-board Ausrüstung. Sie bildet für die Verwendung von COTS-Geräten oft eine hohe Hürde. Bei der Wahl von Rechnerplattformen, insbesondere für EVC, muss die Erfüllung dieser Norm unbedingt mit berücksichtigt werden. Es gibt jedoch SPS und Rechnerplattformen auf dem Markt, welche die EN 50155 [21] erfüllen, allenfalls nur für einen eingeschränkten Temperaturbereich.
<i>Bemerkungen</i>	Zurzeit ist eine neue Fassung der Norm in Arbeit. Diese grenzt sich in Bezug auf Software und Sicherheit besser von den RAMS-Normen EN 50126 [15], [16], EN 50128 [18] und EN 50657 [19] ab. Es ist sinnvoll, die bereits vorliegenden Entwürfe dieser neuen Fassung der Norm in COAT bereits zu berücksichtigen.

3.3.8 EN 50121-3-2: EMV für Geräte auf Eisenbahnfahrzeugen [22]

<i>Dokument</i>	EN 50121-3-2:2016/A1:2019: Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 3-2: Bahnfahrzeuge – Geräte
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> Spezifiziert Grenzwerte und Messverfahren für die Abstrahlung von elektromagnetischen Wellen und für leitungsgebundene Störungen durch Geräte auf Bahnfahrzeugen Spezifiziert Grenzwerte und Messverfahren für die erforderliche Immunität von Geräten auf Bahnfahrzeugen gegen elektromagnetische Felder und leitungsgebundene Störungen (Transiente Überspannungen etc.). Die spezifizierten Tests sind als Typentests durchzuführen.
<i>Anwendungsbereich</i>	<ul style="list-style-type: none"> Gilt für Geräte auf Schienenfahrzeugen, insbesondere auch für Sicherungsanlagen auf Schienenfahrzeugen.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Norm ist anwendbar für alle Geräte auf dem Fahrzeug, also auch für die on-board Geräte von COAT. Für Funkgeräte und Antennen gelten spezielle Anwendungsbedingungen und gewisse Ausnahmen bei deren Arbeitsfrequenzen (siehe Kapitel 1).
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kapitel 7 definiert die Abstrahlungsgrenzwerte, die eingehalten werden müssen Kapitel 8 definiert die Anforderungen an die Immunität gegen externe Störungen.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Für Geräte der Sicherungsanlagen (also COAT) müssen sowohl die Tests zum Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte der Abstrahlung als auch die Tests zum Nachweis der Immunität erfolgreich als Typentests bestanden werden. Die Typentests gemäss EN 50121-3-2 [22] sind Teil der Typentests für elektronische Systeme auf Fahrzeugen gemäss der EN 50155 [21].
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Den Herstellern von Geräten auf Eisenbahnfahrzeugen sind die EMV-Tests gemäss dieser Norm geläufig. Auch die akkreditierten Labors haben Erfahrung mit diesen Tests. Die Tests können auch nach abgeschlossener HW-Entwicklung durchgeführt werden. Für die Konformität mit dieser Norm genügt es, die Tests zu bestehen, dies im Unterschied zu Normen wie EN 50155 [21] oder EN 50129 [17], welche auch Anforderungen an das Design und den Entwicklungsprozess enthalten.

<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Industriegeräte bestehen allenfalls die harten Tests nicht, insbesondere bezüglich Immunität und transienter Spannungsspitzen.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Norm ist für die COAT-Komponenten ebenso essentiell wie die EN 50155. Die Konformität mit dieser Norm und der Nachweis durch Typentests sind unabdingbare Voraussetzungen für die Zulassung.
<i>Bemerkungen</i>	Die aktuell gültige EN 50155 [21] verweist noch auf eine frühere Version der EN 50121-3-2, Es ist davon auszugehen, dass die neue Ausgabe der EN 50155 auf die aktuelle EN 50121-3-2 [22] referenzieren wird.

3.3.9 EN 50125-1: Umweltbedingungen für Systeme auf Fahrzeugen [23]

<i>Dokument</i>	EN 50125-1:2014: Bahnanwendungen – Umweltbedingungen für Betriebsmittel – Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<ul style="list-style-type: none"> Definiert die Umweltbedingungen für Geräte oder Systeme, die auf Eisenbahnfahrzeugen installiert sind. Kapitel 4 definiert die für Europa zu erwartenden typischen und extremen Umweltbedingungen bezüglich: Höhe über Meer, Temperatur, Luftfeuchte, Wind, Regen, Schnee, Eis, Hagel, Sonneneinstrahlung, Blitzschlag, Verschmutzung und grosse Tiere im Gleis.
<i>Anwendungsbereich</i>	Die Norm ist für alle Systeme und Komponenten auf Eisenbahnfahrzeugen anwendbar.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Die Norm ist für alle Komponenten von COAT anwendbar. Die Norm definiert die für die Auslegung und Konstruktion zu berücksichtigenden Umweltbedingungen. Die Norm definiert jedoch nicht, wie die Konformität mit diesen Anforderungen nachzuweisen ist.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Für die Auslegung der COAT-Komponenten sind grundsätzlich alle Umweltbedingungen gemäss Kapitel 4 zu berücksichtigen. Es sind aber nicht alle Bedingungen für alle Komponenten im gleichen Mass anwendbar. Beispiel: Die grossen Tiere im Gleis sind vor allem für Antennen und Sensoren anwendbar, welche unter dem Fahrzeug oder an den Achsenden montiert sind, jedoch nicht für das DMI im Führerstand.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Norm definiert für verschiedene Parameter Klassen, z.B. die Temperaturklassen T1, T2, T3, TX. Welche dieser Klassen anzuwenden ist, muss in der Systemanforderungsspezifikation für die betreffende Komponente festgelegt werden. Der Nachweis der Konformität, z.B. bezüglich Temperatur, Feuchtigkeit oder Blitzschlag, erfolgt im Rahmen der Typenprüfungen gemäss EN 50155 [21].
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Der Nutzen dieser Norm besteht darin, dass sie die Umgebungsbedingungen international festlegt und es nicht jeder einzelnen Bahn überlässt, die für sie anwendbaren Bedingungen individuell festzulegen und damit u.U. auch Protektionismus zu betreiben.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Im Kapitel 1 gibt es Hinweise, dass auch härtere Bedingungen als die spezifizierten gefordert werden können. Auf diesem Weg könnte allenfalls ein gewisser Protektionismus betrieben werden. Für die generischen Produkte müssen die zu erfüllenden Kategorien sorgfältig gewählt werden, um den künftigen Anwendungsbereich nicht unnötig einzuschränken. Beispiel: Höhe über Meer, Temperaturbereich.

<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Diese Norm ist vor allem im Zusammenhang mit der EN 50155 [21] anzuwenden. Die EN 50155 [21] verweist für die Spezifikation der Umweltbedingungen auf die EN 50125-1 [23]. Die Typentests, mit denen die Konformität mit den spezifizierten Umweltbedingungen nachgewiesen wird, sind in EN 50155 [21] definiert.
<i>Bemerkungen</i>	Die aktuell gültige EN 50155 [21] verweist auf eine ältere Ausgabe der EN 50125-1. Die nächste Ausgabe wird auf die aktuell gültige Ausgabe der EN 50125-1 [22] verweisen. Die wesentlichen Anforderungen (z.B. die Temperaturklassen) sind jedoch unverändert.

3.4 Beurteilung der technischen Spezifikationen

3.4.1 TSI CCS [24]

<i>Dokument</i>	TSI CCS:2016: Technische Spezifikation für Interoperabilität des Teilsystems "Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung"
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definiert die grundlegenden Anforderungen an das Teilsystem „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ (ZZS) sowohl für die streckenseitige als auch die fahrzeugseitige Ausrüstung, um deren Interoperabilität gemäss den einschlägigen EU-Verordnungen sicher zu stellen. Die Anforderungen betreffen sowohl funktionale als auch nicht funktionale Anforderungen. Die „grundlegenden Anforderungen“ umfassen: <ul style="list-style-type: none"> - Sicherheit - Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit - Gesundheit - Umweltschutz - Technische Kompatibilität <p>In Bezug auf die möglichen Bewertungsverfahren für das Teilsystem, die Interoperabilitätskomponenten resp. Gruppen von Interoperabilitätskomponenten verweist die TSI CCS auf den Beschluss 2010/713/EU.</p>
<i>Anwendungsbereich</i>	Die TSI gilt für das transeuropäische Eisenbahnnetz gemäss Anhang I der Richtlinie 2008/57/EG (geografischer Anwendungsbereich gemäss TSI CCS, 1.2) Für CH gilt: ZZS-Ausrüstung der interoperablen CH-Normalspur-Strecken gemäss [11] und Fahrzeuge, welche auf diesem Netz verkehren.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Die Anforderungen an das fahrzeugseitige ZZS-Teilsystem sind relevant und für COAT anwendbar.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Kapitel 3 der TSI definiert die grundlegenden Anforderungen an die ZZS Teilsysteme in Bezug auf die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, Gesundheit, Umweltschutz und technische Kompatibilität. In Kapitel 4 sind die technischen Systeme und die relevanten Eckwerte beschrieben. Kap. 4.2 beinhaltet die eigentlichen funktionalen und technischen Anforderungen an das ZZS als Ganzes bzw. an dessen Subsysteme und Interoperabilitätskomponenten, wobei auf die detaillierten verbindlichen technischen Spezifikationen (Subsets) in Anhang A verwiesen wird. Kap. 4.3 spezifiziert die Interfaces zu anderen Teilsystemen, wobei für COAT Kap. 4.3.2 (Schnittstelle zum Teilsystem „Fahrzeuge“) relevant ist.

<p><i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i></p>	<p>Die TSI definiert in Kap. 5 die zulässigen Interoperabilitätskomponenten (IK) und die Regeln zur Gruppierung von IK. Kap. 6 definiert die möglichen Bewertungsverfahren (Module), die formalen und prozeduralen Anforderungen und das Vorgehen für die Konformitäts- und/oder Gebrauchstauglichkeitsbewertung der Komponenten und die Prüfung der Teilsysteme. Der Erhalt der EG-Bescheinigung für das fahrzeugseitige Teilsystem ZZS bildet die Grundlage für die Zulassung auf dem interoperablen CH-Normalspur-Netz.</p>
<p><i>Nutzen, Chancen</i></p>	<p>Die TSI CCS definiert in Tabelle 5.1a die grundlegenden Interoperabilitätskomponenten (IK) des fahrzeugseitigen ZZS-Teilsystems. IK können auch gruppiert werden. Eine Gruppe gilt dann „gegen aussen“ wiederum als IK. Gruppen aus IK können frei gebildet werden. Tabelle 5.1b verdeutlicht dies beispielhaft.</p> <p>Bei der Festlegung der definitiven Architektur sollte dies berücksichtigt werden, z.B. könnte es bei Variante E gemäss Systemarchitektur COAT [43] sinnvoll sein, die „Lokalisierung / V-Erfassung“ als IK zu definieren.</p>
<p><i>Hindernisse, Risiken</i></p>	<p>Einige COAT Funktionen sind in der fahrzeugseitigen ETCS-Funktionalität der TSI nicht definiert, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - GLAT (präzise Lokalisierung) - GoA2 / ATO <p>Die aktuell in der TSI CCS definierten IK entsprechen nicht oder nur teilweise den gemäss vorgesehener COAT-Architektur definierten COAT-Peripheriegeräten. Somit sieht die TSI CCS aktuell nicht vor, dass für diese Peripheriegeräte eine EG-Bescheinigung durch einen NoBo erwirkt werden kann; eine Bescheinigung auf übergeordneter Stufe des gesamten fahrzeugseitigen ZZS-Systems ist jedoch möglich. Es besteht das Risiko, dass im Rahmen der Bescheinigung des fahrzeugseitigen ZZS-Systems die untergeordneten Nachweise für die Peripheriegeräte durch den NoBo nicht akzeptiert werden könnten.</p>
<p><i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i></p>	<p>Die Anforderungen der TSI müssen zwingend berücksichtigt und umgesetzt werden, was für die Anforderungen, welche die ETCS-Funktionalität und die Interoperabilität betreffen, jedoch keine unüberwindbare Schwierigkeit darstellen sollte.</p> <p>Über die TSI hinausgehende COAT-spezifische Funktionalitäten müssen entweder als CR in die TSI einfließen oder als länderspezifische Anforderungen formuliert werden (vgl. 3.4.2).</p> <p>Die in der TSI definierten IK sind für die COAT-Architektur allenfalls von Bedeutung, falls die IK „Weg- und Geschwindigkeitsmessung“ bei der Systemarchitektur Variante E als COAT-externes Subsystem „Lokalisierung/V-Erfassung“ realisiert wird (separate EG-Bescheinigung für diese IK).</p>
<p><i>Bemerkungen</i></p>	<p>Gemäss Richtlinie (EU) 2016/797¹, Art. 8, Abs. 2 darf das Inverkehrbringen von IK nicht verboten, beschränkt oder behindert werden, wenn diese Komponenten den Bestimmungen der TSI entsprechen. Diese Anforderung zielt primär darauf ab, dass Länder keine zusätzlichen Prüfungen vorschreiben und EG-Konformitätserklärungen für IK vorbehaltlos akzeptiert werden. Der Umkehrschluss, dass das fahrzeugseitige ZZS-Teilsystem aus in der TSI definierten IK (z.B. Weg- und Geschwindigkeitsmessung, Schnittstelle des externen STM, GSM-R-Fahrzeugfunkgerät) aufgebaut sein muss und Komponenten des fahrzeugseitigen ETCS austauschbar sein müssen, gilt nicht.</p>

¹ TSI CCS 2016 verweist noch auf 2008/57/EG (inhaltlich gleichbedeutend)

3.4.2 NNTV CCS [25]

<i>Dokument</i>	NNTV CCS: Notifizierte Nationale Vorschriften
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<p>Die NNTV enthält landesspezifische Anforderungen an die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung. Dies kann eine Ergänzung zu einem "offenen Punkt" in der TSI, eine Anforderung aufgrund einer Abweichung des CH-Regelwerkes von den entsprechenden Anforderungen der TSI oder eine zusätzliche Anforderung aufgrund des CH Regelwerkes ohne Entsprechung in der TSI sein.</p> <p>Die NNTV verweist auf ein Dokument, das für COAT ebenfalls relevant ist: Systemführerschaft ETCS CH: Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken [12]. Das Dokument wurde separat analysiert. Das Ergebnis ist in Kap. 3.4.3 enthalten.</p>
<i>Anwendungsbereich</i>	ETCS-Ausrüstungen für den Einsatz auf interoperablen CH-Normalspur-Strecken gemäss [11]
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Beschreibt die landesspezifischen funktionalen Anforderungen und verweist auf weiterführende Dokumente, welche relevante Anforderungen (s. Kap. 3.4.3) enthalten.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<p>Alle für BL 3.x geltende Anforderungen.</p> <p>Beispiele sind: Verhalten der Ausrüstung in Mehrfachtraktion/ im Pendelzugbetrieb; Anforderungen an die Parametrisierung und Validierung der Bremskurven für ETCS Level 2; geforderte Change Requests, welche zusätzlich zur SRS-Version der ETCS-Fahrzeugausrüstung implementiert sein müssen; Fähigkeit, vom Euroloop gesendete Telegramme zu lesen und zu verarbeiten; spezifische CH-Anforderungen an die Zugdateneingabe und Darstellung von Daten am Display</p>
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<p>Das aktuell gültige Zulassungsverfahren in CH ist in [13] beschrieben.</p> <p>Die Erfüllung der an das ETCS gestellten CH-spezifischen Anforderungen (siehe oben) ist theoretisch und praktisch (auf Basis von geeigneten Prüfberichten) nachzuweisen.</p>
<i>Nutzen, Chancen</i>	Zusätzliche Anforderungen an das fahrzeugseitige ETCS sind klar formuliert und bereits mehrfach umgesetzt. Es gibt auch Anforderungen, welche für COAT wegfallen, da sie sich auf die Zugsicherungssysteme der Klasse B beziehen.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	Mit grosser Wahrscheinlichkeit sind die im Zusammenhang mit dem Vorhaben GoA2 umzusetzenden ergänzenden Anforderungen mit der Aufsichtsbehörde und der ETCS-Systemführerin abzustimmen.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Relevanz betreffend technischen und funktionalen Anforderungen • Da sich das in [13] beschriebene Verfahren auf Ebene Fahrzeug bezieht, sind die Anforderungen insbesondere bei Integration des Systems in das Fahrzeug zu beachten.
<i>Bemerkungen</i>	Allfällig durch COAT notwendige Anpassungen der NNTV werden innerhalb eines überschaubaren Zeitrahmens als möglich betrachtet, da die SBB mit der ETCS-Systemführerschaft betraut ist.

3.4.3 Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken [12]

<i>Dokument</i>	Systemführerschaft ETCS CH: Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken
<i>Wichtigste Inhalte</i>	<p>Ergänzend zu den hoheitlichen Vorschriften (auch als Ergänzung zu den NNTV CCS) legt das Dokument weitere, für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken zu berücksichtigende technische, betriebliche sowie prozessuale Voraussetzungen fest. Es beschreibt insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Architektur resp. Systemabgrenzung des fahrzeugseitigen Systems • Betriebliche Voraussetzungen • Prozessuale Voraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> - Anforderungen an die Qualität der Zugdaten - Sicherheitsnachweiskonzept [13] - Master-Testkonzept für die Erlangung einer ETCS Betriebsbewilligung [14] - Crypto Key Management (CKM) • Anforderungen bei Geschwindigkeiten grösser 200 km/h • Auflistung der nationalen Anforderungen, welche im Detail in [25] beschrieben sind (vgl. Kap. 3.4.2).
<i>Anwendungsbereich</i>	Für Fahrzeuge mit ETCS
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<p>Das Dokument hat sowohl Relevanz für die technische Konzeption wie auch für die Funktionalität von COAT.</p> <p>Das Zulassungsverfahren auf Fahrzeugebene ist in [13] beschrieben</p>
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Alle Anforderungen sind zu beachten
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<p>Das Dokument [13] gibt einen Überblick über die Verfahren, welche zur Erlangung einer Typenzulassung, einer Betriebsbewilligung und des Netzzugangs in der Schweiz durchlaufen werden müssen. Es klärt zudem die involvierten Rollen und Zuständigkeiten zwischen BAV, Bahnunternehmungen und Industrie in diesen Verfahren. Das beschriebene Verfahren bezieht sich insbesondere auf die Fahrzeugebene (Nachweis der korrekten und sicheren Integration der Ausrüstung in das Fahrzeug). Eine Validierung der Anforderungen an die OBU-EVC ist im Verfahren nicht enthalten.</p>
<i>Nutzen, Chancen</i>	Je nach COAT-Konzeption ist ein vereinfachtes Verfahren für die Zulassung von Fahrzeugen vorstellbar.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	Mit grosser Wahrscheinlichkeit sind die im Zusammenhang mit dem Vorhaben GoA2 umzusetzenden ergänzenden technischen und funktionalen Anforderungen mit der Aufsichtsbehörde und der ETCS-Systemführerin abzustimmen.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Als Grundlage für die Konzeption und Umsetzung von COAT sind die Anforderungen zu berücksichtigen. Aus heutiger Sicht ist das Dokument im Rahmen des COAT-Projektes jedoch umfassend anzupassen.
<i>Bemerkungen</i>	

3.4.4 TSI LOC & PAS [26]

<i>Dokument</i>	TSI LOC & PAS:2019: Technische Spezifikation für Interoperabilität des Teilsystems "Fahrzeuge - Lokomotiven und Personenwagen"
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definiert die grundlegenden Anforderungen an Schienenfahrzeuge, um deren Interoperabilität gemäss den einschlägigen EU-Verordnungen sicher zu stellen. Die Anforderungen betreffen sämtliche Bereiche/ Funktionen der Fahrzeuge und decken die Aspekte Sicherheit, Zuverlässigkeit/ Verfügbarkeit, Gesundheitsschutz, Umweltschutz und Technische Kompatibilität ab.
<i>Anwendungsbereich</i>	Fahrzeuge, welche gemäss [11] auf interoperablen CH-Normalspur-Strecken verkehren.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Für die technischen Anforderungen ETCS verweist die TSI auf die TSI CCS [24]. Bei der Konstruktion/ Auslegung von Fahrzeugen zu berücksichtigende Anforderungen sind in [41] (wie Achsabstände, Achslasten, metallfreier Raum, EMV im Bereich Untergestell, etc.) definiert. Ebenfalls gibt es Anforderungen, dass die Fahrzeugsteuerung bestimmte Informationen vom ETCS (wie z.B. Bahnsteigseite für Türsteuerung, Position Trennstrecke), welche aus heutiger Sicht für den ATO GoA2 eine Voraussetzung bilden, verarbeiten kann. Die Anforderungen sind in Subset-034 zwar beschrieben, in der aktuell gültigen Version der Subset-Spezifikationen fehlen die präzisen Anforderungen (to be harmonised).
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Keine, da spezifische Anforderungen anderweitig definiert sind.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	Keine, siehe oben
<i>Nutzen, Chancen</i>	
<i>Hindernisse, Risiken</i>	
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Keine Bedeutung, da die technischen Anforderungen an COAT anderweitig definiert sind
<i>Bemerkungen</i>	

3.4.5 NNTV LOC & PAS [27]

<i>Dokument</i>	NNTV LOC & PAS: Notifizierte Nationale Technische Vorschriften
<i>Wichtigste Inhalte</i>	CH-spezifische Anforderungen an die Fahrzeuge. Die Vorschriften enthalten auch zusätzlich landesspezifische Anforderungen an die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung (NNTV aufgrund zusätzlicher Anforderungen des CH Regelwerkes ohne Entsprechung in der TSI). Die zusätzlichen Anforderungen betreffen insbesondere die Integration in das Fahrzeug resp. die Schnittstelle zwischen Fahrzeugsteuerung/ Lokführer und ETCS-Ausrüstung (wie z.B. Anordnung Abtrennschalter, Zugdateneingabe). Weitere Anforderungen, welche die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung direkt betreffen, sind in der NNTV CCS [25] enthalten.
<i>Anwendungsbereich</i>	Die NNTV gilt grundsätzlich für als interoperabel eingestufte Fahrzeuge. Die ETCS-spezifischen Anforderungen in dieser NNTV gelten jedoch für alle Fahrzeuge, welche über eine ETCS-Ausrüstung verfügen.

<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Teilweise anwendbar (siehe unten)
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Anforderungen in der NNTV, welche den Geltungsbereich "Alle Fahrzeuge mit ETCS-Ausrüstung" aufweisen, sind relevant. Beispiele sind: Spezielle Anforderungen an die Schnittstelle für Mehrfachtraktion/ Pendelzugbetrieb; Vorschrift der ausschliesslichen Eingabe der Zugnummer im ETCS; Gehemmte Bedienbarkeit zum Abtrennen der ETCS Fahrzeugausrüstung; Präzisierung der geforderten Bremsleistung sowie der Zuverlässigkeit bei Zwangsbremse; Sicherheitsanforderungen an die Traktionsabschaltung.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	Anforderungen in der NNTV, welche den Geltungsbereich "Alle Fahrzeuge mit ETCS-Ausrüstung" aufweisen, sind relevant. Die Erfüllung der an das ETCS gestellten CH-spezifischen Anforderungen (siehe oben) ist theoretisch und praktisch (auf Basis von geeigneten Prüfberichten) nachzuweisen.
<i>Nutzen, Chancen</i>	Die ETCS-spezifischen Anforderungen sind klar und bereits mehrfach umgesetzt.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	Die Anforderungen gehen von aktuell vorhandenen Lösungen aus. Je nach HW-/ SW-Konzeption von COAT sind eventuell gewisse Anforderungen nur noch sinngemäss erfüllbar.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Die ETCS-spezifischen Anforderungen in der NNTV sind bei der Auslegung der HW und Konzeption der SW zu berücksichtigen. Ebenso sind die Anforderungen im Rahmen der Zulassung zu berücksichtigen.
<i>Bemerkungen</i>	Allfällig durch COAT notwendige Anpassungen der NNTV werden innerhalb eines überschaubaren Zeitrahmens als möglich betrachtet, da die SBB mit der ETCS-Systemführerschaft betraut ist.

3.4.6 Subset-026-7: SRS Chapter 7 ERTMS/ETCS language [28]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-026-7: System Requirements Specification, Chapter 7, ERTMS/ETCS language, Version 3.6.0
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definiert Variablen und Pakete der Applikationsdatenschnittstelle zwischen Infrastruktur und Fahrzeug über Funk-, Balisen- und Loop-Schnittstelle.
<i>Anwendungsbereich</i>	Definiert die Applikationsdatenschnittstelle zwischen strecken- und fahrzeugseitigen ETCS-Systemen.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Anwendbar für COAT. COAT muss diese Schnittstelle bedienen können.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sämtliche Variablen und Pakete müssen gemäss der SRS umgesetzt sein, damit die Funktionalität des ETCS-Systems gewährleistet wird.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Erfüllung der Anforderungen ist Voraussetzung für den Sicherheits- und Konformitätsnachweis und somit für die Zulassung. • Die Spezifikation enthält keine Anforderungen an den Zulassungsprozess.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Daten / Inhalte der Schnittstelle sind genau definiert.

<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Keine normierten Kommunikationsprotokolle spezifiziert Kein Safety Layer spezifiziert Keine Anforderungen an die Integrität (Zuverlässigkeit, Wahrheitsgehalt) spezifiziert
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	<ul style="list-style-type: none"> Das Subset-026 Chapter 7 und Chapter 8 definieren zusammen die Applikationsebene der Schnittstelle zwischen der strecken- und fahrzeugseitigen ETCS-Ausrüstung gemäss der vorgesehenen COAT Architektur. Die Spezifikation gemäss Subset-026 Chapter 7 und Chapter 8 ist notwendig und hinreichend für diese Schnittstelle, sie erlaubt jedoch keine zusätzlichen Funktionen von COAT, z.B. ATO oder ETCS Level 3.
<i>Bemerkungen</i>	

3.4.7 Subset-026-8: SRS Chapter 8 Messages [29]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-026-8: System Requirements Specification, Chapter 8, Messages, Version 3.6.0
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definiert Nachrichten und Telegramme der Applikationsdatenschnittstelle zwischen Infrastruktur und Fahrzeug über Funk-, Balisen- und Loop-Schnittstelle.
<i>Anwendungsbereich</i>	Definiert die Applikationsdatenschnittstelle zwischen strecken- und fahrzeugseitigen ETCS-Systemen.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Anwendbar für COAT. COAT muss diese Schnittstelle bedienen können.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Sämtliche Nachrichten und Telegramme müssen gemäss der SRS umgesetzt sein, damit die Funktionalität des ETCS-Systems gewährleistet wird.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Erfüllung der Anforderungen ist Voraussetzung für den Sicherheits- und Konformitätsnachweis und somit für die Zulassung. Die Spezifikation enthält keine Anforderungen an den Zulassungsprozess.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Daten / Inhalte der Schnittstelle sind genau definiert.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Keine normierten Kommunikationsprotokolle spezifiziert Kein Safety Layer spezifiziert Keine Anforderungen an die Integrität (Zuverlässigkeit, Wahrheitsgehalt) spezifiziert
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	<ul style="list-style-type: none"> Das Subset-026 Chapter 7 und Chapter 8 definieren zusammen die Applikationsebene der Schnittstelle zwischen der strecken- und fahrzeugseitigen ETCS-Ausrüstung gemäss der vorgesehenen COAT Architektur. Die Spezifikation gemäss Subset-026 Chapter 7 und Chapter 8 ist notwendig und hinreichend für diese Schnittstelle, sie erlaubt jedoch keine zusätzlichen Funktionen von COAT, z.B. ATO oder ETCS Level 3.
<i>Bemerkungen</i>	

3.4.8 Subset-027: FIS Juridical Recording [30]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-027: FIS Juridical Recording, Version 3.3.0
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definiert Format und Inhalte der Datenschnittstelle mit dem Juridical Recording.
<i>Anwendungsbereich</i>	Schnittstelle zwischen ETCS on-board und Juridical Recording
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Anwendbar für COAT. COAT muss diese Schnittstelle bedienen können.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Definition der Schnittstelle im Kapitel 4
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Erfüllung der funktionalen Anforderung ist Voraussetzung für den Sicherheits- und Konformitätsnachweis und somit für die Zulassung. • Die Spezifikation enthält keine Anforderungen an den Zulassungsprozess.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Daten / Inhalte der Schnittstelle sind genau definiert.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Anforderungen an die Sicherheitsintegrität der Schnittstelle spezifiziert • Keine Anforderungen an die Integrität (Zuverlässigkeit, Wahrheitsgehalt) spezifiziert • Keine normierten Kommunikationsprotokolle spezifiziert • Kein Safety Layer spezifiziert (falls Daten sicherheitsrelevant sein sollten) • Keine Festlegung der physikalischen Schnittstelle
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Grundlage für die Festlegung der Protokolle und der Schnittstelle durch COAT.
<i>Bemerkungen</i>	Die Daten, die an die JRU übermittelt werden, haben keine direkte Sicherheitsrelevanz, sie können jedoch juristische Relevanz haben, z.B. bei einer Unfalluntersuchung. Daher werden hohe Anforderungen an die Integrität (im Sinne von Zuverlässigkeit und Wahrheitsgehalt) an diese Datenübertragung gestellt. Gemäss der aktuellen EN 50126 [15], [16] und der EN 50657 [19] soll Software mit hohen Anforderungen an die Integrität, jedoch ohne explizite Sicherheitsverantwortung, gemäss den Anforderungen für Basic Integrity gemäss EN 50657 [19] entwickelt werden. Die Spezifikation eines SIL ohne konkrete Sicherheitsanforderungen ist nicht zulässig.

3.4.9 Subset-034: FIS Train Interface [31]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-034: FIS Train Interface
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Spezifiziert die funktionalen Anforderungen an die Schnittstelle zwischen der ETCS on-board Ausrüstung und dem Fahrzeug, auf dem diese Ausrüstung installiert ist. Die Schnittstelle zwischen Fahrzeug und ETCS on-board Ausrüstung ist in Subset-119 [42] zusätzlich als FFFIS spezifiziert.
<i>Anwendungsbereich</i>	Enthält Anforderungen für ETCS on-board Ausrüstung und für die Fahrzeugsteuerung
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Gilt vollumfänglich für COAT, weil die funktionalen Anforderungen dieser Schnittstelle mit COAT erfüllt werden müssen.

<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Definiert im Kapitel 2 die Informationen, die zwischen der ETCS on-board Ausrüstung und dem Fahrzeug ausgetauscht werden.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die funktionalen Anforderungen müssen für die Zulassung erfüllt werden. Keine Anforderungen betreffend Zulassungsverfahren.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Grundlage für die Standardisierung der Schnittstelle zwischen ETCS on-board Ausrüstung und dem Fahrzeug Verweist auf Subset-035 ERTMS/ETCS Subset-035: FFSIS Specific Transmission Module, aber nur in dem Sinn, dass auch gewisse Daten, die vom oder an das STM übermittelt werden, mit dieser Schnittstelle übertragen werden müssen.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Abschnitt 2.5.3: Train Integrity: Anforderungen / Informationen sind nicht definiert („to be harmonized“) Abschnitt 2.5.5: Set Speed: Ist definiert als Input vom Fahrzeug zum ETCS, nur für den Zweck der Anzeige. Eine ATO Applikation als Teil von COAT müsste aber Sollgeschwindigkeit als Output an die Fahrzeugsteuerung ausgeben können. Keine Sicherheitsanforderungen an die zu übertragenden Daten spezifiziert.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Grundlage für die Standardisierung der Schnittstelle zwischen EVC und TIU. Prüfen, wieweit geplante Erweiterungen der Funktionalität der EVC (z.B. App für ATO) bereits abgedeckt sind.
<i>Bemerkungen</i>	

3.4.10 Subset-035: FFSIS Specific Transmission Module [32]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-035: FFSIS Specific Transmission Module
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definition der Schnittstelle zu STM.
<i>Anwendungsbereich</i>	STM erlaubt den Betrieb mit nationalen streckenseitigen Zugbeeinflussungssystemen unter Nutzung einer ETCS-Fahrzeugausrüstung.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Falls COAT ebenfalls eine Anbindung an STM gewährleisten soll, ist diese Spezifikation anwendbar.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<p>Falls anwendbar:</p> <ul style="list-style-type: none"> FFSIS auf der Basis von Profibus COAT müsste diese Schnittstelle bieten, falls Profibus-Schnittstelle nicht optional werden würde.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Spezifikation definiert auch Safe Data Transmission (Safety Layer) für Übertragung bis SIL4.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Könnte die Basis sein für die Standardisierung von Schnittstellen zum EVC, die zurzeit noch nicht standardisiert sind, z.B. Schnittstelle zum Fahrzeug.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Das STM-System ist länder- resp. systemspezifisch. Obligatorischer Profibus beim STM nicht mehr zeitgemäss für neuen offenen standardisierten CCS-Bus.

<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Unklar. Hängt davon ab, ob COAT eine Schnittstelle zu STM aufweisen soll oder nicht. In der Systembeschreibung von COAT [43] kommt STM nicht vor.
<i>Bemerkungen</i>	Eine ETCS-Fahrzeugausrüstung mit STM für CH ist in der Schweiz nicht mehr zulassungsfähig (Verbot von Level STM/NTC für SIGNUM/ZUB gemäss nationaler Anforderung CH-TSI CCS-018, vgl. 3.4.5)

3.4.11 Subset-036: FFFIS for Eurobalise [33]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-036: FFFIS for Eurobalise
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definiert die Schnittstelle zwischen der Eurobalise und der ETCS Ausrüstung auf dem Fahrzeug.
<i>Anwendungsbereich</i>	Die FFFIS bezieht sich fahrzeugseitig auf die Antenne und streckenseitig auf die Balise. Die Schnittstelle zwischen BTM und EVC (gemäss der Systembeschreibung COAT [43]) ist nicht im Detail (d.h. als FFFIS) definiert.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Die Schnittstelle zwischen Antenne unter dem Fahrzeug und der Balise (streckenseitig) muss auch für COAT gemäss dieser Spezifikation realisiert werden. Subset-036 verweist für die Tests und den Nachweis der Konformität auf Subset-085.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel 4 spezifiziert die Anforderungen an die punktuelle Datenübertragung zwischen ETCS- Ausrüstung auf dem Fahrzeug und der streckenseitigen Balise. Diese Anforderungen müssen auch mit COAT erfüllt werden. • Kapitel 6 spezifiziert die Anforderungen an die fahrzeugseitige Ausrüstung, welche die Antenne, die BTM und den ERTMS/ETCS Kernel umfasst. Insgesamt müssen diese Anforderungen (z.B. betreffend Luftspalt-Interface, Anordnung der Antenne, Umgebungsbedingungen, EMV etc.) auch von einem System mit COAT eingehalten werden. Wieweit diese Anforderungen COAT betreffen, hängt vor allem von der Architektur ab: was gehört zu COAT, was ist extern.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel 6.9 verweist für die Anforderungen an Tests, Test Tools und Nachweisverfahren auf Subset-085.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die komplexe Schnittstelle zwischen Fahrzeugantenne und Balise ist mit diesem Subset-036 komplett spezifiziert, inklusive der Anforderungen an die Sicherheit der Datenübertragung. • Die Schnittstelle zwischen Fahrzeugantenne und Balise dürfte ziemlich stabil sein, weil sie einen wesentlichen Bestandteil der Interoperabilität zwischen Fahrzeug und Strecke bildet. • Mit der in COAT vorgesehenen Auslagerung des on-board Transmission Equipment (BTM und Antenneneinheit) ändert sich an der Schnittstelle gemäss Subset-036 nichts.

<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Gemäss Architektur des Subsets-036 in Abb. 41, Kapitel 6.1 besteht das Onboard Transmission Equipment aus der BTM-Funktion und der Antenneneinheit. Die BTM ist nicht zwingend eine physikalisch separate Baugruppe. Die Schnittstelle zwischen BTM und dem ERTMS/ETCS Kernel ist nicht als FFFIS spezifiziert. Für die Daten, die zwischen den beiden Systemen ausgetauscht werden, wird auf die SRS Subset-026 verwiesen. Die Architektur in Fig. 41, Kapitel 6.1, entspricht nicht der Architektur für COAT gemäss der Systembeschreibung. In der COAT Architektur wird vorgeschlagen, das Onboard Transmission Equipment als separate Baugruppe auszulagern. Dies bedingt eine externe Schnittstelle zwischen EVC (ERTMS/ETCS Kernel) und dieser Baugruppe, welche hoch sicherheitsrelevant ist. Diese Schnittstelle ist nicht standardisiert.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Das Onboard Transmission Equipment gemäss Abb. 41 ist sehr komplex und spezifisch, jedoch im Detail spezifiziert und vermutlich ziemlich stabil (d.h. nicht häufigen Änderungen unterworfen). Es macht Sinn, diesen komplexen Teil als separate Baugruppe auszulagern und eine klar definierte Schnittstelle zwischen BTM und EVC zu definieren, die hohe Sicherheitsanforderungen erfüllt. Diese Schnittstelle ist weit weniger komplex als die Schnittstelle zwischen BTM und Antenne.
<i>Bemerkungen</i>	

3.4.12 Subset-037: FIS EuroRadio [34]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-037: FIS EuroRadio
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definiert die drahtlose Kommunikations-Schnittstelle zwischen dem ETCS on-board System auf dem Fahrzeug und den streckenseitigen Systemen, insbesondere dem RBC.
<i>Anwendungsbereich</i>	Sicherheitsrelevante Datenübertragung zwischen ETCS on-board Ausrüstung und streckenseitigen Einrichtungen (RBC) für ETCS L2 und L3, sowie für Infill-Informationen für L1.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Ein wesentlicher Teil dieser Schnittstelle ist relevant für die Interoperabilität und damit auch für COAT und dessen Zulassung verbindlich.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kapitel 4 definiert die Referenzarchitektur für beide Seiten (Fahrzeug und streckenseitig). Diese Architektur mit den verschiedenen Layern (incl. Safety Layer) ist auch für COAT verbindlich, unabhängig von der Technologie der drahtlosen Übertragung (z.B. GSM-R). Die Spezifikation definiert nicht nur die eigentliche Schnittstelle, sondern auch deren Bedienung für den Aufbau von sicheren oder nicht sicheren Verbindungen, die Übertragung von Daten unterschiedlicher Priorität, sowie den Abbruch der Verbindung oder die Übermittlung von Fehlermeldungen. Die Ansteuerung erfolgt über einen Satz von parametrisierbaren Primitiv-Befehlen. Annex A enthält normative Anwendungsbedingungen und Einschränkungen, die durch die ATP-Applikation der ETCS on-board Ausrüstung erfüllt werden müssen. Diese Bedingungen betreffen u.a. das Timing beim Aufbau oder Wechsel der Verbindung, die Überwachung mehrerer Aspekte der sicheren Datenübertragung (korrekte Sequenz und Verzögerung oder Verlust von Telegrammen).

<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Abschnitt 3.4 verweist auf Subset-092 für die Anforderungen an die Konformität und die Test Cases für den Safety Layer.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Spezifikation der Schnittstelle ist nicht beschränkt auf eine bestimmte Technologie, z.B. GSM-R. Es werden z.T. standardisierte Protokolle verwendet (Abschnitte 8.2 und 8.3)
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Inhalte der über die Radio-Schnittstelle zu übertragenden Daten sind nicht in diesem Subset definiert. Die Schnittstelle ist sehr komplex und besteht aus mehreren, z.T. optionalen Schnittstellen für sicherheitsrelevante und nicht sicherheitsrelevante Daten unterschiedlicher Priorität. Die in diesem Subset-037 spezifizierte Schnittstelle geht über das Interface zwischen EVC und Radio-GW gemäss der Systembeschreibung COAT [43] hinaus, deckt diese Schnittstelle aber nicht vollständig ab, weil das Subset-037 keine Informationen über die zwischen EVC und Radio-GW zu übertragenden Nutzdaten enthält.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Das Subset-037 könnte am ehesten mit der komplexen Anleitung für die Entwicklung und Bedienung (resp. Fernsteuerung durch EVC) einer Telefonanlage verglichen werden, welche die sichere Übertragung von sicherheitskritischen Informationen ermöglicht. Sie bildet eine der Grundlagen für die Spezifikation der Schnittstelle zwischen EVC und Radio-GW gemäss der COAT-Architektur der Systembeschreibung [43], sie kann aber nicht als hinreichende Spezifikation dieser Schnittstelle betrachtet werden, die in Abschnitt 5.2.2.5 als Schnittstelle E.5 beschrieben und beurteilt wird.
<i>Bemerkungen</i>	

3.4.13 Subset-044: FFFIS for Euroloop [35]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-044: FFFIS for Euroloop
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definiert die Schnittstelle zwischen dem streckenseitigen Euroloop und der ETCS Ausrüstung auf dem Fahrzeug.
<i>Anwendungsbereich</i>	Die FFFIS bezieht sich hauptsächlich auf die Schnittstelle im Luftspalt zwischen der fahrzeugseitigen Antenne und dem streckenseitigen Euroloop. Die Schnittstelle zwischen dem Loop Transmission Module LTM (analog zum BTM der Balise) und dem ETCS Kernel auf dem EVC ist nicht spezifiziert und ist gemäss Abschnitt 5.1.2 herstellerepezifisch.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<p>Euroloop wird für ETCS L2 nicht benötigt, sondern nur als Erweiterung der Balisen in L1. Die Funktionalität und die Schnittstelle sind jedoch obligatorischer Bestandteil des ETCS on-board Systems auf dem Fahrzeug.</p> <p>Die Schnittstelle zwischen Antenne auf dem Fahrzeug und dem Euroloop (streckenseitig) muss daher auch für COAT gemäss dieser Spezifikation realisiert werden. Subset-044 verweist für die Tests und den Nachweis der Konformität auf Subset-103.</p>

<p><i>Für COAT relevante Anforderungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel 5 spezifiziert die Anforderungen an das Euroloop Subsystem. Diese Anforderungen müssen insgesamt auch mit COAT erfüllt werden, sie betreffen COAT im engeren Sinn aber nur teilweise. • Kapitel 7 spezifiziert die Anforderungen an die fahrzeugseitige Ausrüstung, welche die Antenne, das LTM und die Schnittstelle zum ERTMS/ETCS Kernel umfasst. Insgesamt müssen diese Anforderungen (z.B. betreffend Luftspalt-Interface, Anordnung der Antenne, Umgebungsbedingungen, EMV etc.) auch von einem System mit COAT eingehalten werden. Wieweit diese Anforderungen COAT direkt betreffen, hängt vor allem von der Architektur ab: was gehört zu COAT, was ist extern.
<p><i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abschnitt 6.12 verweist für die Anforderungen an die Tests und die Test Tools auf Subset-103.
<p><i>Nutzen, Chancen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die komplexe Schnittstelle zwischen Fahrzeugantenne und Euroloop ist mit diesem Subset-044 komplett spezifiziert, inklusive der Anforderungen an die Sicherheit der Datenübertragung (mit einigen Anwendungsbedingungen). • Diese Schnittstelle dürfte (wie bei der Balise) ziemlich stabil sein, weil sie einen wesentlichen Bestandteil der Interoperabilität zwischen Fahrzeug und Strecke bildet. Die Antenneneinheit kann (aber muss nicht) die gleiche sein wie für die Antenneneinheit für die Eurobalise. Eine solche Antenne muss aber beide (unterschiedlichen) Funktionen erfüllen. • Mit der in COAT vorgesehenen Auslagerung des on-board Transmission Equipment (LTM und Antenneneinheit) ändert sich an der Schnittstelle gemäss Subset-044 nichts.
<p><i>Hindernisse, Risiken</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gemäss Architektur des Subsets-044 in Abb. 7-1, Kapitel 7.1 besteht die Onboard Euroloop-Ausrüstung aus der LTM-Funktion und der Antenneneinheit. Die LTM-Funktion ist nicht zwingend eine physikalisch separate Baugruppe. • Die Schnittstelle zwischen LTM und dem ERTMS/ETCS Kernel ist gemäss Abschnitt 7.4 nicht standardisiert, sondern gemäss Abschnitt 5.2.1 herstellereinspezifisch. Für die Daten, die zwischen den beiden Systemen ausgetauscht werden, wird auf die SRS Subset-026 verwiesen. • Die Architektur in Fig. 41, Kapitel 6.1, entspricht nicht der Architektur für COAT gemäss der Systembeschreibung. In der COAT Architektur wird vorgeschlagen, das Onboard Transmission Equipment als separate Baugruppe auszulagern. Dies bedingt eine externe Schnittstelle zwischen EVC (ERTMS/ETCS Kernel) und dieser Baugruppe, welche hoch sicherheitsrelevant ist. Diese Schnittstelle ist nicht standardisiert.
<p><i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i></p>	<p>Die Beurteilung ist analog zur Beurteilung von Subset-036 in Abschnitt 3.4.11. Obwohl in den Subsets die Antenneneinheit für Balise und Euroloop als eine Baugruppe mit beiden Funktionen betrachtet wird, sind die technischen Anforderungen an die Kommunikation mit den Balisen und dem Euroloop sehr verschieden. Auch die Funktionen des BTM für die Balise und des LTM für den Euroloop sind verschieden und müssen daher in COAT auch gesondert betrachtet werden.</p>
<p><i>Bemerkungen</i></p>	<p>Bei dieser Betrachtung wurde davon ausgegangen, dass COAT nicht nur ETCS L2 (und später L3) erfüllen muss, sondern auch L1.</p>

3.4.14 Subset-056: FFFIS STM Safe Time Layer [36]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-056: STM FFFIS Safe Time Layer, Version 3.0.0
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definition des Safe Time Layers der Schnittstelle vom STM und ETCS on-board Ausrüstung. Zusammen mit der Definition des Safe Link Layers in Subset-057 wird eine sichere Datenübertragung definiert.
<i>Anwendungsbereich</i>	STM erlaubt den Betrieb mit nationalen streckenseitigen Zugbeeinflussungssystemen unter Nutzung einer ETCS-Fahrzeugausrüstung.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Falls COAT ebenfalls eine Anbindung an STM gewährleisten soll, ist diese Spezifikation anwendbar.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Falls anwendbar: <ul style="list-style-type: none"> • FFFIS auf der Basis von Profibus • COAT müsste diese Schnittstelle bieten, falls Profibus-Schnittstelle nicht optional werden würde.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Spezifikation definiert zusammen mit der Definition des Safe Link Layers in Subset-057 auch Safe Data Transmission (Safety Layer) für Übertragung bis SIL4.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Könnte die Basis sein für die Standardisierung eines Safety Layers zum EVC, der zurzeit noch nicht standardisiert sind, z.B. Schnittstelle zum Fahrzeug.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Das STM-System ist länder- resp. systemspezifisch. • Obligatorischer Profibus beim STM nicht mehr zeitgemäss für neuen offenen standardisierten CCS-Bus.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Unklar. Hängt davon ab, ob COAT eine Schnittstelle zu STM aufweisen soll oder nicht. In der Systembeschreibung von COAT [43] kommt STM nicht vor.
<i>Bemerkungen</i>	Eine ETCS-Fahrzeugausrüstung mit STM für CH ist in der Schweiz nicht mehr zulassungsfähig (Verbot von Level STM/NTC für SIGNUM/ZUB gemäss nationaler Anforderung CH-TSI CCS-018, vgl. 3.4.5)

3.4.15 Subset-057: FFFIS STM Safe Link Layer [37]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-057: STM FFFIS Safe Link Layer, Version 3.1.0
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definition des Safe Link Layers der Schnittstelle zu STM und ETCS on-board Ausrüstung. Zusammen mit der Definition des Safe Time Layers in Subset-056 wird eine sichere Datenübertragung definiert.
<i>Anwendungsbereich</i>	STM erlaubt den Betrieb mit nationalen streckenseitigen Zugbeeinflussungssystemen unter Nutzung einer ETCS-Fahrzeugausrüstung.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Falls COAT ebenfalls eine Anbindung an STM gewährleisten soll, ist diese Spezifikation anwendbar.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Falls anwendbar: <ul style="list-style-type: none"> • FFFIS auf der Basis von Profibus • COAT müsste diese Schnittstelle bieten, falls Profibus-Schnittstelle nicht optional werden würde.

<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Spezifikation definiert zusammen mit der Definition des Safe Time Layers in Subset-056 auch Safe Data Transmission (Safety Layer) für Übertragung bis SIL4.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Könnte die Basis sein für die Standardisierung eines Safety Layers zum EVC, der zurzeit noch nicht standardisiert sind, z.B. Schnittstelle zum Fahrzeug.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Das STM System ist länder- resp. systemspezifisch. Obligatorischer Profibus beim STM nicht mehr zeitgemäss für neuen offenen standardisierten CCS-Bus.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Unklar. Hängt davon ab, ob COAT eine Schnittstelle zu STM aufweisen soll oder nicht. In der Systembeschreibung von COAT [43] kommt STM nicht vor.
<i>Bemerkungen</i>	Eine ETCS-Fahrzeugausrüstung mit STM für CH ist in der Schweiz nicht mehr zulassungsfähig (Verbot von Level STM/NTC für SIGNUM/ZUB gemäss nationaler Anforderung CH-TSI CCS-018, vgl. 3.4.5)

3.4.16 Subset-058: FFFIS STM Application Layer [38]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-058: FFFIS STM Application Layer, Version 3.2.0
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definition des Application Layers der Schnittstelle zu STM.
<i>Anwendungsbereich</i>	STM erlaubt den Betrieb mit nationalen streckenseitigen Zugbeeinflussungssystemen unter Nutzung einer ETCS-Fahrzeugausrüstung.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Falls COAT ebenfalls eine Anbindung an STM gewährleisten soll, ist diese Spezifikation anwendbar.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	Falls anwendbar: <ul style="list-style-type: none"> FFFIS auf der Basis von Profibus COAT müsste diese Schnittstelle bieten, falls Profibus-Schnittstelle nicht optional werden würde.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Subset-058 enthält keine speziellen Anforderungen an den Zulassungsprozess.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Daten / Inhalte der Schnittstelle sind genau definiert.
<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Das STM-System ist länder- resp. systemspezifisch. Obligatorischer Profibus beim STM nicht mehr zeitgemäss für neuen offenen standardisierten CCS-Bus.
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	Unklar. Hängt davon ab, ob COAT eine Schnittstelle zu STM aufweisen soll oder nicht. In der Systembeschreibung von COAT [43] kommt STM nicht vor.
<i>Bemerkungen</i>	Eine ETCS-Fahrzeugausrüstung mit STM für CH ist in der Schweiz nicht mehr zulassungsfähig (Verbot von Level STM/NTC für SIGNUM/ZUB gemäss nationaler Anforderung CH-TSI CCS-018, vgl. 3.4.5)

3.4.17 Subset-121: FFFIS DMI-EVC Interface [39]

<i>Dokument</i>	ERTMS/ETCS Subset-121: FFFIS DMI-EVC Interface
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Spezifiziert die Schnittstelle zwischen dem EVC und einem externen DMI (bestehend aus optischer Anzeige (Bildschirm), akustischer Anzeige und Eingaben durch den Lokführer. Subset-121 definiert die Inhalte, die Übertragungsprotokolle (inkl. Safety Layer) und die physikalische Realisierung der Schnittstelle. Die Technologie des DMI ist nicht in diesem Subset definiert (d.h. ob Touchscreen oder Display mit separatem Keyboard für die Eingaben).
<i>Anwendungsbereich</i>	Anwendbar für die Ansteuerung des Mensch-Maschine Interface im Führerstand bezüglich der ETCS-Anzeigen (optisch, akustisch) und der Eingaben und Rückmeldungen durch den Lokführer. Die Schnittstelle definiert auch Anzeigen von Informationen, die von nationalen Systemen über das STM an den EVC übermittelt werden, sofern die Anzeigen in den ETCS Subsets definiert sind.
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Schnittstelle ist für COAT uneingeschränkt anwendbar, falls das Subset verbindlich ist. • Für die Zulassung muss die Konformität nachgewiesen werden, falls das Subset verbindlich ist.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel 5 definiert die ETCS-relevanten Befehle und Informationen, die über die Schnittstelle in beide Richtungen übertragen werden. • Kapitel 6 definiert Hilfsfunktionen (Befehle und Informationen), die über die Schnittstelle in beide Richtungen übertragen werden, z.B. die Meldung der Aktivität des Lokführers (wie scrollen oder quittieren), die vom DMI an den EVC übermittelt werden, damit diese an die Juridical Recording Unit übermittelt werden können. • Kapitel 7 definiert die Übertragungsprotokolle auf allen Ebenen, inklusive Safety Layer. In diesem Kapitel sind auch die zu übertragenden Inhalte definiert. • Abschnitt 7.1 definiert die beiden zulässigen (normierten) Übertragungsmedien MVB und Ethernet Consist Network (ECN) und verweist auf die Norm IEC61375, welche diese beiden Datenbus-Systeme spezifizieren.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Subset-121 enthält keine speziellen Anforderungen an den Zulassungsprozess • Subset-121 enthält umfangreiche technische Anforderungen an die Schnittstelle und die beiden Kommunikationspartner (EVC und DMI), für welche im Rahmen der Zulassung die Konformität nachgewiesen werden muss.
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Subset-121 definiert die Schnittstelle zwischen EVC und DMI vollständig • Die Ansteuerung der Anzeige auf dem DMI erfolgt über den Aufruf von vordefinierten grafischen Objekten (und nicht etwa auf Stufe Pixel oder Vektoren). Dies erleichtert die Bedienung der Schnittstelle durch den EVC. • Die Schnittstelle unterstützt zwei etablierte und normierte Datenbus-Systeme, die im Bahnbereich generell angewendet werden. • Das DMI-System darf auch andere Informationen darstellen und zurückmelden als die im Subset-121 definierten, jedoch dürfen die ETCS-Informationen dadurch nicht beeinträchtigt werden. Die Übertragung solcher Informationen muss über separate Schnittstellen direkt zwischen DMI und z.B. dem TCMS erfolgen, nicht via EVC.

<i>Hindernisse, Risiken</i>	<ul style="list-style-type: none"> Zusätzliche Informationen und Funktionen dürfen nicht über die EVC-DMI Schnittstelle übertragen werden (Abschnitt 4.2.1.2). Die Schnittstelle ist beschränkt auf 2 Bustypen (MVB und ECN)
<i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i>	<ul style="list-style-type: none"> Das Subset-121 definiert genau die Schnittstelle zwischen EVC und DMI gemäss der vorgesehenen COAT Architektur. Die Spezifikation gemäss Subset-121 ist notwendig und hinreichend für diese Schnittstelle, sie erlaubt jedoch keine Anpassungen und Erweiterungen für zusätzliche Funktionen von COAT, z.B. ATO oder Lokalisierung, falls diese zusätzlichen Funktionen Anzeigen oder Eingaben durch den Lokführer erfordern sollten, die nicht bereits in Subset-121 resp. Subset-026 für ETCS vorgesehen sind.
<i>Bemerkungen</i>	Der Status und die Verbindlichkeit dieses Subsets konnte nicht restlos geklärt werden.

3.4.18 ERTMS User Group: FFFIS Odometer [40]

<i>Dokument</i>	ERTMS Users Group: EEIG 97E2675B: FFFIS Odometer
<i>Wichtigste Inhalte</i>	Definiert die Schnittstelle zwischen ETCS on-board Unit und Odometrie. Über diese Schnittstelle erhält die ETCS on-board Unit die Informationen über die Geschwindigkeit, Beschleunigung und den zurückgelegten Weg des Zuges. ETCS liefert der Odometrie Informationen über Balisen, mit denen die Odometrie die Messungen kalibrieren und justieren kann.
<i>Anwendungsbereich</i>	<p>Schnittstelle zwischen ETCS on-board Unit und Odometrie-System. Die an die externe Odometrie angeschlossenen Sensoren und deren Schnittstellen mit der Odometrie sind nicht Gegenstand dieser Spezifikation.</p> <p>Diese Spezifikation ist nicht ein Subset, nicht obligatorisch sondern informativ, d.h. die Erfüllung dieser Spezifikation ist keine Voraussetzung für die Konformität mit dem ETCS Regelwerk. Dies steht jedoch in einem Widerspruch zur Tatsache, dass gemäss TSI CCS [24] die Odometrie als IK definiert wird. Daher müsste eigentlich eine verbindliche Schnittstelle dieser IK definiert sein.</p>
<i>Anwendbarkeit für COAT und Zulassung</i>	Die Anwendbarkeit dieser Schnittstellenspezifikation hängt davon ab, ob sie für die IK Odometrie im ETCS-Regelwerk irgendwo als verbindlich (mandatory) erklärt wird. Aus den bisher analysierten Unterlagen geht dies nicht hervor.
<i>Für COAT relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Dateninhalte der Schnittstelle in Kapitel 3 Safety Layer in Kapitel 4 (Verweis auf Safety Layer in Subset-035 [32]) Kommunikationsprotokoll in Kapitel 5 (Verweis auf Subset-035 [32]) Physikalische Ausführung als Punkt-Punkt Verbindung über RS 485. Damit ist eine Anbindung über einen Datenbus nicht konform mit dieser Spezifikation.
<i>Für Zulassung relevante Anforderungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> keine Anforderungen an den Zulassungsprozess spezifiziert
<i>Nutzen, Chancen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Schnittstelle ist als FFFIS spezifiziert. Odometrie-Systeme auf dem Markt bedienen diese Schnittstelle Safety Layer (bis SIL4) ist definiert. Gleicher Layer wie Interface mit STM.

<p><i>Hindernisse, Risiken</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Daten und Protokolle sind fix. Kaum Erweiterungsmöglichkeiten für allfällige Zusatzfunktionen • Schnittstelle kann nicht alle Daten liefern, die für eine Lokalisierung gemäss Systembeschreibung [43] erforderlich sein dürften (z.B. Übertragung von GPS-Daten ist nicht vorgesehen) • Bei direkter Anbindung von Sensoren oder Datenquellen wie z.B. in Variante I in der Systembeschreibung [43] vorgesehen, kommt diese Schnittstelle nicht mehr vor.
<p><i>Beurteilung der Bedeutung für COAT</i></p>	<p>Für die Erweiterung von COAT mit zusätzlichen Applikationen sind die Informationen, die über diese Schnittstelle übermittelt werden, von zentraler Bedeutung. Mögliche Änderungen der Architektur (wie z.B. direkte Anbindung der V-Sensoren an den EVC) könnten im Widerspruch zu dieser Spezifikation stehen.</p>
<p><i>Bemerkungen</i></p>	

4 GRUNDLAGEN FÜR TYPENZULASSUNG

4.1 geltende Vorschriften für Typenzulassung

Für die Typenzulassung von Eisenbahnfahrzeugen und Komponenten in Zusammenhang mit COAT sind die nachfolgenden Vorschriften und Richtlinien relevant.

4.1.1 Eisenbahngesetz EG (SR 742.101)

Art. 18x Typenzulassung

Das BAV erteilt Typenzulassungen für Fahrzeuge und Elemente von Fahrzeugen, die in gleicher Weise und Funktion verwendet werden sollen, sofern der Sicherheitsnachweis erbracht und die massgebenden Vorschriften eingehalten wurden.

4.1.2 Eisenbahnverordnung EBV [3] inkl. Ausführungsbestimmungen zur EBV, AB-EBV [4]

4.1.2.1 Art. 6a Zwischenverfügungen zu Fahrzeugen

Gesuchsteller können auf Antrag vor oder während des Baus eines Fahrzeugs Zwischenverfügungen beantragen zu Pflichtenheft, Typenskizzen oder auch zu anderen Teilaspekten, von denen die Typenzulassung abhängt. Dies schafft zu einem frühen Zeitpunkt Planungssicherheit für den Gesuchsteller.

4.1.2.2 Art. 7: Typenzulassung

Das Verfahren für die Typenzulassung wird in diesem Artikel im Grundsatz definiert:

- Ein Gesuch um Typenzulassung kann gestellt werden, sofern sie geeignet ist, das Bewilligungsverfahren zu vereinfachen.
- Verfügen der Bewilligungsgegenstand oder Teile davon bereits über Typenzulassungen, geht das BAV davon aus, dass der typenzugelassene Teil des Bewilligungsgegenstandes zum Zeitpunkt der Erteilung der Typenzulassung geltenden Vorschriften entspricht. Der Gesuchsteller muss dazu die Konformität mit dem Typ aufzeigen.
- Die Anwendbarkeit der Typenzulassung muss auf den vorhergesehenen Betrieb bzw. die Einsatzbedingungen dargelegt werden.
- Konformitätserklärung für Fahrzeuge, die auf interoperablen Strecken eingesetzt werden sollen, richtet sich nach Artikel 26 Absätze 4 und 5 der Richtlinie 2008/57/EG.

4.1.2.3 Art. 8: Betriebsbewilligung

Eine Betriebsbewilligung ist für neue oder wesentlich geänderte Fahrzeuge erforderlich. In den übrigen Fällen entscheidet das BAV über die Erfordernis einer Betriebsbewilligung. Im Grundsatz ist dem BAV im Rahmen der Verfahren Betriebsbewilligung oder Typenzulassung ein Sicherheitsnachweis einzureichen. Der Sicherheitsnachweis besteht dabei aus den Nachweisen zur vorschriftskonformen Ausführung inkl. der entsprechenden Konformitätsbescheinigungen, dem Sicherheitsbericht, dem Sicherheitsbewertungsbericht sowie den Prüfberichten von Sachverständigen insofern diese verlangt sind. Die Struktur der einzureichenden Dokumente unterscheidet interoperable Fahrzeuge, nicht interoperable Fahrzeuge sowie Dienstfahrzeuge. Die zu den einzelnen Fachgebieten gemäss dieser Struktur einzureichenden Nachweise werden in einer Richtlinie definiert.

4.1.2.4 Art. 8a: Sicherheitsnachweis

Die Rollen und Aufgaben für einen Sicherheitsnachweis werden in diesem Artikel im Grundsatz definiert, jedoch nicht der Inhalt:

- Sicherheitsnachweise sind generell durch Fachleute zu erstellen und zu unterzeichnen.
- Das BAV prüft die Sicherheitsnachweise auf Vollständigkeit und ob die im Sicherheitsbericht aufgezeigten Massnahmen umgesetzt sind.
- Bei Vorhaben mit hoher Sicherheitsrelevanz wird in der Regel eine Prüfung durch einen Sachverständigen verlangt. Es wird von einer hohen Sicherheitsrelevanz gesprochen, wenn aufgrund von Fehlfunktion, Ausfällen oder Versagen mit mehr als einem Todesopfer gerechnet werden muss.
- Auf eine Prüfung durch einen Sachverständigen kann verzichtet werden, wenn:
 - o ...für Teile bereits die Sicherheit im Rahmen eines Typenzulassungsverfahrens nachgewiesen wurde. Für Schnittstellen und Einsatzbedingungen können dennoch Sachverständigenprüfberichte erforderlich sein.
 - o ...nachvollziehbar begründet wird, dass eine Sachverständigenprüfung nicht dazu beitragen kann, Fehler mit Auswirkungen auf die Sicherheit zu reduzieren

4.1.2.5 Art. 8c: Signifikante Änderungen

- Bei innovativen oder komplexen Vorhaben mit hoher Sicherheitsrelevanz ist eine Risikoanalyse gemäss CSM-RA 352/2009 [1] durchzuführen.
- Eine Risikobewertungsstelle hat die ordnungsgemässe Anwendung des Risikomanagementverfahrens sowie dessen Ergebnisse in einem Sicherheitsbewertungsbericht zu beurteilen.

4.1.3 Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge [5]

In der Richtlinie wird der vorgeschriebene Ablauf des Zulassungsverfahrens für Eisenbahnfahrzeuge oder deren Komponenten aufgezeigt (Siehe Abbildung 4-1). Der Anwendungsbereich der Richtlinie

bezieht sich dabei auf interoperable und nicht interoperable Normalspurfahrzeuge und gilt auch für Meterspur- und Spezialspurfahrzeuge.

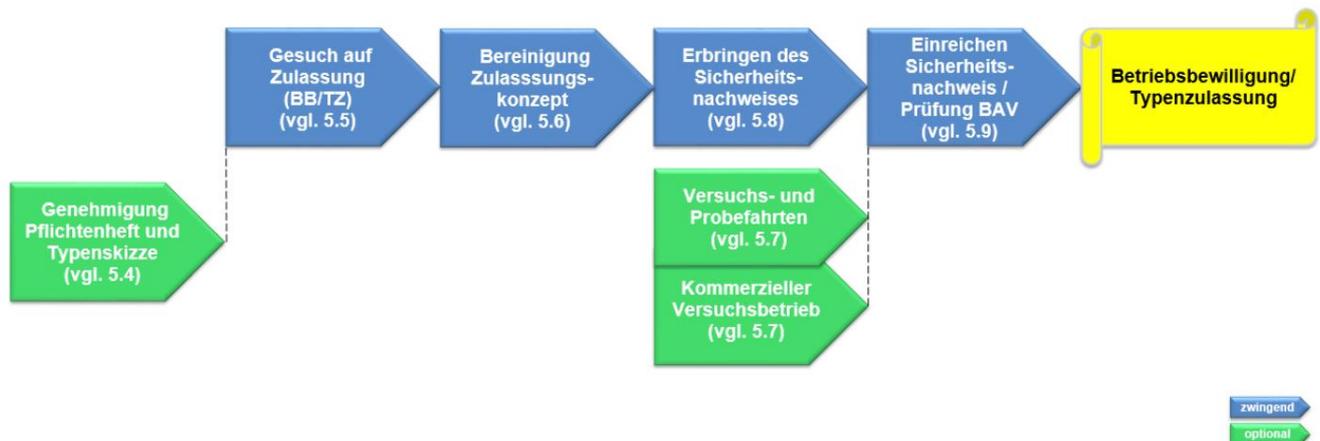


Abbildung 4-1: Ablauf für die Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen gemäss „Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge“

Die Richtlinie gibt Auskunft über die Pflichten des Gesuchstellers (Kap. 5.5.1) und macht Vorgaben über den Inhalt des Gesuches für die Zulassung (Kap. 5.5.2). Weiter sind die vorgegebene Struktur des Zulassungskonzepts (Kap. 5.6) und die des Sicherheitsnachweises für interoperable, nicht interoperable Fahrzeuge und Spezialfahrzeuge (Kap. 5.8) aufgeführt.

4.1.3.1 Abschnitt 5.9: Prüfungen des BAV

Die Richtlinie gibt Auskunft über den Prüfablauf (Prüfung der eingereichten Dokumente) des BAV. Unter anderem wird dabei mit der technisch-betrieblichen Sicherheitsprüfung (TBS) vom BAV und/oder einem Sachverständigen die Einhaltung der massgeblichen Vorschriften am Fahrzeug überprüft. Bei Serien identischer Eisenbahnfahrzeuge wird die TBS in der Regel an einem oder mehreren Baumusterfahrzeug(en) durchgeführt. Wird mit einer Konformitätserklärung die Baugleichheit bestätigt, kann das BAV auf eine TBS der Serienfahrzeuge verzichten.

4.1.3.2 Abschnitt 5.10: Typenzulassung

Gemäss der Richtlinie ist die Typenzulassung vorgesehen für Fahrzeuge und Komponenten davon, die in genau gleicher Weise und in gleicher Funktion mehrfach Anwendung finden (Serien). Die Typenzulassung soll die Prüfungen des BAV im Rahmen von Betriebsbewilligungsverfahren vereinfachen und beschleunigen (Art. 7 EBV). Für die Typenzulassung von Elementen von Eisenbahnanlagen oder -fahrzeugen besteht eine separate Richtlinie, welche für die Zulassung von Bauelementen, Systemen und Systemkomponenten anwendbar ist (Siehe Kapitel 4.1.5).

4.1.3.3 Abschnitt 5.11: Betriebsbewilligung

Gemäss der Richtlinie benötigt grundsätzlich jedes Fahrzeug, das in der Schweiz verkehrt, eine gültige Betriebsbewilligung (Art. 8 EBV). Bei Serien identischer Eisenbahnfahrzeuge kann mittels Konformitätserklärung die Baugleichheit bestätigt werden. Dies gilt sinngemäss auch für den für jede Betriebsbewilligung erforderlichen Sicherheitsbericht, wobei die Konformität des Sicherheitsberichts explizit auszuweisen ist. Das BAV stellt in diesem Fall die Betriebsbewilligung im Sinne eines

vereinfachten Verfahrens nur auf der Basis der Konformitätserklärungen aus, sofern die Typenzulassung und/oder die Betriebsbewilligung für ein Baumuster des entsprechenden Fahrzeugtyps vorliegen.

4.1.3.4 Abschnitt 5.13: Nachträgliche Änderungen

Die Richtlinie definiert die in der EBV Art. 8 Abs. 1 Bst. B erwähnten „Nachträglichen Änderungen“. Für die Inbetriebnahme von wesentlich geänderten Fahrzeugen ist eine Betriebsbewilligung erforderlich. Den wesentlichen Änderungen entsprechen sicherheitsrelevanten Veränderungen von Systemen, Komponenten oder Funktionen. Wesentliche Änderungen werden in Bezug auf die Nachweisführung in verschiedene Änderungskategorien eingeteilt. Je nach Änderungskategorie (Siehe **Abbildung 4-2**) sind entsprechende Berichte von unabhängigen Prüfstellen erforderlich. Die zum Erlangen der Betriebsbewilligung einzureichenden Nachweise sind in der Richtlinie genauer aufgeführt. Die Prüfung des BAV beschränkt sich dabei auf die Änderungen, sofern die Rückwirkungsfreiheit nachgewiesen werden kann.

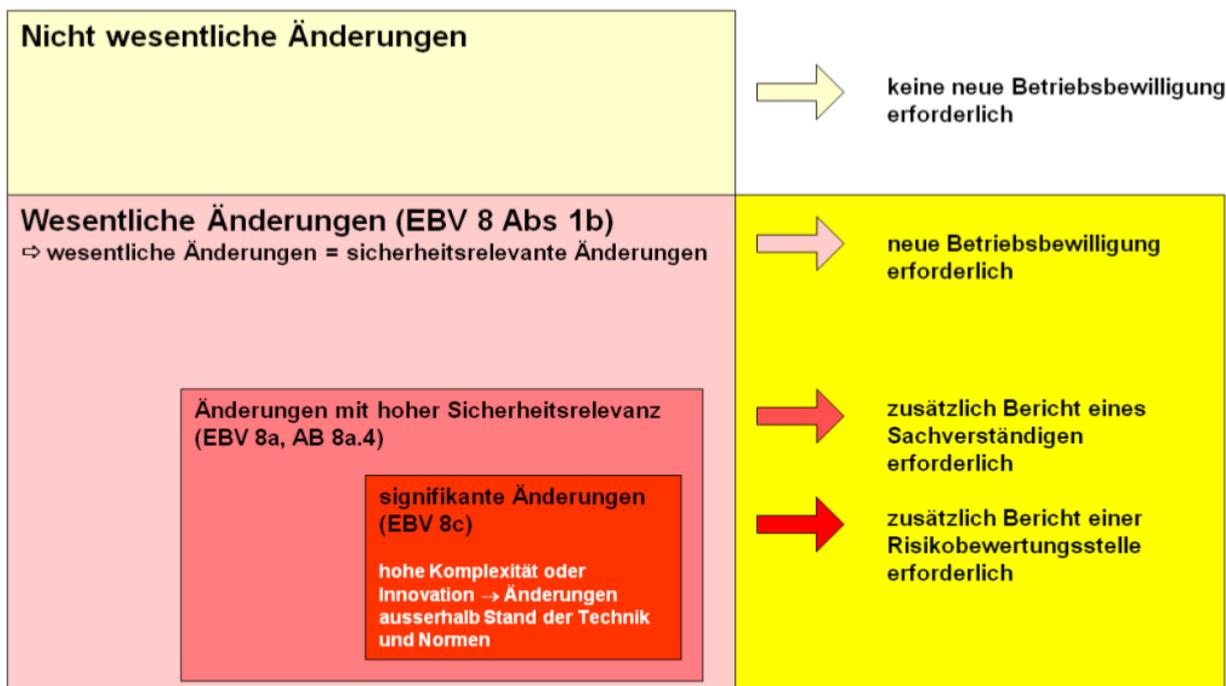


Abbildung 4-2: Änderungskategorien für nachträgliche Änderungen an Fahrzeugen gemäss „Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge“

Haben sich Regelwerke zwischen der Zulassung eines Fahrzeugs und einer nachträglichen Änderung geändert, so sind für den Sicherheitsnachweis bei signifikanten Änderungen grundsätzlich die aktuellen Regelwerke anzuwenden.

Im Anhang 6 Kap. 4 der Richtlinie wird zudem anhand von Beispielen der Zulassungsprozess nach Software-Änderungen separat dargestellt.

4.1.4 Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen [7]

Die Eisenbahnverordnung (EBV) verlangt für verschiedene Bewilligungsverfahren eine Bewertung der Sicherheit bzw. der Konformität durch unabhängige Prüfstellen. Das BAV stützt sich bei der von ihm vorzunehmenden Prüfung auf diese Bewertungen. Gestützt auf den Art. 15x EBV konkretisiert die Richtlinie die Anforderungen an unabhängige Prüfstellen und beschreibt die von ihnen zu erbringenden Leistungen. Sie richtet sich dabei an Gesuchsteller, unabhängige Prüfstellen und Mitarbeitende des BAV gleichermaßen.

Als unabhängige Prüfstellen gelten im Allgemeinen:

- Konformitätsbewertungsstellen, namentlich benannte Stellen (BS) und benannte beauftragte Stellen (BBS),
- Prüfstellen zur Evaluierung und Bewertung von Risikomanagementverfahren (Sicherheitsnachweis) sowie deren Ergebnisse gemäss den gemeinsamen Sicherheitsmethoden (Risikobewertungsstelle, RBS),
- Sachverständige (SV)

Die Anforderungen an die unabhängigen Prüfstellen sind in der Richtlinie im Abschnitt 6 definiert. Weiter ist der Ablauf zur Anerkennung von unabhängigen Prüfstellen durch das BAV im Abschnitt 7 aufgeführt. Die Anerkennung von Sachverständigen (inkl. ISA) erfolgt dabei projektspezifisch und ist gemäss Abschnitt 7.3 Bestandteil des Bewilligungsverfahrens.

Im Anhang B, Kap. 15 wird auf die Richtlinie „Zulassung Eisenbahnfahrzeuge“ verwiesen, in der die Bereiche und Gegenstände festgelegt sind, welche eine unabhängige Prüfung erfordern.

Anhang B, Kap. 16 bezieht sich auf den Fachbereich Sicherheitstechnik und enthält:

- Definition der Gegenstände einer unabhängigen Prüfung
- Anleitungen für den Interoperabilitäts-Nachweis (Beizug von BS)
- Fachbereichsspezifische Prüfanweisungen für Sachverständige (SV)

Anhang B, Kap. 18 beschreibt, in welchem Fall bei signifikanten Änderungen eine Risikobewertungsstelle (RBS) herbeizuziehen ist und definiert deren zu erbringende Leistung. Es wird dabei auf Art. 8c EBV Bezug genommen.

4.1.5 Richtlinie Typenzulassung von Elementen der Eisenbahnanlagen [9]

Die Richtlinie bezieht sich auf Art. 18x EBG resp. Art. 7 EBV. Sie definiert die Typenzulassungen von Bauelementen, Komponenten, Systemen und gegebenenfalls auch von Prozessen im Bereich der festen Eisenbahnanlagen, aber auch von fahrzeugseitigen Komponenten der Sicherungsanlagen und von Telematikanwendungen (wie z.B. COAT).

4.1.5.1 Abschnitt 2: Die Rollen im Typenzulassungsverfahren

Gesuchsteller einer Typenzulassung ist in der Regel der Hersteller eines Produkts. In Ausnahmefällen können jedoch der Anbieter (Handelsvertretung) oder der Eigentümer/Betreiber (Infrastruktur- oder Verkehrsunternehmen) des Produkts im Einverständnis mit dem Hersteller als Gesuchsteller auftreten. Einzig der Gesuchsteller ist gegenüber dem BAV Partei im Typenzulassungsverfahren. Die Pflichten des Gesuchstellers gegenüber dem BAV sind in der Richtlinie aufgeführt. Anwender haben beim Einsatz des Typenzulassungsgegenstands dessen Anwendungsbedingungen gemäss der Typenzulassung zu kennen und in allen Produktlebenszyklusphasen einzuhalten.

4.1.5.2 Abschnitt 3: Der Ablauf des Typenzulassungsverfahrens

Der Ablauf zur Typenzulassung richtet sich nebst der Richtlinie Typenzulassung von Elementen der Eisenbahnanlagen auch nach dem EBG, der EBV (inkl. AB-EBV) sowie nach dem Bundesgesetz über das Verwaltungsverfahren.

Je nach Art, Komplexität und Entwicklungsstand des Produkts kann das Verfahren eine spezifische Ausprägung haben. Grundsätzlich wird zwischen einem vollständigen und einem verkürzten Ablauf unterschieden. Der verkürzte Ablauf kann bei fertig entwickelten oder anderswo bereits zugelassenen Produkten zur Anwendung kommen. Der vollständige Ablauf (entwicklungsbegleitendes Verfahren) ist in Abbildung 4-3 ersichtlich. Die genaue Definition der einzelnen Phasen ist in der Richtlinie aufgeführt.

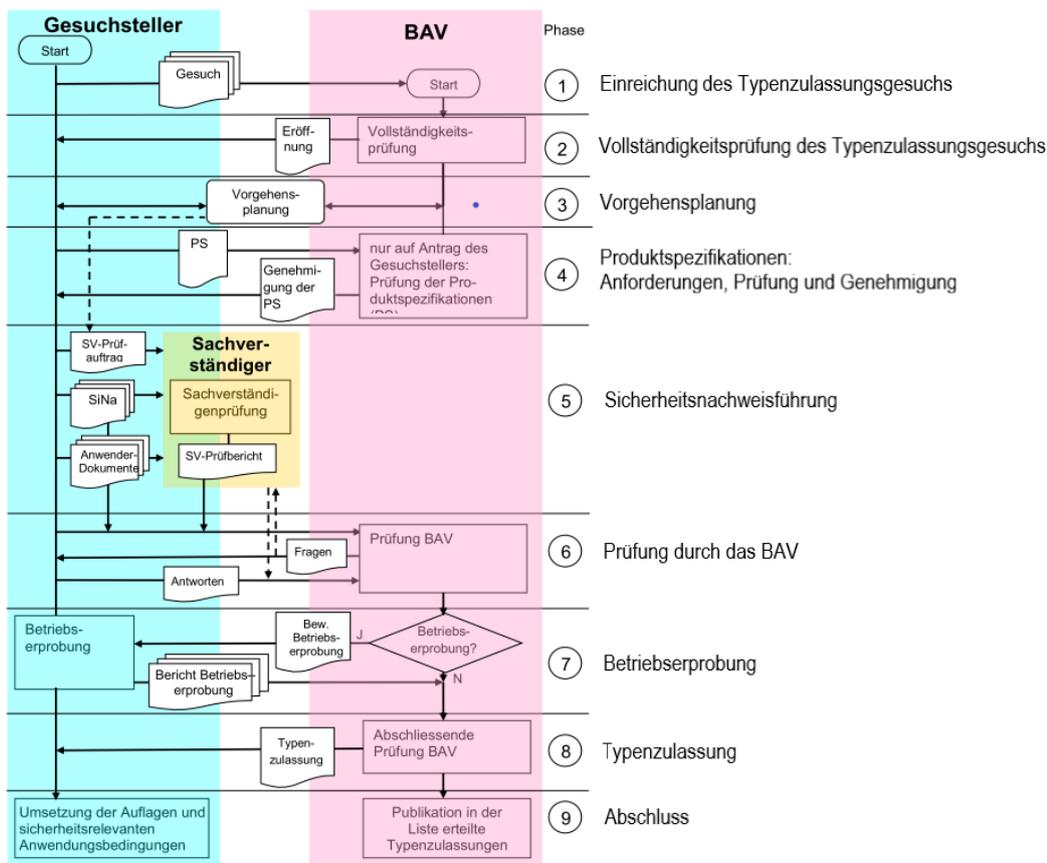


Abbildung 4-3: Ablauf des vollständigen Typenzulassungsverfahrens gemäss der Richtlinie „Typenzulassung für Elemente von Eisenbahnanlagen“.

4.1.5.3 Abschnitt 4: Das typenzugelassene Produkt

In Abschnitt 4 der Richtlinie ist die Anwendung der Typenzulassung für generische Produkte, das Verfahren zur Erneuerung der Typenzulassung nach Änderungen und die Möglichkeit des Widerrufs einer Typenzulassung definiert.

Die Typenzulassung ist als Vorleistung für Plangenehmigungs- und Betriebsbewilligungsverfahren (PGV/BBw) gedacht. Eine Typenzulassung ersetzt dabei weder das PGV noch die BBw 18w EBG. In diesen Verfahren ist auf die Typenzulassung zu verweisen und anwendungsspezifisch nachzuweisen, dass die in der Typenzulassung aufgeführten Voraussetzungen und Anwendungsbedingungen eingehalten sind.

Bei einer nachträglichen Änderung des Typenzulassungsgegenstands insbesondere von sicherheitsrelevanten Eigenschaften ist die Typenzulassung für den neuen Stand nicht mehr gültig. Um die Gültigkeit der Typenzulassung aufrecht zu erhalten, sind Änderungen dem BAV durch den Gesuchsteller zur Prüfung, Genehmigung und Aktualisierung der Verfügung einzureichen.

4.1.5.4 Anhang 4: Spezifische Hinweise Fachbereich Sicherheitstechnik

Anhang 4 der Richtlinie enthält eine nicht abschliessende Aufzählung von möglichen Typenzulassungsgegenständen aus den Bereichen Bahnübergangsanlagen, Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen sowie Personenwarnsystemen.

Für den Fachbereich Sicherheitstechnik ist im Anhang zudem eine empfohlene Dokumentenstruktur für das einzureichende Dossier aufgeführt.

Im Abschnitt 4.3 des Anhangs wird speziell auf das Vorgehen bei Änderungen des Typenzulassungsgegenstands eingegangen. Änderungen werden unterteilt in die zwei Kategorien „Änderung des funktionalen Gerätestandes“ und „Änderung des fertigungstechnischen Gerätestandes (HW / SW)“. Die genauen Kriterien zur Unterscheidung sind in der Richtlinie aufgeführt.

Will der Gesuchsteller bei einer „Änderung des funktionalen Gerätestandes“ die Gültigkeit der ursprünglichen Typenzulassung auf den neuen Stand anpassen lassen, so hat er dem BAV die Nachweisdokumente und den Sachverständigenprüfbericht zum geänderten Typenzulassungsgegenstand einzureichen. Das Vorgehen für die Bewilligung wird im Einzelfall geregelt und das BAV wird in der Regel eine Ergänzung der Typenzulassungsdokumente in Form einer Bewilligung zum Einsatz und Aktualisierung der Beilage zur Typenzulassung ausstellen.

Bei „Änderung des fertigungstechnischen Gerätestandes“ hat der Gesuchsteller zur Anpassung der Typenzulassung das BAV über die vorgenommene Änderung zu informieren und allfällig angepasste Nachweisdokumente sowie das Resultat der zugehörigen unabhängigen Beurteilung einzureichen.

4.2 Zuständigkeiten für das Verfahren

Für das Verfahren der Typenzulassung ist gemäss Art. 18x EBG das BAV zuständig. Das BAV erteilt auf Gesuch hin Typenzulassungen sowohl für Fahrzeuge wie auch für Elemente von Fahrzeugen. Typenzulassungsgesuche (inkl. Zulassungskonzept und Sicherheitsnachweis) werden durch das BAV geprüft. Nach Bereinigung des Typenzulassungskonzepts mit dem Gesuchsteller bestimmt das BAV den Ablauf des Typenzulassungsverfahrens und legt gemäss „Richtlinie Unabhängige Prüfstelle Eisenbahnen“ fest, wofür unabhängige Prüfstellen beizuziehen sind.

Bei der Typenzulassung von Fahrzeugen wird mit der technisch-betrieblichen Sicherheitsprüfung (TBS) vom BAV und/oder einem Sachverständigen die Einhaltung der massgeblichen Vorschriften am Fahrzeug überprüft. Generell verlangt das BAV bei Vorhaben mit hoher Sicherheitsrelevanz (sowohl bei Fahrzeugen wie auch bei Komponenten) gemäss Art. 8a Abs.1 EBV eine Prüfung des für die Typenzulassung notwendigen Sicherheitsnachweises durch einen Sachverständigen (Sachverständigenprüfbericht).

4.3 Voraussetzungen für die Beantragung und Durchführung des Verfahrens

Ein Gesuch um Typenzulassung kann gemäss Art. 7 Abs. 1 EBV grundsätzlich gestellt werden, sofern sie geeignet ist, das Bewilligungsverfahren zu vereinfachen. Falls die Anforderungen nicht erfüllt sind, kann das BAV das Typenzulassungsgesuch mit einer Begründung zurückweisen.

4.4 Gegenstand der Typenzulassung (Komponenten, Systeme, Fahrzeuge)

Eine Typenzulassung kann für Fahrzeuge oder Komponenten von Fahrzeugen beantragt werden. Die Richtlinie „Zulassung Eisenbahnfahrzeuge“ befasst sich dabei unter anderem mit der Typenzulassung von Fahrzeugen. Die Richtlinie „Typenzulassung von Elementen der Eisenbahnanlage“ befasst sich mit der Typenzulassung von Bauelementen, Komponenten, Systemen und gegebenenfalls auch Prozessen im Bereich der festen Eisenbahnanlagen, aber auch von fahrzeugseitigen Komponenten der Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen. Die fahrzeugseitigen Komponenten der Sicherungsanlagen sind insbesondere Komponenten, welche unter anderem zur Erfüllung der Funktionen Zugbeeinflussung, Zugortung sowie Kommunikation dienen. Beispiele von solchen Teilsystemen und Komponenten sind in der Richtlinie „Typenzulassung von Elementen der Eisenbahnanlage“ im Anhang 4 aufgeführt.

4.5 Anforderungen an den Prozess, Abhängigkeiten von Sicherheitsnachweisen

Für die Inbetriebnahme von neuen oder wesentlich geänderten Eisenbahnfahrzeugen ist gemäss Art. 8 EBV grundsätzlich eine Betriebsbewilligung erforderlich. Das Eisenbahnunternehmen muss dem BAV

zur Erlangung der Betriebsbewilligung einen Sicherheitsnachweis für das Fahrzeug einreichen. Ebenso ist gemäss Art. 18x EG auch für die Erlangung einer Typenzulassung ein Sicherheitsnachweis einzureichen. Für Eisenbahnfahrzeuge besteht der Sicherheitsnachweis aus den Nachweisen zur vorschriftskonformen Ausführung inkl. der entsprechenden Konformitätsbescheinigungen, dem Sicherheitsbericht und, soweit erforderlich, dem Sicherheitsbewertungsbericht sowie Prüfberichten von Sachverständigen.

Für die Typenzulassung von fahrzeugseitigen Komponenten der Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen ist ebenso ein Sicherheitsnachweis zu erbringen, in dem aufgezeigt wird, dass der Typenzulassungsgegenstand den massgebenden Vorschriften entspricht und alle Sicherheitsanforderungen erfüllt sind. Unter anderem soll bestätigt werden, dass der Zulassungsgegenstand bei Einhaltung der festgelegten Anwendungsbedingungen angemessen sicher ist.

5 ANALYSE DER SYSTEMARCHITEKTUR

5.1 Untersuchte Varianten

5.1.1 Variante E

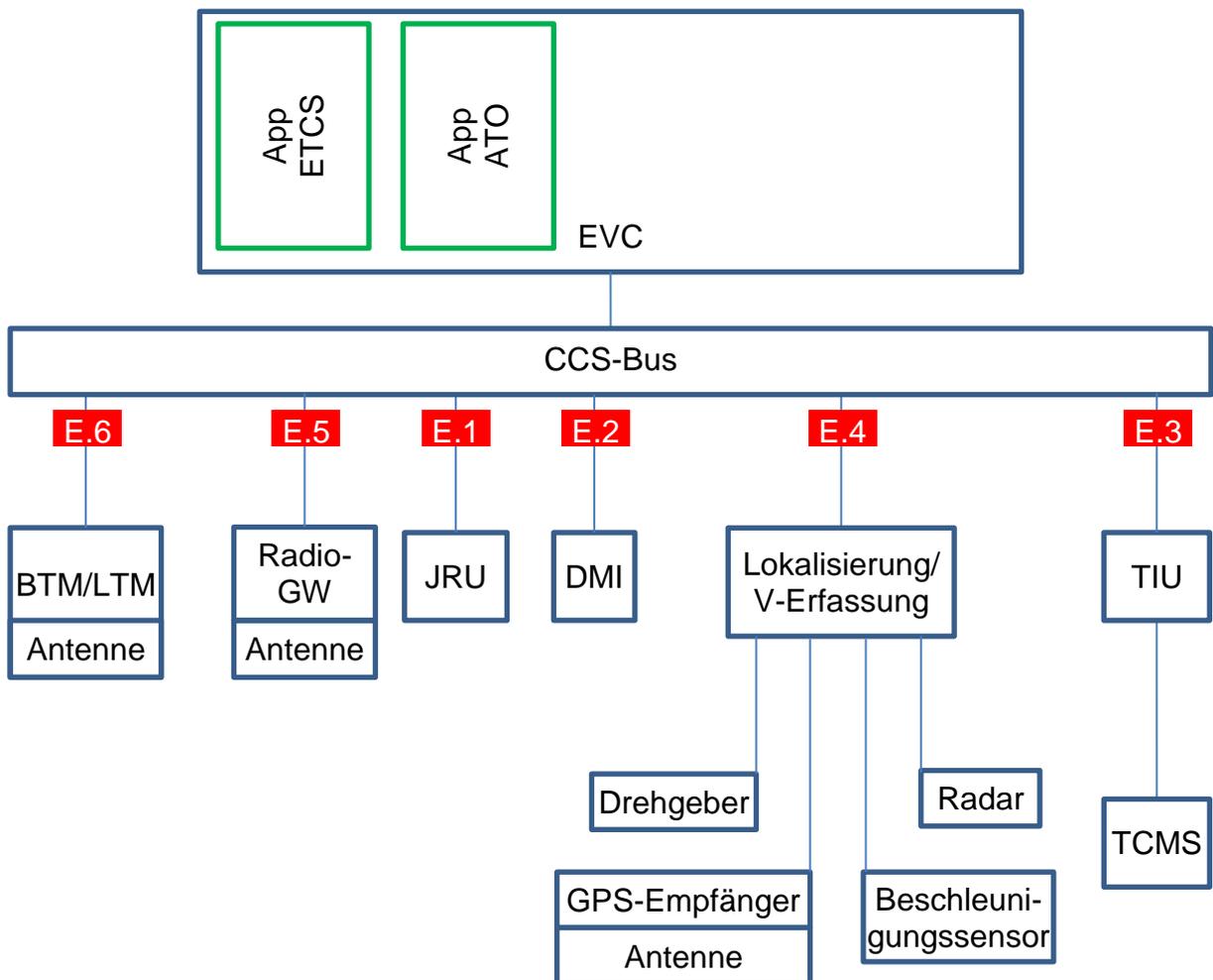


Abbildung 5-1 Variante E gemäss Systembeschreibung COAT [43]

5.1.2 Variante I

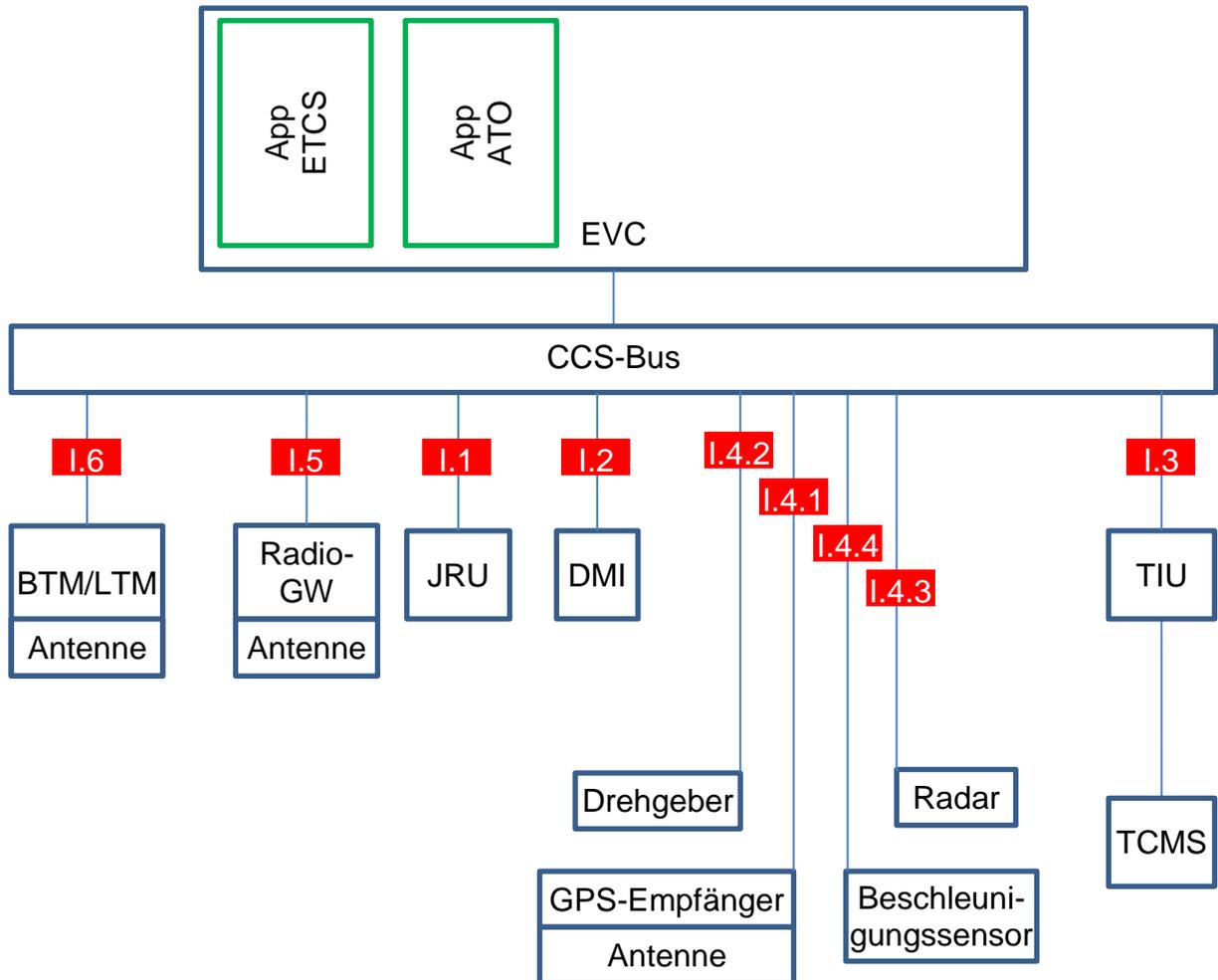


Abbildung 5-2: Variante I gemäss Systembeschreibung COAT [43]

5.2 Beurteilung der Schnittstellen

5.2.1 Beurteilungskriterien Schnittstellen

Folgende Beurteilungskriterien gelten pro Schnittstelle zwischen EVC und einem angeschlossenen Gerät oder Teilsystem, also z.B. zwischen EVC und Radio-GW. Die Schnittstellen zwischen den angeschlossenen Geräten und deren Sensoren (Antennen, Drehgeber etc.) werden in der Regel nicht näher untersucht.

<i>Art der Schnittstelle</i>	Welche Teilsysteme oder Geräte werden durch diese Schnittstelle verbunden?
<i>Wichtigste Daten</i>	Wichtigste Informationen, die über diese Schnittstelle übermittelt werden, pro Richtung.

<i>Normative Anforderungen</i>	Normierte Schnittstelle oder proprietäre Schnittstelle der Hersteller, de facto Normierung (übliche Praxis)
<i>Spezifikation</i>	Wie komplex ist die Spezifikation der Schnittstelle? Sind alle Informationen dazu verfügbar, oder sind herstellerspezifische Informationen erforderlich?
<i>Testbarkeit</i>	Wie kann die Schnittstelle getestet werden? Besten bereits Test Cases oder Testspezifikationen?
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Sicherheitsrelevanz, Anforderungen an die Sicherheitsintegrität der Datenübertragung. Woher stammen diese Anforderungen?
<i>Safety Layer</i>	Ist ein Safety Layer erforderlich? Gibt es dazu normierte Vorgaben?
<i>Implementierung</i>	Ist die physikalische Ausführung dieser Schnittstelle bereits vorgegeben? In einer FFFIS spezifiziert?
<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Welches sind die Auswirkungen des Ausfalls dieser Schnittstelle? Gibt es einen sicheren Zustand?
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Wie komplex ist voraussichtlich der Sicherheitsnachweis für diese Schnittstelle?
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Welche Auswirkungen haben Änderungen oder Erweiterungen dieser Schnittstelle? Sind diese möglich, oder entstehen dadurch Abweichungen von den geltenden Regeln (TSI, Subsets)?
<i>Abhängigkeiten</i>	Wie sind die Abhängigkeiten der Schnittstelle von anderen Schnittstellen, Geräten oder Spezifikationen?
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.2 Beurteilung der Schnittstellen Variante E

5.2.2.1 Schnittstelle E.1

<i>Art der Schnittstelle</i>	Schnittstelle zwischen EVC und JRU
<i>Wichtigste Daten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • alle Daten, die auf der JRU aufgezeichnet werden müssen. • in der umgekehrten Richtung können aufgezeichnete Daten abgefragt werden.
<i>Normative Anforderungen</i>	Subset-027 [28] definiert die Inhalte und Funktionen dieser Schnittstelle.
<i>Spezifikation</i>	Die Informationen sind im Subset 027 klar definiert. Die Schnittstelle ist inhaltlich nicht sehr komplex.
<i>Testbarkeit</i>	Weil die Schnittstelle nur funktional und inhaltlich, jedoch nicht als FFFIS definiert ist, müssten die entsprechenden Testtools für die spezifische Anwendung entwickelt werden. Die Spezifikation der Tests ist jedoch nicht sehr komplex.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Subset-027 definiert keine Sicherheitsanforderungen. Die Sicherheitsrelevanz der Schnittstelle und der Datenaufzeichnung in der JRU ist aus den analysierten Unterlagen nicht klar. Weil es sich nur um eine Aufzeichnung für eine allfällige Untersuchung eines Unfalls handelt, ist die Schnittstelle vermutlich nicht sicherheitsrelevant. Die Schnittstelle hat keinen Einfluss auf den Eintritt oder die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls. Es bestehen jedoch hohe Erwartungen an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, sowie an den Wahrheitsgehalt der Aufzeichnung.
<i>Safety Layer</i>	Subset-027 spezifiziert keinen Safety Layer.

<i>Implementierung</i>	Die technische Ausführung ist nicht definiert.
<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Der Ausfall der Schnittstelle führt zu keinem gefährlichen Zustand, jedoch allenfalls zu einem Datenverlust, weil Daten bei einem Zwischenfall oder Unfall nicht aufgezeichnet werden.
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Die Bedienung dieser Schnittstelle ist heute wohl Teil des Sicherheitsnachweises für den EVC. Es ist nicht klar, ob es für die JRU einen Sicherheitsnachweis gibt, da keine Sicherheitsanforderungen bekannt sind.
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Änderungen an Subset-027 würden auch Änderungen dieser Schnittstelle erfordern, also wenn z.B. zusätzliche Daten mit der JRU aufgezeichnet werden müssten. Umgekehrt ist nicht klar, ob Erweiterungen über die funktionalen Anforderungen von Subset-027 hinaus in Bezug auf die Konformität mit TSI zulässig wären. Vermutlich aber schon, solange alle Daten aufgezeichnet werden, die in Subset-027 vorgeschrieben sind.
<i>Abhängigkeiten</i>	Der wesentliche Datenfluss ist vom EVC zur JRU für die Aufzeichnung der Prozessdaten. Der Datenfluss in die umgekehrte Richtung betrifft die Quittierung der Befehle, die Übermittlung von Lebenszeichen und das Auslesen der in der JRU gespeicherten Daten.
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.2.2 Schnittstelle E.2

<i>Art der Schnittstelle</i>	Schnittstelle zwischen EVC und DMI
<i>Wichtigste Daten</i>	EVC --> DMI: Anzuzeigende Informationen am Bildschirm DMI --> EVC: Rückmeldungen und Eingaben des Lokführers
<i>Normative Anforderungen</i>	Subset-121 definiert diese Schnittstelle als FFFIS vollständig, sowohl die Inhalte, die Protokolle als auch den Safety Layer.
<i>Spezifikation</i>	Mit Subset-121 ist diese Spezifikation als Entwurf vorhanden. Das Subset definiert zwei mögliche Datenbusse: MVB oder ECN (Ethernet Consist Network), beides Bussysteme, welche in IEC 61375 normiert sind. Sollte ein anderer CCS-Bus zum Einsatz kommen, müsste hier eine Anpassung der Spezifikation erfolgen.
<i>Testbarkeit</i>	Aus der FFFIS (Subset-121) lässt sich eine Testspezifikation ableiten. Es ist nicht klar, ob ein weiteres Subset besteht, welches bereits die Test-Cases für die Prüfung der Konformität definiert, so wie dies bei anderen Interface-Spezifikationen z.T. der Fall ist.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Die Sicherheitsanforderungen sind implizit definiert, in dem ein dafür offenbar genügend starker Safety Layer vorgegeben ist.
<i>Safety Layer</i>	Ist für beide möglichen Bussysteme definiert.
<i>Implementierung</i>	Beide Seiten müssen den Safety Layer auf ihrer Seite implementieren. Die konkrete Ausführung ist durch Subset-121 als FFFIS weitgehend festgelegt.
<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Für den Ausfall der Verbindung sind sichere Zustände möglich. Bei Teilausfall ist auch ein reduzierter Betrieb denkbar.
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Der Sicherheitsnachweis für die Schnittstelle muss als Teil der Sicherheitsnachweise von EVC und DMI erbracht werden, sowie als Teil des Nachweises für COAT als integriertes System.

<i>Instandhaltbarkeit</i>	Weil Subset-121 eine FFFIS ist, sind Änderungen und Erweiterungen ohne Anpassung von Subset-121 nur sehr eingeschränkt möglich. Insbesondere sind zusätzliche Informationen, wie z.B. Anzeigen für ATO, die bisher noch nicht Teil von ETCS sind, über diese Schnittstelle gemäss Subset-121 nicht zulässig. Es ist jedoch möglich, über andere Schnittstellen solche Informationen direkt dem DMI zu übermitteln.
<i>Abhängigkeiten</i>	Subset-121 enthält auch zahlreiche Anforderungen an die beiden beteiligten Kommunikationspartner, also an den EVC und an das DMI.
<i>Bemerkungen</i>	Diese Schnittstelle entspricht am ehesten dem, was für die Zulassungsstrategie optimal wäre: <ul style="list-style-type: none"> - Schnittstelle voll definiert (FFFIS) - Sichere Kommunikation gewährleistet - Schnittstelle über normierten Datenbus (und nicht z.B. nur eine serielle Schnittstelle)

5.2.2.3 Schnittstelle E.3

<i>Art der Schnittstelle</i>	Interface zwischen EVC und TIU. Die TIU ist das Gerät, welche die als FFFIS in Subset-119 spezifizierte Schnittstelle mit dem Fahrzeug bedient.
<i>Wichtigste Daten</i>	Über diese Schnittstelle werden die ETCS-relevanten Daten zwischen EVC und dem Fahrzeug in beide Richtungen übermittelt.
<i>Normative Anforderungen</i>	Die Inhalte der zu übermittelnden Daten sind im Subset-034 spezifiziert. Subset-119 definiert die Schnittstelle als FFFIS. In der geplanten COAT-Architektur wird die TIU zwischen EVC und dem TCMS resp. dem Fahrzeug sozusagen als Übersetzer dazwischen geschaltet.
<i>Spezifikation</i>	Die zu übertragenden Inhalte sind im Subset-034 spezifiziert.
<i>Testbarkeit</i>	Die Tests für die Prüfung der Konformität dieser Schnittstelle sind nicht spezifiziert. Subset-034 enthält aber die Grundlagen, um diese Tests zu spezifizieren, zumindest was die Inhalte der zu übertragenden Daten betrifft.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Die Sicherheitsanforderungen sind in Subset-034 nicht spezifiziert. Sie müssen aus den Funktionen der Kommunikationspartner abgeleitet werden. In Subset-119 wird für die Sicherheitsanforderungen auf Subset-120 verwiesen. Daraus können vermutlich auch die Sicherheitsanforderungen an die Schnittstelle E.3 abgeleitet werden.
<i>Safety Layer</i>	Subset-119 definiert explizite Lösungen für die Sicherheit der Datenübertragung zwischen TIU und dem TCMS/Fahrzeug. Einige dieser Lösungen basieren auf konventionellen Steuerstromkreisen (Relais, Kontakte) auf Batteriespannungsniveau. Für den Teil der Informationen, die über einen Datenbus übertragen werden, definiert Subset-119 die Protokolle mit Safety Layer für MVB, CAN und ECN Bussysteme. Sollte ein anderer CCS-Bus zum Einsatz kommen, müsste hier eine Anpassung der Spezifikation erfolgen.
<i>Implementierung</i>	Die explizite Lösung gemäss Subset-119 kann für die Schnittstelle zwischen EVC und TIU nicht 1:1 übernommen werden, sofern die Schnittstelle E.3 vollständig durch einen normierten Datenbus, z.B. ECN oder MVB, realisiert werden soll. Subset-119 sieht für einen Teil der sicheren Datenübertragung eine konventionelle Steuerstromverdrahtung vor. Dies lässt sich nur zwischen TIU und Fahrzeug realisieren, nicht aber über einen Datenbus zwischen EVC und TIU.

<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Der Ausfall dieser Schnittstelle bedeutet den Totalverlust des ETCS und muss somit zu einem Halt des Zuges führen. Bei gewissen Teilausfällen der Schnittstelle zwischen TIU und TCMS könnte es möglich sein, mit reduzierter Funktionalität weiter zu fahren, allenfalls mit Einschränkungen.
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Für die Sicherheit der Schnittstelle E.3, also zwischen EVC und TIU, muss der Nachweis mit den Sicherheitsnachweisen der EVC, der TIU und des integrierten COAT erbracht werden.
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Es ist nicht klar, wieweit die Schnittstelle funktional erweitert werden kann, ohne die Konformität mit Subset-034 zu verlieren. Solche Erweiterungen sind insbesondere für zusätzliche Funktionen wie ATO, die über die ETCS-Funktionalität hinausgehen, erforderlich.
<i>Abhängigkeiten</i>	Von den Daten und Inhalten her muss die Schnittstelle E.3 auch sämtliche Informationen übermitteln können, die in Subset-119 definiert sind. In der vorliegenden Analyse wurde davon ausgegangen, dass Subset-119 (FFFIS) die funktionalen Anforderungen von Subset-034 (FIS) vollumfänglich erfüllt.
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.2.4 Schnittstelle E.4

<i>Art der Schnittstelle</i>	Schnittstelle zwischen dem EVC und dem Gerät, welches für die V-Messung, Odometrie und die Lokalisierung zuständig ist.
<i>Wichtigste Daten</i>	Das Gerät für V-Messung und Lokalisierung liefert dem EVC die Fahrzeuggeschwindigkeit, den zurückgelegten Weg, die genaue Position (entweder in Geo-Koordinaten oder eine gleisgenaue Position auf dem Schienennetz). In der anderen Richtung (EVC--> Lokalisierung, V-Messung) werden die Daten von den Balisen übertragen, damit die Wegmessung periodisch geeicht werden kann (falls dies mit der erweiterten Lokalisierung noch erforderlich ist).
<i>Normative Anforderungen</i>	Es existiert kein Subset, welches die Daten oder die ganze Schnittstelle definieren würde. Die Daten, welche für die ETCS-Funktionalität erforderlich sind, können aus dem Subset-026 und weiteren Subsets abgeleitet werden. Für die Odometrie besteht eine FFFIS [40], welche aber nicht den Status eines Subsets hat. Diese FFFIS deckt jedoch die für eine Lokalisierung erforderlichen Daten nicht ab.
<i>Spezifikation</i>	Die Schnittstelle ist zurzeit nicht definiert oder normiert. Sie ist aufgrund der vorhandenen Informationen jedoch weitgehend spezifizierbar.
<i>Testbarkeit</i>	Es bestehen keine definierten Test Cases für die Prüfung dieser Schnittstelle. Solche Test Cases müssen aus der noch zu erstellenden Anforderungsspezifikation abgeleitet werden.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Die Schnittstelle zur Odometrie gemäss FFFIS [40] umfasst auch einen Safety Layer. Dies zeigt, dass diese Schnittstelle sicherheitsrelevante Daten überträgt. Daher wird auch für E.4 ein Safety Layer erforderlich sein.
<i>Safety Layer</i>	Die Schnittstelle Odometrie gemäss FFFIS [40] definiert einen Safety Layer. Allerdings kann dieser Safety Layer für die Schnittstelle E.4 kaum ohne Weiteres übernommen werden, weil die Odometrie-Schnittstelle gemäss FFFIS eine serielle Verbindung über RS485 ist, und keine Datenbusanbindung. Zudem ist nicht klar, ob die Stärke des Safety Layers der Odometrie-Schnittstelle für den um die Lokalisierung erweiterten Umfang der Schnittstelle E.4 genügt.

<i>Implementierung</i>	Die Schnittstelle Odometrie gemäss FFFIS [40] lässt sich zwar direkt implementieren, sie erfüllt aber die zusätzlichen Anforderungen an die Lokalisierung nicht.
<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Ein Totalausfall der Schnittstelle führt auch zu einem Totalausfall von COAT. Der sichere Zustand müsste in dem Fall der Entzug der Movement Authority sein, um den Zug zum Stillstand zu bringen.
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Der Sicherheitsnachweis für die Schnittstelle E.4 muss durch die generischen Sicherheitsnachweise für den EVC und das Gerät zur V-Messung / Lokalisierung, sowie durch den COAT-Gesamtsicherheitsnachweis erbracht werden.
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Weil die Schnittstelle nicht durch Subsets bereits definiert ist, kann sie im jetzigen Zeitpunkt ohne Weiteres angepasst oder erweitert werden, so lange die für ETCS erforderlichen Daten an den EVC geliefert werden.
<i>Abhängigkeiten</i>	Die Spezifikation kann nicht vollständig aus den vorhandenen Subsets abgeleitet werden. Die zusätzlichen Funktionen und Informationen, die für die Lokalisierung erforderlich sind, müssen ebenfalls spezifiziert werden.
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.2.5 Schnittstelle E.5

<i>Art der Schnittstelle</i>	Schnittstelle zwischen EVC und dem Radio-Gateway.
<i>Wichtigste Daten</i>	Über diese Schnittstelle müssen die Daten, welche zwischen dem fahrzeugseitigen COAT und den streckenseitigen Sicherungsanlagen (insbesondere RBC) in beide Richtungen übertragen werden. Über diese Schnittstelle werden bei ETCS L2 die Movement Authorities übertragen.
<i>Normative Anforderungen</i>	Subset-037 [34] definiert die Schnittstelle zwischen der fahrzeugseitigen ETCS-Ausrüstung und den streckenseitigen Einrichtungen, die über Radio realisiert wird. Subset-026-7 und Subset-026-8 definieren die Applikationsdaten zwischen den strecken- und fahrzeugseitigen Ausrüstungen, welche über die Schnittstelle E.5 übertragen werden müssen.
<i>Spezifikation</i>	Diese Schnittstelle ist mit den vorhandenen Subsets nicht direkt spezifiziert, die zu übertragenden Inhalte sind aber daraus ableitbar. Allerdings ist die Spezifikation dieser Schnittstelle ziemlich komplex, weil darüber nicht nur wenige genau definierte Daten übertragen werden müssen, sondern weil über diese Schnittstelle zumindest teilweise auch der Verbindungsaufbau zwischen Fahrzeug und Strecke gesteuert und überwacht werden muss. Das heisst, dass auch Elemente und Anforderungen aus dem Subset-037 mit berücksichtigt werden müssen.
<i>Testbarkeit</i>	Die Testcases zur Prüfung und zum Nachweis der Konformität dieser Schnittstelle sind nicht definiert. Sie müssen aus der noch zu entwickelnden Anforderungsspezifikation abgeleitet werden. Subset-037 verweist zwar auf Subset-092 für die Prüfung und den Nachweis der Konformität, aber dies betrifft vor allem den Safety Layer der drahtlosen Übertragung.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Die über diese Schnittstelle zu übertragenden Daten sind hoch sicherheitsrelevant. Die genauen Anforderungen an die Sicherheit der Datenübertragung zwischen EVC und Radio-Gateway sind jedoch noch nicht spezifiziert, da auch die funktionalen und technischen Anforderungen an diese Schnittstelle erst noch spezifiziert werden müssen.

<i>Safety Layer</i>	Der in Subset-037 spezifizierte Safety Layer betrifft vor allem die drahtlose Übertragung zwischen Fahrzeug und streckenseitigen Einrichtungen. Dieser Safety Layer kann nicht unbesehen für eine drahtgebundene Schnittstelle E.5 übernommen werden. Es lassen sich aber aus dem Subset-037 gewisse Anforderungen an die sichere Datenübertragung über die Schnittstelle E.5 ableiten.
<i>Implementierung</i>	Die Implementierung gemäss Subset-037, Subset-026-7 und Subset-026-8 betrifft die Schnittstelle zwischen dem Radiogerät auf Seite Fahrzeug und dem streckenseitigen Radiogerät. Diese Implementierung ist nicht für die Schnittstelle E.5 anwendbar.
<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Der Ausfall der Verbindung zwischen Fahrzeug und Strecke führt nach 40s zu einer Zwangsbremung. Ohne diese Schnittstelle ist ETCS nicht funktionsfähig.
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Der Sicherheitsnachweis für die Schnittstelle E.5 muss durch die Sicherheitsnachweise für EVC und Radio-Gateway, sowie mit dem Gesamtsicherheitsnachweis für COAT (für die Integration) erbracht werden. Auch wenn die Schnittstelle E.5 komplex sein wird, wird sie bedeutend weniger komplex sein als die Radio-Schnittstelle gemäss Subset-037.
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Zurzeit ist die Schnittstelle noch nicht spezifiziert, daher sind Erweiterungen und Anpassungen möglich, solange die Anforderungen der TSI CCS und der anwendbaren Subsets eingehalten werden.
<i>Abhängigkeiten</i>	In der heutigen ETCS on-board Architektur ist die Radio-Unit sehr eng mit dem EVC verbunden oder sogar darin integriert. Damit besteht die Schnittstelle E.5 in der herkömmlichen Architektur gar nicht. Subset-037 definiert zwar primär die drahtlose Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Strecke, es enthält aber aufgrund der engen Verknüpfung mit dem EVC zahlreiche Anforderungen und Bedingungen an den EVC oder die Radio Unit.
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.2.6 Schnittstelle E.6

<i>Art der Schnittstelle</i>	Schnittstelle zwischen EVC und BTM/LTM, d.h. den beiden Modulen, welche über die Antennen mit den streckenseitigen Balisen (BTM) resp. den streckenseitigen Loops (LTM) kommunizieren.
<i>Wichtigste Daten</i>	Über diese Schnittstelle werden die Informationen von den streckenseitigen Einrichtungen (Euroloop und Eurobalise) übertragen. Bei ETCS L2 dienen die Balisen primär der periodischen Eichung der Weg- und Positionsmessung. Bei ETCS L1 werden über Balisen oder Loop die Signalbegriffe der optischen Signale übertragen.
<i>Normative Anforderungen</i>	Die Schnittstelle E.6 ist in keinem Subset normiert. Subset-036 spezifiziert primär die Luftschnittstelle zwischen Balise und fahrzeugseitiger Antenne, Subset-044 definiert analog die Luftschnittstelle zwischen Euroloop und der fahrzeugseitigen Antenne. Subset-026-7 und Subset-026-8 definieren die Applikationsdaten zwischen strecken- und fahrzeugseitigen Ausrüstung, welche über die Schnittstelle E.5 übertragen werden müssen.
<i>Spezifikation</i>	Die Informationen, die über die Schnittstelle E.6 übertragen werden, sind nicht sehr umfangreich. Die funktionale Spezifikation kann aus den TSI und den Subsets abgeleitet werden. Einige Informationen können auch aus den Subsets-036 und 044 bezogen werden. Die Komplexität dieser beiden Subsets betrifft vor allem die sichere drahtlose Datenübertragung zwischen Fahrzeug und Strecke. Die beiden Subsets definieren den Inhalt der über diese Schnittstellen zu übertragenden Daten nicht, nur die Protokolle und die Verschlüsselung.

<i>Testbarkeit</i>	Die in den beiden Subsets-044, 036, 026-7 und 026-8 referenzierten Subsets mit den Test Cases sind für die Schnittstelle E.5 nicht direkt anwendbar. Die Test Cases für die Prüfung der Schnittstelle E.5 können erst definiert werden, wenn die funktionalen Anforderungen und die zu übertragenden Inhalte definiert sind.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Die übertragenen Daten sind z.T. hoch sicherheitsrelevant. Daher auch die aufwändige Verschlüsselung für die drahtlose Übertragung. Die Sicherheitsanforderungen an die Übertragung der Dateninhalte sind nicht spezifiziert. Diese müssen aus den Sicherheitsanforderungen der Funktionen, welche EVC und BTM resp. LTM ausführen, abgeleitet werden.
<i>Safety Layer</i>	Subset-036 und Subset-044 definieren auch die Sicherheit für die Luftschnittstellen. Diese Anforderungen können aber für die Datenübertragung zwischen EVC und BTM resp. LTM nicht unesehen übernommen werden. Die Anforderungen sind unterschiedlich, weil die Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Balise resp. Loop als offenes Netz gilt, für welches auch Abwehrmassnahmen gegen Hacker getroffen werden müssen. Die Schnittstelle E.6 ist jedoch voraussichtlich ein leitungsgebundener Datenbus, also ein in sich geschlossenes Netz.
<i>Implementierung</i>	Die FFFIS für die Schnittstellen gemäss Subset-036 und Subset-044 sind nicht übertragbar auf die Schnittstelle E.5. Subset-026-7 und Subset-026-8 enthalten rein die Applikationsdaten über die Schnittstelle E.5. Alle anderen Layer sind nicht definiert.
<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Der Ausfall dieser Schnittstelle hat je nach Betriebsart unterschiedliche Auswirkungen. In ETCS L1 ist die Schnittstelle sowohl für das Lesen von Balisen als auch für den Empfang der Euroloop-Signale essentiell. Im Level 2 kommen Euroloops nicht vor. Auch das Lesen der Balisen dient nur der Kalibrierung der Wegmessung und ist daher in dieser Betriebsart nicht gleich zentral wie in L1.
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Der Sicherheitsnachweis für die Schnittstelle E.5 wird einerseits durch die Sicherheitsnachweise der generischen Plattformen für EVC und BTM/LTM erbracht, in einem zweiten Schritt bei der Integration in das COAT-Gesamtsystem mit dem Sicherheitsnachweis für das COAT-System.
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Da die Schnittstelle noch nicht vollständig definiert ist, kann sie soweit angepasst werden, als die Anforderungen der TSI CCS und der mandatory Subsets erfüllt werden.
<i>Abhängigkeiten</i>	Bei der Spezifikation der Schnittstelle E.5 müssen auch die Subsets-036 und 044 mit konsultiert werden, da sie implizite oder explizite Anforderungen enthalten könnten, welche auch E.5 betreffen.
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.3 Beurteilung der Schnittstellen Variante I

5.2.3.1 Schnittstelle I.1

Diese Schnittstelle ist identisch mit der Schnittstelle E.1 in Abschnitt 5.2.2.1. Die Beurteilung gilt unverändert für die Architektur Variante I.

5.2.3.2 Schnittstelle I.2

Diese Schnittstelle ist identisch mit der Schnittstelle E.2 in Abschnitt 5.2.2.2. Die Beurteilung gilt unverändert für die Architektur Variante I.

5.2.3.3 Schnittstelle I.3

Diese Schnittstelle ist identisch mit der Schnittstelle E.3 in Abschnitt 5.2.2.3. Die Beurteilung gilt unverändert für die Architektur Variante I.

5.2.3.4 Schnittstelle I.4.1

<i>Art der Schnittstelle</i>	Schnittstelle zwischen dem EVC und dem GPS-Empfänger
<i>Wichtigste Daten</i>	Der GPS-Empfänger liefert laufend die aktuelle Position des Fahrzeugs in Form von Geo-Koordinaten.
<i>Normative Anforderungen</i>	Es existiert kein Subset, welches die Daten oder die ganze Schnittstelle definieren würde. GPS-Daten sind nicht Teil der ETCS-Funktionalität gemäss TSI CCS [24].
<i>Spezifikation</i>	Die Schnittstelle ist zurzeit nicht definiert oder normiert. Sie ist aufgrund der vorhandenen Informationen jedoch spezifizierbar. Voraussetzung ist, dass Klarheit über die Verwendung der GPS-Daten für die zusätzlichen COAT-Funktionen geschaffen wird. Insbesondere ist zu klären, ob die GPS-Daten nur für zusätzliche Funktionen, insbesondere die Lokalisierung im Rahmen von L3 verwendet werden, oder ob die GPS-Daten als Ersatz für gewisse Odometrie-Daten der ETCS L2 Funktionen verwendet werden sollen.
<i>Testbarkeit</i>	Es bestehen keine definierten Test Cases für die Prüfung dieser Schnittstelle.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Allfällige Sicherheitsanforderungen ergeben sich aus der Risikoanalyse der geplanten zusätzlichen Funktionen von COAT, z.B. die sichere Lokalisierung.
<i>Safety Layer</i>	Die Notwendigkeit einer sicheren Datenübertragung und die erforderliche Stärke des Safety Layer hängen von den noch zu spezifizierenden Sicherheitsanforderungen ab.
<i>Implementierung</i>	Falls die generische Rechnerplattform für den zentralen COAT-Rechner (EVC) bereits über einen GPS-Empfänger verfügt, wäre es sinnvoll, diese Fähigkeit zu nutzen und auf einen vorgelagerten GPS-Empfänger mit Datenbus-Schnittstelle zu verzichten. Allerdings stellt sich dann auch die Frage der erforderlichen Sicherheit des GPS-Empfängers und der empfangenen Daten.
<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Ein Totalausfall der Schnittstelle führt zu einem Verlust der Geo-Daten. Die Auswirkungen hängen von der geplanten Verwendung dieser Daten ab.
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Bei Verwendung eines in die Rechnerplattform integrierten GPS-Empfängers müsste der Sicherheitsnachweis Teil des generischen Sicherheitsnachweises der Rechner-Plattform sein, sofern für den GPS-Empfänger und die empfangenen Daten eine bestimmte Sicherheitsintegrität überhaupt gewährleistet wird.
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Weil die Schnittstelle nicht durch Subsets definiert ist, kann sie im jetzigen Zeitpunkt ohne weiteres angepasst oder erweitert werden, dies allerdings im Rahmen der verfügbaren GPS-Funktionalität.
<i>Abhängigkeiten</i>	Die Spezifikation kann nicht aus den vorhandenen Subsets abgeleitet werden. Die zusätzlichen Funktionen und Informationen, die für die Lokalisierung erforderlich sind, müssen definiert werden, damit die Anforderungen an die GPS-Daten, insbesondere bezüglich Sicherheit, spezifiziert werden können.
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.3.5 Schnittstelle I.4.2

<i>Art der Schnittstelle</i>	Schnittstelle zwischen dem EVC und einem Drehgeber, welcher die Drehzahl und Drehrichtung einer Achse misst.
<i>Wichtigste Daten</i>	Über diese Schnittstelle werden die Daten eines Drehgebers übertragen. Der EVC soll aus diesen Daten und den Daten der weiteren angeschlossenen Sensoren die Fahrzeuggeschwindigkeit und den zurückgelegten Weg ermitteln. Für die Lokalisierung muss auch die genaue Position (entweder in Geo-Koordinaten oder eine gleisgenaue Position auf dem Schienennetz) bestimmt werden können.
<i>Normative Anforderungen</i>	Es existiert kein Subset, welches die Daten oder die Schnittstelle für einen einzelnen Drehgeber definieren würde. Die Daten, welche für die ETCS-Funktionalität erforderlich sind, können aus dem Subset-026 und weiteren Subsets abgeleitet werden. Für die Odometrie besteht eine FFFIS [40], welche aber nicht den Status eines Subsets hat. Diese FFFIS umfasst jedoch die Daten, welche eine Odometrie als vorgelagertes Subsystem aus mehreren angeschlossenen Gebern sicher ermitteln soll.
<i>Spezifikation</i>	Die Schnittstelle ist zurzeit nicht definiert oder normiert. Sie ist aufgrund der vorhandenen Informationen jedoch weitgehend spezifizierbar.
<i>Testbarkeit</i>	Es bestehen keine definierten Test Cases für die Prüfung dieser Schnittstelle.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Die Schnittstelle zur Odometrie gemäss FFFIS [40] umfasst auch einen Safety Layer. Dies zeigt, dass diese Schnittstelle sicherheitsrelevante Daten überträgt. Die Sicherheitsanforderungen an einen einzelnen Drehgeber sind jedoch nicht spezifiziert. Die Sicherheit der Odometrie als Ganzes wird durch die Verwendung und Auswertung mehrerer Sensoren erreicht. Diese Auswertung erfolgt in der vorliegenden Architektur-Variante I durch den EVC. Die Sicherheitsanforderungen an einen einzelnen Drehgeber müssen durch Auswirkungsanalysen ermittelt werden.
<i>Safety Layer</i>	Die Notwendigkeit einer sicheren Datenübertragung hängt von den Sicherheitsanforderungen ab, welche an den Drehgeber und dessen Signale gestellt werden. Obwohl die Daten der Odometrie hoch sicherheitsrelevant sind, ist es durchaus möglich, dass die Sicherheitsanforderungen an einen einzelnen Drehgeber wesentlich tiefer sind, weil die Sicherheit durch die Auswertung und Plausibilisierung mehrerer Wandlersignale im EVC erreicht werden kann.
<i>Implementierung</i>	Die Idee einer direkten Anbindung der Drehgeber an den zentralen Rechner wird durch moderne Drehgeber unterstützt, die bereits über eine normierte Bus-Schnittstelle verfügen, z.B. eine CAN-Bus oder MVB-Schnittstelle. Die Integration eines Safety Layer, falls sichere Datenübertragung erforderlich ist, dürfte jedoch schwierig sein, weil diese standardisierten Schnittstellen in der Regel nicht für kundenspezifische Erweiterungen (d.h. Einbindung eines Safety Layer) ausgelegt sind.
<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Ein Totalausfall dieser Schnittstelle führt zum Verlust der Messdaten eines Drehgebers. Mit den vorhandenen Redundanzen, d.h. den zusätzlichen Sensoren zur V-Erfassung, dürfte der Ausfall eines Wandlers nicht zum kompletten Verlust der ETCS-Funktionen führen, womöglich aber zu Einschränkungen (z.B. Reduktion der maximal zulässigen Geschwindigkeit).
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Der Sicherheitsnachweis für die Schnittstelle muss durch die generischen Sicherheitsnachweise für den EVC und die daran angeschlossenen Geräte, sowie durch den COAT-Gesamtsicherheitsnachweis erbracht werden.
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Weil die Schnittstelle nicht durch Subsets bereits definiert ist, kann sie im jetzigen Zeitpunkt ohne weiteres angepasst oder erweitert werden, so lange die für ETCS erforderlichen Daten an den EVC geliefert werden.

<i>Abhängigkeiten</i>	Die Spezifikation kann aus den vorhandenen Subsets abgeleitet werden, um mit dem Drehgeber zur Gesamtfunktionalität der Odometrie beizutragen. Die Anforderungen, die sich allenfalls zusätzlich aus den weiteren COAT-Funktionen (über ETCS hinaus) ergeben, müssen erst noch spezifiziert werden.
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.3.6 Schnittstelle I.4.3

<i>Art der Schnittstelle</i>	Schnittstelle zwischen dem EVC und einem Radar, welcher die Geschwindigkeit und Fahrtrichtung des Zuges misst.
<i>Wichtigste Daten</i>	Über diese Schnittstelle werden die Daten eines Dopplerradars übertragen. Der EVC soll aus diesen Daten und den Daten der weiteren angeschlossenen Sensoren die Fahrzeuggeschwindigkeit und den zurückgelegten Weg ermitteln. Für die Lokalisierung muss auch die genaue Position (entweder in Geo-Koordinaten oder eine gleisgenaue Position auf dem Schienennetz) bestimmt werden können. Im Unterschied zur Messung der Drehzahl durch einen Drehgeber kann der Radar die tatsächliche Geschwindigkeit, ohne Berücksichtigung des Raddurchmessers und des Schlupfes zwischen Rad und Schiene erfassen.
<i>Normative Anforderungen</i>	Es existiert kein Subset, welches die Daten oder die Schnittstelle für einen einzelnen Radar definieren würde. Die Daten, welche für die ETCS-Funktionalität erforderlich sind, können aus dem Subset-026 und weiteren Subsets abgeleitet werden. Für die Odometrie besteht eine FFFIS [40], welche aber nicht den Status eines Subsets hat. Diese FFFIS umfasst jedoch die Daten, welche eine Odometrie als vorgelagertes Subsystem aus mehreren angeschlossenen Gebern sicher ermitteln soll.
<i>Spezifikation</i>	Die Schnittstelle ist zurzeit nicht definiert oder normiert. Sie ist aufgrund der vorhandenen Informationen jedoch weitgehend spezifizierbar.
<i>Testbarkeit</i>	Es bestehen keine definierten Test Cases für die Prüfung dieser Schnittstelle.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Die Schnittstelle zur Odometrie gemäss FFFIS [40] umfasst auch einen Safety Layer. Dies zeigt, dass diese Schnittstelle sicherheitsrelevante Daten überträgt. Die Sicherheitsanforderungen an den Radar als einer von mehreren Sensoren sind jedoch nicht explizit spezifiziert. Die Sicherheit der Odometrie als Ganzes wird durch die Verwendung und Auswertung mehrerer Sensoren erreicht. Diese Auswertung erfolgt in der vorliegenden Architektur-Variante I durch den EVC. Die Sicherheitsanforderungen an den Radar müssen durch Auswirkungsanalysen ermittelt werden.
<i>Safety Layer</i>	Die Notwendigkeit einer sicheren Datenübertragung hängt von den Sicherheitsanforderungen ab, welche an den Radar und dessen Signale gestellt werden. Obwohl die Daten der Odometrie hoch sicherheitsrelevant sind, ist es durchaus möglich, dass die Sicherheitsanforderungen an einen einzelnen Sensor, also z.B. den Radar, wesentlich tiefer sind, weil die Sicherheit durch die Auswertung und Plausibilisierung mehrerer Wandlersignale im EVC erreicht werden kann.
<i>Implementierung</i>	Die technische Ausführung der Schnittstelle ist in den Subsets nicht festgelegt. Die direkte Anbindung des Radars an den zentralen Rechner macht nur dann Sinn, wenn das Radargerät dem EVC die ausgewertete Geschwindigkeit liefert. Es wäre nicht zweckmässig, über diese Schnittstelle Hochfrequenzsignale oder Rohdaten in grossen Mengen zu übertragen. Der Radar müsste über eine normierte Datenbusschnittstelle verfügen.

<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Ein Totalausfall dieser Schnittstelle führt zum Verlust der Messdaten des Radars. Mit den vorhandenen Redundanzen, d.h. den zusätzlichen Sensoren zur V-Erfassung, dürfte der Ausfall des Radars nicht zum kompletten Verlust der ETCS-Funktionen führen, womöglich aber zu Einschränkungen (z.B. Reduktion der maximal zulässigen Geschwindigkeit).
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Der Sicherheitsnachweis für die Schnittstelle muss durch die generischen Sicherheitsnachweise für den EVC und die daran angeschlossenen Geräte, sowie durch den COAT-Gesamtsicherheitsnachweis erbracht werden.
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Weil die Schnittstelle nicht durch Subsets bereits definiert ist, kann sie im jetzigen Zeitpunkt ohne Weiteres angepasst oder erweitert werden, so lange die für ETCS erforderlichen Daten an den EVC geliefert werden.
<i>Abhängigkeiten</i>	Die Spezifikation kann aus den vorhandenen Subsets abgeleitet werden, um mit dem Radar zur Gesamtfunktionalität der Odometrie beizutragen. Die Anforderungen, die sich allenfalls zusätzlich aus den weiteren COAT-Funktionen (über ETCS hinaus) ergeben, müssen erst noch spezifiziert werden.
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.3.7 Schnittstelle I.4.4

<i>Art der Schnittstelle</i>	Schnittstelle zwischen dem EVC und einem Sensor, welcher die Beschleunigung des Zuges misst.
<i>Wichtigste Daten</i>	Über diese Schnittstelle werden die Daten eines Accelerometers übertragen. Der EVC soll aus diesen Daten und den Daten der weiteren angeschlossenen Sensoren die Fahrzeuggeschwindigkeit und den zurückgelegten Weg ermitteln. Für die Lokalisierung muss auch die genaue Position (entweder in Geo-Koordinaten oder eine gleisgenaue Position auf dem Schienennetz) bestimmt werden können. Im Unterschied zur Messung der Drehzahl durch einen Drehgeber oder der Geschwindigkeit durch einen Radar kann der Beschleunigungssensor die tatsächliche Geschwindigkeit nur aus der Integration der gemessenen Beschleunigung und Verzögerung ermitteln.
<i>Normative Anforderungen</i>	Es existiert kein Subset, welches die Daten oder die Schnittstelle für den Beschleunigungsmesser definieren würde. Die Daten, welche für die ETCS-Funktionalität erforderlich sind, können aus dem Subset-026 und weiteren Subsets abgeleitet werden. Für die Odometrie besteht eine FFFIS [40], welche aber nicht den Status eines Subsets hat. Diese FFFIS umfasst jedoch die Daten, welche eine Odometrie als vorgelagertes Subsystem aus mehreren angeschlossenen Gebern sicher ermitteln soll. Der Beschleunigungssensor ist einer dieser Sensoren.
<i>Spezifikation</i>	Die Schnittstelle ist zurzeit nicht definiert oder normiert. Sie ist aufgrund der vorhandenen Informationen jedoch weitgehend spezifizierbar.
<i>Testbarkeit</i>	Es bestehen keine definierten Test Cases für die Prüfung dieser Schnittstelle.
<i>Sicherheitsanforderungen</i>	Die Schnittstelle zur Odometrie gemäss FFFIS [40] umfasst auch einen Safety Layer. Dies zeigt, dass diese Schnittstelle sicherheitsrelevante Daten überträgt. Die Sicherheitsanforderungen an den Beschleunigungssensor als einer von mehreren Sensoren sind jedoch nicht explizit spezifiziert. Die Sicherheit der Odometrie als Ganzes wird durch die Verwendung und Auswertung mehrerer Sensoren erreicht. Diese Auswertung erfolgt in der vorliegenden Architektur-Variante I durch den EVC. Die Sicherheitsanforderungen an den Beschleunigungssensor müssen durch Auswirkungsanalysen ermittelt werden.

<i>Safety Layer</i>	Die Notwendigkeit einer sicheren Datenübertragung hängt von den Sicherheitsanforderungen ab, welche an den Beschleunigungsmesser und dessen Signale gestellt werden. Obwohl die Daten der Odometrie hoch sicherheitsrelevant sind, ist es durchaus möglich, dass die Sicherheitsanforderungen an einen einzelnen Sensor, also z.B. den Beschleunigungssensor, wesentlich tiefer sind, weil die Sicherheit durch die Auswertung und Plausibilisierung mehrerer Wandlersignale im EVC erreicht werden kann.
<i>Implementierung</i>	Die technische Ausführung der Schnittstelle ist in den Subsets nicht festgelegt. Die direkte Anbindung des Beschleunigungssensors an den zentralen Rechner macht nur dann Sinn, wenn der Sensor dem EVC die entweder die ermittelte Beschleunigung (mit Richtung) oder die bereits daraus integrierte Geschwindigkeit liefert. Es wäre nicht zweckmässig, über diese Schnittstelle Rohdaten eines Accelerometers in grossen Mengen zu übertragen. Der Beschleunigungssensor müsste über eine normierte Datenbusschnittstelle verfügen.
<i>Verhalten im Fehlerfall</i>	Ein Totalausfall dieser Schnittstelle führt zum Verlust der Messdaten des Beschleunigungssensors. Mit den vorhandenen Redundanzen, d.h. den zusätzlichen Sensoren zur V-Erfassung, dürfte der Ausfall des Beschleunigungssensors nicht zum kompletten Verlust der ETCS-Funktionen führen, womöglich aber zu Einschränkungen (z.B. Reduktion der maximal zulässigen Geschwindigkeit).
<i>Sicherheitsnachweise</i>	Der Sicherheitsnachweis für die Schnittstelle muss durch die generischen Sicherheitsnachweise für den EVC und die daran angeschlossenen Geräte, sowie durch den COAT-Gesamtsicherheitsnachweis erbracht werden.
<i>Instandhaltbarkeit</i>	Weil die Schnittstelle nicht durch Subsets bereits definiert ist, kann sie im jetzigen Zeitpunkt ohne Weiteres angepasst oder erweitert werden, so lange die für ETCS erforderlichen Daten an den EVC geliefert werden.
<i>Abhängigkeiten</i>	Die Spezifikation kann aus den vorhandenen Subsets abgeleitet werden, um mit dem Beschleunigungssensor zur Gesamtfunktionalität der Odometrie beizutragen. Die Anforderungen, die sich allenfalls zusätzlich aus den weiteren COAT-Funktionen (über ETCS hinaus) ergeben, müssen erst noch spezifiziert werden.
<i>Bemerkungen</i>	

5.2.3.8 Schnittstelle I.5

Diese Schnittstelle ist identisch mit der Schnittstelle E.5 in Abschnitt 5.2.2.5. Die Beurteilung gilt unverändert für die Architektur Variante I.

5.2.3.9 Schnittstelle I.6

Diese Schnittstelle ist identisch mit der Schnittstelle E.6 in Abschnitt 5.2.2.6. Die Beurteilung gilt unverändert für die Architektur Variante I.

6 REFERENZEN

6.1 Gesetze, Richtlinien

- [1] EG 352/2009 CSM-RA: Verordnung über Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken
- [2] EU 2015/1136: Durchführungsverordnung zur Änderung der Durchführungsverordnung über die gemeinsame Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken
- [3] EBV 742.141.1: Verordnung über Bau und Betrieb von Eisenbahnen (Eisenbahnverordnung); Stand 15. Mai 2018
- [4] AB-EBV: Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung, Stand 1. Juli 2016
- [5] RL Zulassung Fz: Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge (Typenzulassung / Betriebsbewilligung), V2.3a de, 1. Juli 2018
- [6] RL NZB: Richtlinie zum Erlangen Netzzugangsbewilligung und Sicherheitsbescheinigung sowie Sicherheitsgenehmigung, 1. Januar 2018
- [7] RL UP-EB: Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen, V2.0 vom 16. Januar 2017
- [8] RL Nachweis SA: Richtlinie Nachweisführung Sicherungsanlagen, Version 3.0, 23.10.2015
- [9] RL TZL: Richtlinie Typenzulassung von Elementen der Eisenbahnanlagen, V2.0_d vom 1. September 2014
- [10] Guideline for CCS Authorisation on Rail Freight Corridors
- [11] RL IOP: IOP-Anforderungen an Strecken des Ergänzungsnetzes, V1.1 vom 1. Mai 2016
- [12] Systemführerschaft ETCS CH: Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken, V2.4.2 vom 12.06.2019
- [13] Systemführerschaft ETCS CH: Sicherheitsnachweiskonzept für die Erlangung einer Zulassung in der Schweiz, Version 2.0 vom 22.11.14
- [14] Systemführerschaft ETCS CH: Master-Testkonzept für die Erlangung einer ETCS Betriebsbewilligung, Version 1.5 vom 17.05.2016

6.2 Normen

- [15] EN 50126-1:2017: Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) - Teil 1: Generischer RAMS Prozess

- [16] EN 50126-2:2017: Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) - Teil 2: Systembezogene Sicherheitsmethodik
- [17] EN 50129:2018: Bahnanwendungen - Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme - Sicherheitsrelevante elektronische Systeme für Signaltechnik
- [18] EN 50128:2011: Bahnanwendungen - Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme - Software für Eisenbahnsteuerungs- und überwachungssysteme
- [19] EN 50657: 2017: Bahnanwendungen – Anwendungen für Schienenfahrzeuge – Software auf Schienenfahrzeugen
- [20] EN 50159:2010: Bahnanwendungen - Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme - Sicherheitsrelevante Kommunikation in Übertragungssystemen
- [21] EN 50155:2007: Bahnanwendungen – Elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen
- [22] EN 50121-3-2:2016/A1:2019: Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 3-2: Bahnfahrzeuge – Geräte
- [23] EN 50125-1:2014: Bahnanwendungen – Umweltbedingungen für Betriebsmittel – Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen

6.3 Technische Spezifikationen

- [24] TSI CCS:2016: Technische Spezifikation für Interoperabilität des Teilsystems "Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung"
- [25] NNTV CCS: Notifizierte Nationale Vorschriften; gültig seit Juli 2016
- [26] TSI LOC & PAS:2019: Technische Spezifikation für Interoperabilität des Teilsystems "Fahrzeuge - Lokomotiven und Personenwagen"
- [27] NNTV LOC & PAS: Notifizierte Nationale Technische Vorschriften; gültig seit Juni 2015 resp. Juli 2016.
- [28] ERTMS/ETCS Subset-026-7: System Requirements Specification, Chapter 7, ERTMS/ETCS language, Version 3.6.0
- [29] ERTMS/ETCS Subset-026-8: System Requirements Specification, Chapter 8, Messages, Version 3.6.0
- [30] ERTMS/ETCS Subset-027: FIS Juridical Recording, Version 3.3.0
- [31] ERTMS/ETCS Subset-034: FIS Train Interface, Version 3.2.0
- [32] ERTMS/ETCS Subset-035: FFSIS Specific Transmission Module, Version 3.2.0
- [33] ERTMS/ETCS Subset-036: FFFIS for Eurobalise, Version 3.1.0

- [34] ERTMS/ETCS Subset-037: FIS EuroRadio, Version 3.2.0
- [35] ERTMS/ETCS Subset-044: FFFIS for Euroloop, Version 2.4.0
- [36] ERTMS/ETCS Subset-056: STM FFFIS Safe Time Layer, Version 3.0.0
- [37] ERTMS/ETCS Subset-057: STM FFFIS Safe Link Layer, Version 3.1.0
- [38] ERTMS/ETCS Subset-058: FFFIS STM Application Layer, Version 3.2.0
- [39] ERTMS/ETCS Subset-121: FFFIS DMI-EVC Interface, Version 0.3.0
- [40] ERTMS Users Group: EEIG 97E2675B: FFFIS Odometer, Version 5, 31.7.1998
- [41] ERTMS/ETCS UNIT, ERA/ERTMS/033281: Interfaces between Control-Command and Signalling trackside and other subsystems, 3.0
- [42] ERTMS/ETCS Subset-119: FFFIS Train Interface, Version 0.1.13

6.4 Input-Dokumente

- [43] ECH-429.03-003: Systembeschreibung COAT, Version 1.0

6.5 Literatur

- [44] European Railway Agency – Feasibility Study Odometry and DMI Interface V 1.6 07/06/2013