

# Geschäftseinheit Sicherungsanlagen und Zugbeeinflussung Systemführer ETCS CH **Anforderungen an die Parametrisie- rung und Validierung der Brems- kurven für ETCS Level 2** Version V1.0

Datum: 22.06.2016

	Erstellt	Q-geprüft	S-geprüft	Freigegeben
Datum Visum	22.06.2016 	22.06.2016 	22.6.16 	22.6.2016 
Name	Martin Locher	Alfred Essig	Melchior Kehrli	Frank Pulfer
Stelle / Funktion	System Engineer	Q-Manager	Safety Manager Systemführer ETCS CH	Systemführer ETCS CH

## Dokumenten-Kontrollblatt

Inhalt	Anforderungen an die Parametrisierung und Validierung der Bremskurven für ETCS Level 2
Ersteller	Martin Locher, I-AT-SAZ
Wordprozessor	Microsoft Word 2010
Filename	16_RAM_S_Req_TRB_Bremskurven_v10.docx
Status des Dokuments	In Bearbeitung / in Review / <b><u>Freigegeben</u></b>
Verteiler	Gemäss Verteiler BAV und auf BAV-Homepage
Gelenktes Dokument	Nein
Dokumenteigner	Systemführer ETCS CH
Gültigkeitsdauer	Bis zur Veröffentlichung einer aktualisierten Version durch den Systemführer ETCS CH.
Periodische Überwachung	Keine, jedoch Aktualitätsprüfung nach spätestens 5 Jahren.
Aufbewahrung	Elektronische Ablage und Aufbewahrung. Gültigkeit des Dokuments bis zur nächsten Revision oder bis zur Ausserkraftsetzung. Bei Ablösung des Dokuments oder Ausserkraftsetzung erfolgt Archivierung > 5 Jahre.
Hinweis	Bei Verwendung eines Dokumentenausdrucks und/oder einer Papiervariante ist der Benutzer verpflichtet, vor Verwendung dessen Aktualität zu prüfen.

### Urheberrecht (Schutzvermerk ISO 16016)

Das Urheberrecht für das durch das BAV veröffentlichte Dokument des Systemführers ETCS CH ist so zu verstehen, dass die Weitergabe, die Vervielfältigung etc. ausdrücklich gestattet sind.

## Änderungsnachweise

Version	Datum	Ersteller	Änderungshinweise
X0.1	20.04.2016	M. Locher	Dokument erstellt basierend auf dem bisher gültigen Systemführer-Dokument „Sicherheitsanforderungen an Fahrzeuge im Zusammenhang mit ERTMS in der Schweiz“, Version 2.6 vom 31.03.2014 (08_RAM_S_Req_TRB_v26). Die Anforderungen 5.1.1.2, 5.1.1.3, 5.1.1.4, 5.1.1.6, 6.3.1.1, 13.1.1.3 und die Anhänge A und C wurden übernommen und bereinigt.
V1.0	22.06.2016	M. Locher	Einarbeitung der Reviewkommentare, Freigabe

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Anforderungen</b>	<b>11</b>
<b>A</b>	<b>Anhang: Fahrzeugparametrisierung</b>	<b>15</b>
<b>B</b>	<b>Anhang: Validierung ETCS-Bremskurven</b>	<b>20</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ebenenmodell des Brems- und Bremsüberwachungsverhaltens ETCS	21
---	----

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der Werte für die Verzögerung der Emergency Brake	15
Tabelle 2: Bremsaufbauzeit für die Emergency Brake bei der R-/P- und G-Bremse	16
Tabelle 3: Zusammenstellung der Werte für die Verzögerung der Service Brake	17
Tabelle 4: Bremsaufbauzeit für die Service Brake bei der R-/P- und G-Bremse	18

## Abkürzungen

BAV	Bundesamt für Verkehr
BLS	Lötschbergbahn AG
DMI	Driver Machine Interface
EB	Emergency Brake (Zwangsbremse)
EBD	Emergency Brake Deceleration Curve
EBI	Emergency Brake Intervention Curve (Interventions- bzw. Eingriffskurve der Zwangsbremse)
ep-Bremse	Elektropneumatische Bremse
ERA	European Railway Agency
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
ETM	Eurobalise Transmission Module
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmung
EVC	European vital computer

FDV	Schweizerische Fahrdienstvorschriften
G-Bremse	Güterzugsbremse
GSM-R	Global System for Mobile communications – Railway
LZB	Linienzugbeeinflussung, deutsches Zugbeeinflussungssystem
MA	Movement Authority (Fahrerlaubnis)
P-Bremse	Personenzugsbremse
R-Bremse	Rapid Bremse
SB	Service Brake (Systembremsung)
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SBI	Service Brake Intervention Curve (Interventions- bzw. Eingriffskurve der Systembremsung)
SIGNUM	Schweizerische Zugbeeinflussungssysteme mit Übertragung von Warnung und Halt
SIOP	Sicherheitsorientierte Prüfung
SRS	System Requirements Specification (Subset-026)
TSI	Technical Specifications for Interoperability
TVM	Französisches Zugbeeinflussungssystem
UIC	Internationaler Eisenbahnverband
UNISIG	Union der europäischen Lieferanten von Signalanlagen
v	Geschwindigkeit [km/h]
ZUB	Kurzbezeichnung der Zugbeeinflussungssysteme mit der Produktbezeichnung „ZUB 121“ (plus „Rucksack“ ETM) bzw. „ZUB 262ct“

## Begriffe

Begriff	Erläuterung
Betriebs- bremsung	Die Betriebsbremsung wird mit einer Druckverminderung in der Hauptleitung von max. 1 bar zum Anhalten der Züge und für Geschwindigkeitsreduktionen angewendet.
Emergency Brake	Eine Emergency Brake (EB) ist eine vom ETCS System ausgelöste Bremsung, welche zu einer Zwangsbremsung führt.
ETCS-Fahr- zeugausrüstung	Spezifische fahrzeugseitige Einrichtungen für die Führerstandssignalisierung wie Fahrzeugrechner, DMI, Datenfunkanlage und Balisenantenne
Fahrzeug- ausrüstung	Sämtliche auf dem Fahrzeug vorhandenen Einrichtungen, die für die korrekte Funktion des Fahrzeuges notwendig sind.
Fahrzeug	In diesem Dokumentes ist ein Fahrzeug mit oder ohne Antriebseinrichtung so- wie mit oder ohne Führerstand gemeint.
G-Bremse	Die Güterzugsbremse ist eine langsam wirkende Bremse. Die Bremszylinder- füllzeit beträgt 18-35 Sekunden und die Lösezeit 45-60 Sekunden (Auszug aus FDV 300.14-Bremsen, Beilage 1, [4]).
P-Bremse	Die P-Bremse ist eine rasch wirkende Bremse. Sie wird für leichte bis mittel- schwere Züge verwendet. Die Bremszylinderfüllzeit beträgt ca. 3 bis 5 Sekun- den und die Lösezeit ca. 10 bis 20 Sekunden. Diese kurzen Druckentwick- lungszeiten setzen voraus, dass alle Bremsen des Wagenmaterials gleichmäs- sig wirken und die Fahrzeuge straff gekuppelt sind. Die kurzen Bremszylinder- füll- und Lösezeiten werden dadurch erreicht, dass die Luftdurchgänge in den Steuerventilen weniger gedrosselt werden (FDV 300.14-Bremsen, Beilage 1, [4]).
Projektierung	Bezeichnet alle Aktivitäten, die notwendig sind, damit für die vom Lieferanten der ETCS-Fahrzeugausrüstung vorgegebenen Parameter die korrekten Werte hinterlegt werden. Für den Begriff „Projektierung“ werden auch die Begriffe „Data Preparation“ oder „Parametrisierung“ verwendet.

Begriff	Erläuterung
R-Bremse	Die R-Bremse ist grundsätzlich als P-Bremse zu betrachten. Bei Zügen mit höheren Geschwindigkeiten bis zu 160 km/h können die nötigen Bremswege nur eingehalten werden, wenn die Bremsen der Fahrzeuge, welche mit Bremsklötzen aus Grauguss ausgerüstet sind, im oberen Geschwindigkeitsbereich verstärkt wirken. Dadurch wird erreicht, dass die Bremskräfte aufgrund des sich verändernden Reibungswertes möglichst gleich bleiben. Zu diesem Zweck wird der Bremsklotzdruck bei Geschwindigkeiten über einen bestimmten Wert (z.B. 80 km/h) erhöht. Bei Abnahme der Geschwindigkeit unter einen bestimmten Wert (z.B. 50 km/h) wird der Bremsklotzdruck wieder auf den normalen Wert reduziert, damit wird auch ein Blockieren der Räder vermieden (Auszug aus FDV 300.14-Bremsen, Beilage 1, [4]).
RADN	Dokument der Infrastrukturbetreiber (SBB, BLS und SOB), enthält die Streckentabellen, die dem Lokführer die Höchstgeschwindigkeiten der konventionell signalisierte Strecken (= ohne Führerstandssignalisierung) in Abhängigkeit der Zugreihe und der Bremsprozent angibt.
SBB-Infrastruktur	Sämtliche Strecken des Schweizerischen Normalspurnetzes, die im Eigentum der Schweizerischen Bundesbahnen stehen oder von diesen betrieben werden.
Schnellbremsung	Eine Schnellbremsung liegt vor, wenn die Hauptleitung mit dem Führerbremsventil über einen grossen Auslassquerschnitt vollständig entleert wird
Steuerwagen	Wagen mit eingebautem Führerstand, von welchem aus die Fernsteuerung von Triebfahrzeuge möglich ist oder Triebfahrzeuge, die auf Betriebsart "Steuerwagen" geschaltet sind.
Service Brake / Systembremsung	Eine Systembremsung oder Service Brake (SB) liegt vor, wenn auf Strecken mit Führerstandssignalisierung durch den Fahrzeugrechner eine automatische Vollbremsung eingeleitet wird. Hinweis: Dies entspricht der Definition gemäss TSI. Im Widerspruch dazu liegt gemäss FDV-Definition auch dann eine Systembremsung vor, wenn nur eine automatische Betriebsbremsung eingeleitet wird.
Systemführer ETCS CH	Vom BAV eingesetzte Instanz zur Abstimmung und Durchsetzung der Interoperabilität von ETCS in der Schweiz und Abstimmung der Interoperabilität der ETCS-Anwendungen zwischen der Schweiz und der EU (EG).

<b>Begriff</b>	<b>Erläuterung</b>
Triebfahrzeug	Als Triebfahrzeug bezeichnet man ein angetriebenes Eisenbahnfahrzeug, das zur Zugförderung dient. Im Sinne dieses Dokumentes gehören auch Dienstfahrzeuge und Baumaschinen dazu. Unter diesem Begriff sind die Steuerwagen subsumiert, wenn die Anforderung dies zulässt.
Triebzug	Ist eine Fahrzeuggruppe, zusammengestellt aus Triebwagen, Triebköpfen, Mittel- und Steuerwagen, mit einheitlichem Wagenmaterial und einheitlichen Eigenschaften, die im Betrieb normalerweise nicht getrennt werden. Der Triebzug unterscheidet sich vom Pendelzug dadurch, dass die Mittelwagen nicht als normale Reisezugwagen verwendet werden können.
Vollbremsung	Eine Vollbremsung liegt vor, wenn der Druck in der Hauptleitung um 1.5 bar vermindert wird. Dadurch werden der grösste mögliche Bremszylinderdruck und somit auch die grösste Bremskraft der automatischen Bremse erreicht.
Wagen	Anhängefahrzeug mit normaler Zug- und Stossvorrichtung oder mit automatischer Kupplung (FDV 300.1-Allgemeines, [4])
Zug	Einzelne oder zusammengekuppelte Triebfahrzeuge mit oder ohne Wagen, die auf die Strecke übergehen, und zwar vom Zeitpunkt ihrer Übernahme durch das Fahrpersonal auf dem Abfahrgleis des Ausgangsortes bis zu ihrer Ankunft auf dem Ankunftsgleis des Bestimmungsortes, ausgenommen während Rangierbewegungen (FDV 300.1-Allgemeines, [4]).
Zugbeeinflussungssystem	Einrichtung, welche auf Grund von Signalbegriffen und/oder Zustandsmeldungen der Sicherungsanlage unabhängig vom Lokführer im Sinne der Überwachung auf die Fahrt einwirkt (FDV 300.1-Allgemeines, [4]).
Zwangs-bremsung	Eine Zwangsbremsung liegt vor, wenn durch eine Sicherheitseinrichtung oder auf Strecken mit Führerstandssignalisierung durch den Fahrzeugrechner die Hauptleitung entleert wird.



## Referenzen

Dieses Dokument wurde auf Grund der unten angeführten Versionen referenzierter Dokumente erstellt.

In der Anwendung ist, sofern nicht ausdrücklich anders verlangt, die jeweils aktuelle Version der referenzierten Dokumente zu verwenden.

### UNISIG:

Abrufbar unter: <http://www.era.europa.eu>

- [1] **Subset-026**, System Requirement Specification, Version 2.3.0, UNISIG, 24. Februar 2006
- [2] **Subset-108**, Interoperability-related consolidation on TSI annex A documents, Version 1.2.0, ERA, 17. Januar 2008

### UIC-Dokumente:

- [3] **Bremse – Bremsleistung**, UIC-Kodex 544-1, 5. Ausgabe, International Union of Railways (UIC), Juni 2013

### Schweizerische Dokumente:

- [4] **Schweizerische Eisenbahnen, Schweizerische Fahrdienstvorschriften FDV**, (R 300.1-15), Bundesamt für Verkehr BAV, Systematische Rechtssammlung SR 742.173.001, 1. Juli 2016

### Systemführer ETCS CH:

- [5] **Sicherheitsnachweiskonzept für die Erlangung einer ETCS-Zulassung in der Schweiz**, (Fahrzeuge und Infrastruktur-Anlagen), Version V2.02, SBB I-AT-ZBF, Dokumentenname 14\_SF\_ETCS\_CH\_RAMSiNa\_Konzept\_V202, 22. November 2014
- [6] **Definition der Bremskurven für ETCS-Fahrzeugausrüstungen Bremskurven Typ 2**, Version V 1.0, I-AT-ZBF, SBB, Dokumentenname 09\_SM\_RAMSiNa\_BRKT2\_V10, 8. Juli 2009

### Dokumente SBB, BLS, Südostbahn:

- [7] **Streckentabellen**, RADN, I-AT-FBI. SBB, R I-30131, fortlaufende Version

### Dokumente VöV:

- [8] **Tabellen für Vorsignaldistanzen**, VT 2014, Normalspur, Verband öffentlicher Verkehr, Regelwerk Technik Eisenbahn R RTE 29100, 1. November 2014

# 1 Einleitung

- 1.1.1.1 Das vorliegende Dokument enthält die Anforderungen an die Parametrisierung und Validierung der Bremskurven für ETCS Level 2 in der Schweiz. Es wird mittels „Notifizierter nationaler technischer Vorschrift“ (NNTV) CH-TSI CCS-007 gefordert.
- 1.1.1.2 Das vorliegende Dokument ist aus dem früheren Systemführer-Dokument „Sicherheitsanforderungen an Fahrzeuge im Zusammenhang mit ERTMS in der Schweiz“, Version 2.6 vom 31.03.2014 (08\_RAM\_S\_Req\_TRB\_v26) erstellt worden. Die Anforderungen 5.1.1.2, 5.1.1.3, 5.1.1.4, 5.1.1.6, 6.3.1.1, 13.1.1.3 und die Anhänge A und C wurden übernommen und bereinigt. Zur besseren Nachvollziehbarkeit sind die früheren Anforderungsnummern jeweils in Klammern festgehalten worden.

## 2 Anforderungen

<b>Nummer</b>	2.1.1.1 (früher 5.1.1.2)
<b>Titel</b>	Parametrisierung der Verzögerung und Aufbauzeit der Interventionskurve der Zwangsbremmung (EBI)
<b>Anforderung</b>	<p>Die Fahrzeugparametrisierung für die Verzögerung und Aufbauzeit der Interventionskurve der Zwangsbremmung (EBI) muss die Vorgaben im Kapitel A.1 dieses Dokumentes erfüllen.</p> <p>Weichen Werte von den Vorgaben ab, müssen diese mit dem Systemführer ETCS CH und der Infrastrukturunternehmung der zu befahrenen Strecke abgestimmt und zur Genehmigung vorgelegt werden. Die Genehmigung, resp. die Vereinbarung, ist im fahrzeugspezifischen Sicherheitsnachweis II (gemäss dem Dokument „Aufbau der Sicherheitsnachweise nach IOP-Konzeption im Zusammenhang mit dem Netzzugang“ [5]) zu referenzieren.</p>
<b>Begründung/ Erklärung</b>	<p>(1) Der Fahrzeughalter muss im Rahmen der Nachweisführung die Sicherheit der Bremskurven nachweisen.</p> <p>(2) Der Infrastrukturbetreiber prüft die Projektierung bezüglich eines eventuellen Einflusses von nicht sicherheitsrelevanten Parameterwerten auf Kapazitätseinschränkungen und Verfügbarkeit (Beispiel: Extrem flache Bremskurven sind sicher, haben aber einen enormen Einfluss auf die Kapazität bzw. die Verfügbarkeit).</p> <p>(3) Eine zu flache Bremskurve kann in manchen Fällen auch einen Safety-Impact haben. Das DMI sollte sich nicht ohne ersichtlichen Grund für den Lokführer einfach gelb oder rot verfärben. In manchen Fällen könnte sogar eine unerwartete Bremsung ausgelöst werden.</p>

<b>Nummer</b>	2.1.1.2 (früher 5.1.1.3)
<b>Titel</b>	Parametrisierung der Verzögerung und Aufbauzeit der Interventionskurve der Systembremmung (SBI)
<b>Anforderung</b>	Die Fahrzeugparametrisierung für die Verzögerung und Aufbauzeit der Systembremmung (SBI) sollte die Vorgaben im Kapitel A.2 dieses Dokumentes erfüllen.

<b>Begründung/ Erklärung</b>	-
----------------------------------	---

<b>Nummer</b>	2.1.1.3 (früher 5.1.1.4)
<b>Titel</b>	Parametrisierung der Bremskurven für Züge mit Höchstgeschwindigkeit > 200 km/h
<b>Anforderung</b>	Wenn die Höchstgeschwindigkeit des Zuges > 200 km/h ist, so ist der Systemführer ETCS CH für die Festlegung der zu hinterlegenden Werte für das Bremsmodell beizuziehen.
<b>Begründung/ Erklärung</b>	-

<b>Nummer</b>	2.1.1.4 (früher 5.1.1.6)
<b>Titel</b>	Sicherheitsreserve Bremskurve, Anforderungen an die Ausgestaltung der im ETCS-System zu hinterlegenden Bremskurven, anrechenbare Bremsleistung
<b>Anforderung</b>	<p>Die Bremskurven müssen so ausgelegt sein, dass höchstens die folgenden Anteile der theoretisch ermittelten Bremsleistung angerechnet werden:</p> <p>(1) Für alle Fahrzeuge: max. 70 % der sicheren Bremsmittel für eine durch den Lokführer eingeleitete Betriebsbremsung beim Erreichen des Indikationspunktes (IP) resp. bei Gelbverfärbung des Geschwindigkeitsbogens. Als sicheres Bremsmittel gilt die automatische Druckluftbremse und andere Bremsen, für die ein Sicherheitsnachweis die erforderliche Sicherheit nachweist. Fehlt die Streckenvoraussicht auf dem DMI des führenden Fahrzeuges, dürfen nur 60 % der ermittelten Bremsleistung angerechnet werden. Wird die Anforderung 2.1.1.6 nicht eingehalten, so ist die Anzeige des DMI als DMI ohne Streckenvoraussicht zu betrachten.</p> <p>(2) Fahrzeuge mit <math>v_{\max}</math> bis 160 km/h: max. 87 % der sicheren Bremsmittel für eine durch das System ausgelöste Zwangsbremsung (Emergency Brake). Als sicheres Bremsmittel gilt die automatische Druckluftbremse und andere Bremsen, für die ein Sicherheitsnachweis die erforderliche Sicherheit nachweist. Falls die Anforderung</p>

	<p>rung 2.1.1.1 erfüllt ist, darf davon ausgegangen werden, dass die geforderte Sicherheitsmarge, welche sich aus dem Wert 87 % ableiten lässt, in der Parametrisierung der EBI enthalten ist.</p> <p>(3) Fahrzeuge mit <math>v_{\max}</math> bis 200 km/h: max. 84 % der sicheren Bremsmittel für eine durch das System ausgelöste Zwangsbremung (Emergency Brake). Als sicheres Bremsmittel gilt die automatische Druckluftbremse und andere Bremsen, für die ein Sicherheitsnachweis die erforderliche Sicherheit nachweist oder eine Kombination von sicheren und im Einzelnen nicht sicheren Bremsen, wenn ein Sicherheitsnachweis insgesamt die erforderliche Sicherheit nachweist und mindestens ein Fahrzeug im hintersten Drittel des Zuges über eine wirksame ep-Bremse verfügt. Falls die Anforderung 2.1.1.1 erfüllt ist, darf davon ausgegangen werden, dass die geforderte Sicherheitsmarge, welche sich aus dem Wert 84 % ableiten lässt, in der Parametrisierung der EBI enthalten ist.</p> <p>(4) Fahrzeuge mit <math>v_{\max}</math> bis 250 km/h: max. 75 % der sicheren Bremsmittel für eine durch das System ausgelöste Zwangsbremung (Emergency Brake). Es dürfen nur die Bremsen berücksichtigt werden, die in der Auflage an Fahrzeuge für Geschwindigkeiten ab 200 km/h explizit aufgeführt sind. Rechnerisch ergibt dies den Wert 83 %. Da jedoch Erfahrungswerte fehlen und das potentielle Ausmass in diesem Geschwindigkeitsbereich sehr hoch ist, wird der Wert auf 75 % abgerundet.</p> <p>Für Fahrzeuge welche ausschliesslich auf Strecken mit <math>v_{\max} &lt; 160</math> km/h verkehren, können diese Parameter in Abstimmung mit der Infrastruktur angepasst werden, wenn eine ausreichende Sicherheit nachgewiesen werden kann.</p>
<b>Begründung/ Erklärung</b>	Diese Anforderungen resultieren aus Risikoanalysen.

<b>Anforderung</b>	2.1.1.5 (früher 6.3.1.1)
<b>Titel</b>	Validierung der ETCS-Bremskurven
<b>Beschreibung</b>	Die ETCS-Bremskurven (Ebene 2 gemäss Anhang B, Abbildung 1) müssen für jede Konfiguration Fahrzeug-Typ – EVC-Typ gemäss Anhang B.2.8 validiert werden.

<b>Begründung/ Erklärung</b>	-
----------------------------------	---

<b>Anforderung</b>	2.1.1.6 (früher 13.1.1.3)
<b>Titel</b>	Anzeige der Streckenvoraussicht
<b>Beschreibung</b>	<p>Ist die Streckenvoraussicht ausblendbar, muss die Ausblendung bei einer Geschwindigkeit von grösser 0 km/h zeitlich auf max. 20 s begrenzt werden.</p> <p>Diese Anforderung ist nur im Zusammenhang mit der Anforderung 2.1.1.4, (1) gültig.</p>
<b>Begründung/ Erklärung</b>	-

## A Anhang: Fahrzeugparametrisierung

### A.1 Zwangsbremung (Emergency Brake)

#### A.1.1 Emergency Brake Deceleration

A.1.1.1 In der Tabelle 1 sind die Bremsverzögerungen der Zwangsbremung (Emergency Brake) zusammengestellt. Diese Werte müssen für den Parameter „Emergency Brake Deceleration“ für die entsprechenden Bremsprozente hinterlegt werden.

Bremsprozente (%)	Verzögerung (m/s <sup>2</sup> )	Höchstgeschwindigkeit (km/h)
30	- 0.23	120
40	- 0.29	120
50	- 0.35	120
60	- 0.42	120
65	- 0.45	120
70	- 0.48	120
75	- 0.52	120
80	- 0.55	120
85	- 0.58	120
95	- 0.65	120
105	- 0.73	160
115	- 0.80	160
125	- 0.85	160
135	- 0.84	200
150	- 0.96	200
165	- 1.07	200
180	- 1.18	200
200	- 1.33	200

Tabelle 1: Zusammenstellung der Werte für die Verzögerung der Zwangsbremung (Emergency Brake)

A.1.1.2 Die Werte für die Verzögerungen sind ab 135 Bremsprozent reduziert, da bei Geschwindigkeiten > 160 km/h höhere Sicherheitsziele erfüllt werden müssen.

A.1.1.3 Die in der Spalte „Bremsprozente“ angegebenen Werte entsprechen sinngemäss den Werten gemäss RADN [7].

A.1.1.4 Die in der Spalte „Höchstgeschwindigkeit“ angegebenen Werte entsprechen den Vorgaben in den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften [4], R 300.5, Zugvorbereitung. Die Werte geben die maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Bremsprozente an.

## A.1.2 Emergency Brake Delay

- A.1.2.1 In der Tabelle 2 sind die Bremsaufbauzeiten der Zwangsbremse (Emergency Brake) für die R-/P- und G-Bremse (gemäss ETCS-Zugdaten) zusammengestellt. Diese Werte müssen für die Parameter „Beginning of braking effort“ und „Full braking effort“ für die entsprechende Zuglänge hinterlegt werden.

Massgebende Zuglänge (m)	Beginning of braking effort (s)		Full braking effort (s)
	R- und P-Bremse	G-Bremse	
250	6	12.3	0
500	7.5	13.3	0
750	10.8	14.8	0
1000	18.5	18.5	0
1250	24.5	24.5	0
1500	30.5	30.5	0

Tabelle 2: Bremsaufbauzeit für die Zwangsbremse (Emergency Brake) für die R-/P- und G-Bremse

- A.1.2.2 Die in der Spalte „Massgebende Zuglänge“ angegebenen Werte entsprechen den im Dokument „Definition der Bremskurven für ETCS-Fahrzeugausrüstungen Bremskurven Typ 2“ [6] gemachten Vorgaben.
- A.1.2.3 Die in der Spalte „Beginning of braking effort“ angegebenen Werte entsprechen den Vorgaben gemäss dem Dokument „Definition der Bremskurven für ETCS-Fahrzeugausrüstungen Bremskurven Typ 2“ [6]. Dieser Wert beschreibt die Differenz zwischen dem Moment der Aufforderung für die Bremsung bis die Bremse zu wirken beginnt. Die Werte geben den zu definierenden Wert für die entsprechende Zuglänge an.
- A.1.2.4 Die in der Spalte „Full braking effort“ angegebenen Werte entsprechen den Vorgaben gemäss dem Dokument „Definition der Bremskurven für ETCS-Fahrzeugausrüstungen Bremskurven Typ 2“ [6][5]. Diese Zeit vergeht vom ersten Wirken der Bremse (nach „Beginning of braking effort“) bis zur Entwicklung der vollen Bremswirkung. Die Werte geben den zu definierenden Wert für die entsprechende Zuglänge an.
- A.1.2.5 Für den Parameter „Full braking effort“ ist der Wert „0“ zu hinterlegen. Sollte in einem zukünftigen Release die Bremskraft durch einen linearen Anstieg von 0 % auf 100 % zwischen „Beginning of braking effort“ und „Full braking effort“ modelliert werden, müssen die Werte der entsprechenden Parameter nicht geändert werden, da die gesamte Bremsaufbauzeit in „Beginning of braking effort“ enthalten ist.



## A.2 Service Brake

### A.2.1 Service Brake Deceleration

A.2.1.1 In der Tabelle 3 sind die Bremsverzögerungen der Systembremsung (Service Brake) zusammengestellt. Diese Anforderung ist nur relevant, wenn die Auslösung der Systembremsung auf dem Fahrzeug implementiert ist. Diese Werte müssen für den Parameter „Service Brake Deceleration“ für die entsprechenden Bremsprozente hinterlegt werden.

Bremsprozente (%)	Verzögerung (m/s <sup>2</sup> )	Höchstgeschwindigkeit (km/h)
30	- 0.23	120
40	- 0.29	120
50	- 0.35	120
60	- 0.42	120
65	- 0.45	120
70	- 0.48	120
75	- 0.52	120
80	- 0.55	120
85	- 0.58	120
95	- 0.65	120
105	- 0.73	160
115	- 0.80	160
125	- 0.85	160
135	- 0.84	200
150	- 0.96	200
165	- 1.07	200
180	- 1.18	200
200	- 1.33	200

Tabelle 3: Zusammenstellung der Werte für die Verzögerung der Systembremsung (Service Brake)

- A.2.1.2 Die Werte für die Verzögerungen sind ab 135 Bremsprozent reduziert, da bei Geschwindigkeiten > 160 km/h höhere Sicherheitsziele erfüllt werden müssen.
- A.2.1.3 Die in der Spalte „Bremsprozente“ angegebenen Werte entsprechen den Werten gemäss RADN [7].
- A.2.1.4 Die in der Spalte „Verzögerung“ angegebenen Werte entsprechen den im Dokument „Definition der Bremskurven für ETCS-Fahrzeugausrüstungen Bremskurven Typ 2“ [6] gemachten Vorgaben. Die Werte geben die zu definierende Verzögerung für die entsprechenden Bremsprozente an. Diese Werte müssen für die Definition der „Service Brake Deceleration“ verwendet werden.

- A.2.1.5 Die in der Spalte „Höchstgeschwindigkeit“ angegebenen Werte entsprechen den Vorgaben in den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften [4], R 300.5, Zugvorbereitung. Die Werte geben die maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Bremsprozente an.

## A.2.2 Service Brake Delay

- A.2.2.1 In der Tabelle 4 sind die Bremsaufbauzeiten der Systembremsung (Service Brake) für die R-/P- und G-Bremse (gemäss ETCS-Zugdaten) zusammengestellt. Die Werte müssen für die Parameter „Beginning of braking effort“ und „Full braking effort“ für die entsprechende Zuglänge hinterlegt werden.

Massgebende Zuglänge (m)	Beginning of braking effort (s)		Full braking effort (s)
	R- und P-Bremse	G-Bremse	
250	5	14	0
500	6	16	0
750	7	18	0
1000	8	20	0
1250	9	22	0
1500	10	24	0

Tabelle 4: Bremsaufbauzeit für die Systembremsung (Service Brake) für die R-/P- und G-Bremse

- A.2.2.2 Die in der Spalte „Massgebende Zuglänge“ angegebenen Werte entsprechen den Vorgaben im Dokument „Definition der Bremskurven für ETCS-Fahrzeugausrüstungen Bremskurven Typ 2“ [6].
- A.2.2.3 Die in der Spalte „Beginning of braking effort“ angegebenen Werte entsprechen den Vorgaben gemäss dem Dokument „Definition der Bremskurven für ETCS-Fahrzeugausrüstungen Bremskurven Typ 2“ [6]. Dieser Wert beschreibt die Differenz zwischen dem Moment der Aufforderung für die Bremsung bis zu dem Zeitpunkt an dem die Bremse zu wirken beginnt. Die Werte geben den zu berücksichtigenden Wert für die entsprechende Zuglänge an.
- A.2.2.4 Die in der Spalte „Full braking effort“ angegebenen Werte entsprechen den Vorgaben dem Dokument „Definition der Bremskurven für ETCS-Fahrzeugausrüstungen Bremskurven Typ 2“ [6]. Diese Zeit vergeht vom ersten Wirken der Bremse (nach „Beginning of braking effort“) bis zur Entwicklung der vollen Bremswirkung. Die Werte geben den zu berücksichtigenden Wert für die entsprechende Zuglänge an.
- A.2.2.5 Der „Full braking effort“ wird mit dem Wert „0“ definiert. Sollte in einem zukünftigen Release die Bremskraft durch einen linearen Anstieg von 0 % auf 100 % zwischen „Beginning of braking effort“ und „Full braking effort“ modelliert werden, müssen die Werte der entsprechenden Parameter nicht geändert werden, da die gesamte Bremsaufbauzeit in „Beginning of braking effort“ enthalten ist.

## **A.3 Begründung für die Festlegung der Werte**

- A.3.1.1 Die Begründung für die Festlegung der Werte ist in den entsprechenden Grundlagedokumenten enthalten, siehe Dokument „Definition der Bremskurven für ETCS-Fahrzeugausrüstungen Bremskurven Typ 2“ [6].
- A.3.1.2 Die Werte für die Verzögerung der Systembremsung (Service Brake) entsprechen den Werten der Verzögerung der Zwangsbremse (Emergency Brake).
- A.3.1.3 Die Definition einer „steileren“ (= grössere Verzögerung) Kurve der Systembremsung gegenüber der Zwangsbremse bringt einen Gewinn der Zugfolgezeit. Eine „flachere“ (= kleinere Verzögerung) Kurve der Systembremsung gegenüber der Zwangsbremse kostet unter Umständen Zugfolgezeit. Deshalb soll für die Systembremsung die identische Verzögerung wie für die Zwangsbremse definiert werden.
- A.3.1.4 Im realen Verhalten hat die Systembremsung eine gegenüber der Zwangsbremse längere Bremsaufbauzeit. Auf die Bremsaufbauzeit der Zwangsbremse muss aber eine Sicherheitsmarge addiert werden, d.h. die resultierende, die für die Bremskurven relevante Bremsaufbauzeit der Zwangsbremse wird grösser. Demgegenüber hat die Systembremsung keine Sicherheitsrelevanz und es muss keine Sicherheitsmarge auf die Bremsaufbauzeit der Systembremsung angewendet werden. Schlussendlich resultiert folglich eine Bremsaufbauzeit der Systembremsung, die kürzer ist als diejenige der Zwangsbremse.

### **A.3.2 Vorschläge/Beispiele zur Auswahl der Werte im Fahrzeugprojekt**

- A.3.2.1 Für eine Lokomotive sind die Verzögerung in Abhängigkeit des Einsatzgebietes der Lokomotive (Personenzüge - Güterzüge) auszuwählen. Für eine Lokomotive mit Einsatz in Personenzügen und Güterzügen können sämtliche Modelle ausgewählt werden. Für eine Lokomotive mit vorwiegend Einsatz im Güterverkehr sind die Modelle bis 135 Bremsprozente wesentlich.
- A.3.2.2 Für die Bremsaufbauzeit einer Lokomotive kann nicht ein fixer Wert hinterlegt werden, da die Zuglänge nicht im Voraus bekannt ist. Somit sind sämtliche Werte zu übernehmen.
- A.3.2.3 Für einen Triebzug sind für die Verzögerung sowie die Bremsaufbauzeit nur die passenden Modelle auszuwählen.
- A.3.2.4 Ist für die Verzögerung kein zum entsprechenden Fahrzeug passender Wert in der Tabelle 2 aufgeführt, ist der nächst tiefere Wert zu hinterlegen.
- A.3.2.5 Ist für die Bremsaufbauzeit kein zum entsprechenden Fahrzeug passender Wert in der Tabelle 2 aufgeführt, ist der nächst höhere Wert zu hinterlegen.

## **B Anhang: Validierung ETCS-Bremskurven**

### **B.1 Einleitung**

#### **B.1.1 Gegenstand der Betrachtung: Geschwindigkeitsüberwachung**

- B.1.1.1 Unter ETCS wird die Geschwindigkeit eines Zuges dauernd auf die maximal zulässige Geschwindigkeit überwacht.
- B.1.1.2 Bei Überschreiten der erlaubten Geschwindigkeit wird der Lokführer in einem ersten Schritt optisch und akustisch gewarnt, in einem zweiten Schritt wird vom EVC eine Systembremsung (Service Brake) ausgelöst, d.h. es kommt zu einer Vollbremsung (Absenken des Drucks in der Hauptleitung um 1.5 bar).
- B.1.1.3 Überschreitet die aktuelle Geschwindigkeit sogar die EBI, wird vom EVC mittels Ausgabe des EB-Command eine Zwangsbremsung (Emergency Brake) ausgelöst, d.h. die Hauptleitung wird vollständig entleert.
- B.1.1.4 Falls bei einem Fahrzeugtyp die Ausgabe der SB unterdrückt wird (Parameter in der Fahrzeugparametrisierung) oder die Strecke die SB im Target Speed Monitoring nicht erlaubt (National Value), entfällt die SBI. Als erste Intervention wird bei Überfahren der EBI direkt eine EB ausgelöst.
- B.1.1.5 Im Gegensatz zur SB muss die EB sicher sein, d.h. sie muss in jeder Situation einen Stillstand vor dem Danger Point bzw. eine rechtzeitige Reduktion der Geschwindigkeit im Fall einer Geschwindigkeits-Einschränkung gewährleisten.

#### **B.1.2 Sicherheitsrelevanz**

- B.1.2.1 Ein Überschreiten der maximal erlaubten Geschwindigkeit kann dazu führen, dass ein Zug den Danger Point überfährt oder dass er entgleist.
- B.1.2.2 Die Überwachung der Geschwindigkeit ist somit von grösster Sicherheitsrelevanz.
- B.1.2.3 Um die sichere Funktion der Geschwindigkeitsüberwachung nachzuweisen, ist zwingend für jede Kombination Fahrzeug-Typ – EVC-Typ eine Validierung durchzuführen.
- B.1.2.4 Diese Validierung kann sowohl Versuchsfahrten beinhalten als auch ausschliesslich auf Papier vorgenommen werden.
- B.1.2.5 Die in diesem Dokument gemachten Betrachtungen und Überlegungen beziehen sich ausschliesslich auf die EB, da nur diese sicher sein muss.

### **B.2 Sicherheit der Bremsüberwachung**

#### **B.2.1 Ebenenmodell**

- B.2.1.1 Die Sicherheit des Bremsverhaltens lässt sich mit einem Modell, bestehend aus drei Ebenen, beschreiben (siehe Abbildung 1).

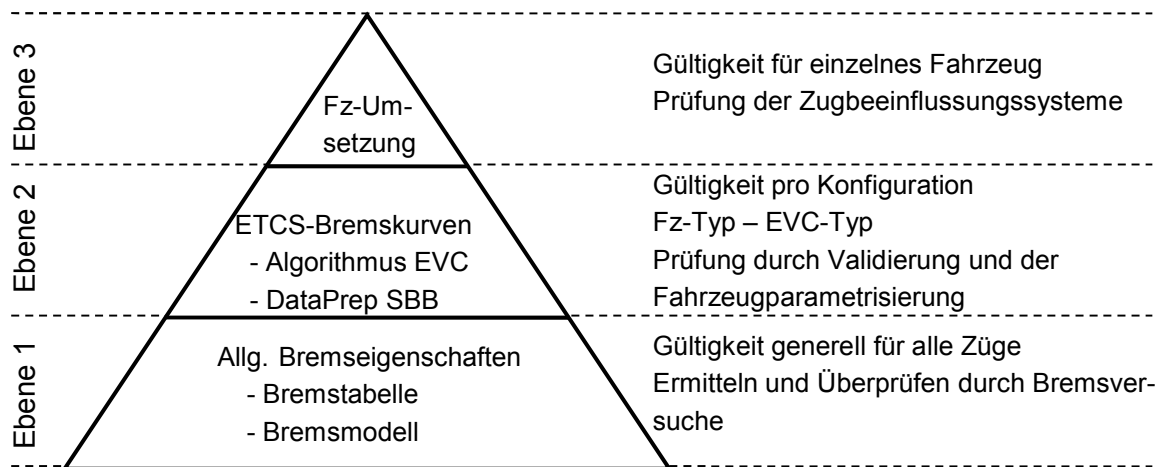


Abbildung 1: Ebenenmodell des Brems- und Bremsüberwachungsverhaltens ETCS

## B.2.2 Ebene 1: Bremseigenschaften: Bremsverhalten generell

B.2.2.1 Ebene 1 beschreibt das generelle Bremsverhalten eines Zuges.

B.2.2.2 Dieses generelle Bremsverhalten ist unabhängig von ETCS.

B.2.2.3 Das Bremsverhalten wird typischerweise beschrieben mit Bremsprozenten ( $\lambda$ ). Insbesondere im Bereich von Triebzügen kann das Bremsverhalten auch mittels von der Geschwindigkeit abhängigen Bremsverzögerungen beschrieben werden.

B.2.2.4 Die Bestimmung der Bremseigenschaften ist in nationalen und internationalen Normen wie z.B. UIC-Merkblatt 544-1 [3] beschrieben.

B.2.2.5 Die Anwendung und Umsetzung der Bremseigenschaften ist in den Fahrdienstvorschriften [4] beschrieben. Diese sind die Basis des RADN und definieren somit die heutige Fahrweise.

## B.2.3 Ebene 1: Bremseigenschaften: Bremsmodell

B.2.3.1 Die SRS (z.B. SRS 2.3.0d, siehe [1] und [2]) schreibt für die Geschwindigkeitsüberwachung die Kurven EBD und EBI vor. Die EBD wird durch die sichere Bremsverzögerung in  $\text{m/s}^2$  definiert. Die EBI wird durch die EBD und die Bremsaufbauzeit in Sekunden definiert. Beide Werte sind dem Lokführer nicht bekannt und müssen somit aus den gebräuchlichen und bekannten Zugdaten mittels eines Bremsmodells errechnet werden.

B.2.3.2 Dieses Bremsmodell berechnet aus den Bremsprozenten, der Zuglänge und der Bremsart die Bremsverzögerung und die Bremsaufbauzeit und somit die beiden Kurven EBD und EBI.

B.2.3.3 Das Bremsmodell gilt unabhängig von Fahrzeug-Typ und EVC-Lieferant. Der Gültigkeitsbereich des Bremsmodells ist bis  $v_{\max} = 200 \text{ km/h}$  und für Bremsprozente bis  $\lambda = 200 \%$ . Für höhere Geschwindigkeiten und Bremsprozente muss das Bremsmodell erneut untersucht werden.

## B.2.4 Ebene 2: ETCS-Bremskurven: Aufgabe

B.2.4.1 Ebene 2 zeigt die Umsetzung des generellen Bremsverhaltens in ETCS-Bremskurven.

## **B.2.5 Ebene 2: Projektierung Bremsmodell im EVC**

- B.2.5.1 Die Bremskurven werden im EVC überwacht.
- B.2.5.2 Die Definition der Variablen, der Bezeichnung der Variablen sowie die Projektierung zur Berechnung der Bremskurven sind von EVC zu EVC unterschiedlich und abhängig vom jeweiligen Lieferanten, innerhalb des gleichen EVC-Typs aber identisch.
- B.2.5.3 In der Analyse und Umsetzung der Projektierung sowie in dessen Umsetzung in Code (Aufgabe EVC-Lieferant) können Fehler erfolgen.
- B.2.5.4 Es drängt sich somit auf, jeden EVC-Typ im Rahmen von Validierungen zu testen. Ist aber ein EVC-Typ einmal getestet, so gilt er als generisch validiert.

## **B.2.6 Ebene 2: Fahrzeugparametrisierung**

- B.2.6.1 Basierend auf der Analyse der EVC-spezifischen Projektierung wird innerhalb des Fahrzeugprojektes für jeden Fahrzeug-Typ eine Fahrzeugparametrisierung ausgeführt. Dabei werden den Parametern der Projektierung fahrzeugspezifische Werte zugeordnet.
- B.2.6.2 Die Fahrzeugparametrisierung und die dabei hinterlegten Werte werden durch eine „Prüfung der Fahrzeugparametrisierung“ (SIOP A, 1. Teil, sowie SIOP A, 2. Teil) geprüft, welche die Fehlerfreiheit der Hinterlegung der Werte aus der Fahrzeugparametrisierung ins EVC sicherstellt.
- B.2.6.3 Die für die Bremskurven relevanten Werte der einzelnen Fahrzeuge sind grösstenteils identisch bzw. weichen nur minimal voneinander ab.

## **B.2.7 Ebene 2: Weitere Schritte**

- B.2.7.1 Basierend auf dem Algorithmus und der Projektierung mittels Fahrzeugparametrisierung wird durch den EVC-Lieferanten der Code generiert, der letztendlich im EVC abgelegt wird.
- B.2.7.2 Dieser Code ist in jedem Fahrzeug ein anderer, fliesst doch z.B. auch die Fahrzeug-Anforderungsnummer in den Code ein.
- B.2.7.3 Damit eine Bremsung zum richtigen Zeitpunkt ausgelöst wird, wird nebst den Bremskurven die korrekte Momentan-Geschwindigkeit benötigt.
- B.2.7.4 Bei Überfahren der EBI wird vom EVC das EB-Command ausgegeben, welches letztendlich eine EB auslöst.

## **B.2.8 Ebene 2: Validierung**

- B.2.8.1 Die Ebene 2 muss für jede Konfiguration Fahrzeug-Typ – EVC-Typ validiert werden.
- B.2.8.2 Diese Validierung kann sowohl Fahrten beinhalten als auch ausschliesslich auf Papier vorgenommen werden.
- B.2.8.3 Mit der Validierung der ETCS-Bremskurven werden nicht die eigentlichen Bremseigenschaften überprüft, sondern die korrekte Umsetzung des Bremsmodells. Dabei handelt es sich um eine end-to-end Prüfung, welche die gesamte Kette von korrektem Erfassen der Momentan-Geschwindigkeit und der Generierung einer MA bis und mit Ausgabe des EB-Commands beinhaltet.
- B.2.8.4 Zusätzlich ist nachzuweisen, dass die im Bremsmodell in Anrechnung genommenen Bremsmittel und das dazugehörige Bremsverhalten bei einer durch ETCS ausgelösten EB auch sicher funktionieren.

- B.2.8.5 Sollen im Rahmen der Validierung Fahrten durchgeführt werden, so ist dem EVC eine MA (via Balise oder GSM-R) zu übermitteln. Das EVC berechnet anschliessend die Bremskurven auf den DP hin. Das Fz soll die EBI überfahren. Der gemessene Ort der Ausgabe des EB-Command ist schliesslich zu vergleichen mit dem ausserhalb des EVC rechnerisch ermittelten Ort, welche beide identisch sein müssen.

### **B.3 Ebene 3: Umsetzung im einzelnen Fahrzeug**

- B.3.1.1 Ebene 3 beschreibt die Umsetzung der Bremskurvenüberwachung in jedem einzelnen Fahrzeug.
- B.3.1.2 Im Falle einer durch das EVC auszulösenden EB wird das EB-Command ausgegeben (der richtige Zeitpunkt bzw. Ort wird durch Ebene 2 gewährleistet).
- B.3.1.3 Die Ausgabe des EB-Command aus dem EVC wirkt direkt auf einen Relais-Satz und steuert redundant zwei unabhängige Ventile an, welche ihrerseits die Hauptleitung entleeren.
- B.3.1.4 Es ist sicherzustellen, dass ein ausgegebenes EB-Command auch tatsächlich eine Zwangsbremmung auf dem Fahrzeug auslöst.
- B.3.1.5 Ein solcher Test ist für jedes einzelne Fahrzeug zwingend notwendig und wird im Rahmen der Prüfung der Zugbeeinflussungssysteme (SIOP B) durchgeführt. Die korrekte Ausgabe des EB-Command bis und mit Ansprechen der Ventile und die damit verbundene Zwangsbremmung wird auf jedem Fahrzeug im Rahmen der Prüfung der Zugbeeinflussungssysteme (SIOP B) geprüft. Es handelt sich dabei nicht um eigentliche Bremsversuche, sondern um eine Überprüfung der Funktion der Kanäle.
- B.3.1.6 Darüber hinaus wird täglich bei der Erstinbetriebnahme der „ETCS Test Zwangsbremse“ durchgeführt. Dabei gibt das EVC ein EB-Command aus. Dieser Test erfolgt jeweils einzeln auf die beiden unabhängigen Kanäle.

### **B.4 Vergleich der ETCS-Bremskurven mit den heutigen Bremsvorschriften**

- B.4.1.1 Die ETCS-Bremskurven sind restriktiver als die Bremswege, die als Grundlage dienen für die bei der SBB verwendeten Bremstabellen. Die Bremstabellen beschreiben den Zusammenhang von Vorsignalabstand, Bremsvermögen (Bremsprozente), Geschwindigkeit und Gradient. Die Bremstabellen gelten bis  $v_{\max} = 160 \text{ km/h}$  [8].
- B.4.1.2 Die ETCS-Bremskurven sind restriktiver als die ZUB-Kurven, welche ihrerseits auf den Bremstabellen basieren. Für ZUB gilt ebenfalls  $v_{\max} = 160 \text{ km/h}$ .

### **B.5 Durchführung der Validierung der ETCS-Bremskurven**

- B.5.1.1 In den folgenden Fällen ist die Validierung zwingend durchzuführen:
- B.5.1.1.1 Bestehendes Fahrzeug wird mit ETCS nachgerüstet
- B.5.1.1.2 Neues Fahrzeug wird mit ETCS ausgeliefert
- B.5.1.1.3 Bestehendes Fahrzeug mit ETCS-Fahrzeugausrüstung soll zusätzlich die Betriebsbewilligung auf ETCS Level 2 Strecken in der Schweiz erhalten
- B.5.1.1.4 Neue EVC Softwareversion / Neue Datenversion, wenn ein neues oder geändertes Bremsmodell verwendet wird.
- B.5.1.1.5 Änderung an der Projektierung der Bremskurven des EVC.

- B.5.1.2 Die Entscheidung, ob die Validierung pro Fahrzeugtyp oder pro Fahrzeugfamilie durchgeführt wird, muss im Sicherheitsnachweis begründet, validiert und begutachtet werden. Dies liegt in der Verantwortung des Fahrzeughalters. Es sind entsprechende Kriterien festzulegen (Bremsausrüstung, Fahrzeugsteuerung, etc.), falls die Validierung der ETCS-Bremskurven für mehrere Fahrzeugtypen zusammengefasst werden soll.
- B.5.1.3 Die Validierung der ETCS-Bremskurven kann auf einem einzelnen Fahrzeugtyp oder einer Fahrzeugfamilie durchgeführt werden.
- B.5.1.4 Werden für die Validierung der Bremskurven Fahrten durchgeführt, müssen die folgenden Bedingungen vor der Durchführung der Fahrten erfüllt sein:
  - B.5.1.4.1 Die Prüfung der Fahrzeugparametrisierung (SIOP A1, A2), siehe Anforderung 6.1.1.1 und 6.1.1.2, und die Prüfung der Zugbeeinflussungssysteme (SIOP B), siehe Anforderung 6.2.1.1, müssen vorgängig erfolgreich durchgeführt worden sein.
  - B.5.1.4.2 Die Geschwindigkeitsaufzeichnung sollte mit einer Auflösung von 1 km/h erfolgen, z.B. mittels Aufzeichnung der Fahrzeugsteuerung.
  - B.5.1.4.3 Das DMI muss bei den Fahrten für die Validierung der Bremskurven gefilmt werden.

## **B.6 Anforderung an fahrzeugspezifische Validierung**

### **B.6.1 Überblick**

- B.6.1.1 Im diesem Kapitel werden die Kerngrößen und Eigenschaften beschrieben, welche im Rahmen der fahrzeugspezifischen Validierung geprüft werden sollen.
- B.6.1.2 Jedem Prüfpunkt wird ein Name zugeordnet, auf den sich die Validierung beziehen soll.

### **B.6.2 Validierung und Begutachtung der Ergebnisse**

- B.6.2.1 Die folgenden Anforderungen pro Fahrzeugtyp müssen in Verantwortung der Fahrzeughalter (bzw. des Fahrzeugprojektes) validiert und begutachtet werden.

### **B.6.3 Fahrzeug (Ebene 1)**

#### **B.6.3.1 Funktionsweise der Schnellbremse unter NICHT-ETCS**

- B.6.3.1.1 Die Funktionsweise der Schnellbremsung durch NICHT-ETCS, also durch den Lokführer, ZUB, Signum, Sicherheitssteuerung (Totmannpedal und Wachsamkeitskontrolle) und andere (z.B. LZB, TVM) soll beschrieben werden (EB\_LF, EB\_ZUB, EB\_SIGNUM, EB\_SIST, EB\_ANDERE).
- B.6.3.1.2 Die Funktionsweise der Schnellbremsung, ausgelöst durch ein anderes Fahrzeug (z.B. Mehrfachtraktion) soll beschrieben werden (EB\_EXT\_1).
- B.6.3.1.3 Die unter NICHT-ETCS sicheren und somit anrechenbaren Bremsmittel sollen beschrieben werden (BR\_SAFE\_1).

#### **B.6.3.2 Funktionsweise der EB unter ETCS**

- B.6.3.2.1 Es soll beschrieben werden, wie ein vom EVC nach Überfahren der EBI ausgegebenes EB-Command wirkt, d.h. Ausgabe auf Ventilsätze, Redundanz der Ventilsätze, sicheres Abschalten der Traktion u.a. (EB\_ETCS).
- B.6.3.2.2 Es soll eine Gegenüberstellung der Ansteuerung und Funktionsweise der Schnellbremse unter NICHT-ETCS und der EB mit ETCS gemacht werden (EB\_VERGLEICH).
- B.6.3.2.3 Die Funktionsweise der EB, ausgelöst durch ein anderes Fahrzeug unter ETCS (z.B. Mehrfachtraktion) soll beschrieben werden (EB\_EXT\_2).
- B.6.3.2.4 Die mit ETCS sicheren und somit anrechenbaren Bremsmittel sollen beschrieben werden (BR\_SAFE\_2).

#### **B.6.3.3 Validierung Ebene 1**



- B.6.3.3.1 Die in Kapitel B.6.2 aufgeführten Prüfpunkte gehören zu Ebene 1 und stellen die Schnittstelle zu Ebene 2 sicher.
- B.6.3.3.2 Sind alle Prüfpunkte der Ebene 1 behandelt und geprüft, ist durch das EVU dieser Teil der Validierung zu visieren (VAL\_EBENE\_1).

#### **B.6.4 EVC und Validierung (Ebene 2)**

##### **B.6.4.1 EVC-Typ**

- B.6.4.1.1 Der EVC-Typ soll benannt werden (EVC\_TYP).

##### **B.6.4.2 Fahrzeugparametrisierung**

- B.6.4.2.1 Die Referenzen der Beschreibung des Algorithmus der Bremskurvenüberwachung durch den Lieferanten sollen genannt werden (EVC\_REF\_BRALG).
- B.6.4.2.2 Die Referenzen der Dokumente zur Fahrzeugparametrisierung durch den Lieferanten sollen genannt werden (EVC\_REF\_PROJ\_A).
- B.6.4.2.3 Die Referenzen der Dokumente, welche die hinterlegten Werte der Fahrzeugparametrisierung enthalten, festgelegt durch den Systemführer ETCS CH, sollen genannt werden (EVC\_REF\_PROJ\_B).
- B.6.4.2.4 Die Referenzen der Dokumente, welche die hinterlegten Werte der Fahrzeugparametrisierung enthalten, festgelegt durch den Kunden, sollen genannt werden (EVC\_REF\_PROJ\_C).
- B.6.4.2.5 Die Referenzen der Prüfung der Fahrzeugparametrisierung sollen genannt werden (EVC\_REF\_PRÜF1 und EVC\_REF\_PRÜF2).

##### **B.6.4.3 Fahrten für die Validierung**

- B.6.4.3.1 Die Referenz auf durchgeführte Validierungen soll genannt werden (TEST\_REF).
- B.6.4.3.2 Das Ergebnis der Validierungen soll genannt werden (TEST\_RES).
- B.6.4.3.3 Die Gültigkeit und das Ausreichen der Validierungsversuche für den zu validierenden Fz-Typ soll begründet werden (TEST\_REL). Dies gilt in besonderem Mass für den Fall, dass Validierungsversuche mit einem anderen Fz-Typ herangezogen werden.

##### **B.6.4.4 Validierung Ebene 2**

- B.6.4.4.1 Die in Kapitel B.6.4 aufgeführten Prüfpunkte gehören zu Ebene 2.
- B.6.4.4.2 Sind alle Prüfpunkte der Ebene 2 behandelt und geprüft, ist durch den Systemführer ETCS CH oder durch das EVU (abhängig davon, wer die Fahrzeugparametrisierung ausführt) dieser Teil der Validierung zu visieren (VAL\_EBENE\_2).

#### **B.6.5 SIOP B (Ebene 3)**

- B.6.5.1.1 Die Referenzen der Prüfanleitung für die Prüfung der Zugbeeinflussungssysteme sollen genannt werden (EVC\_REF\_PRÜF).

#### **B.6.6 Gesamtvalidierung**

- B.6.6.1 Sind die Prüfpunkte VAL\_EBENE\_1 und VAL\_EBENE\_2 visiert und ist EVC\_REF\_PRÜF vorhanden, ist die gesamte Validierung zu visieren (VAL\_RES).

### **B.7 Zusammenfassung**

- B.7.1.1 Bremseigenschaften und Bremsmodell (Ebene 1) gelten als validiert. Sollten neue Fahrzeuge in Betrieb genommen bzw. der Gültigkeitsbereich des Bremsmodells erweitert werden, so sind entsprechende Bremsversuche durchzuführen.
- B.7.1.2 Die ETCS-Bremskurven (Ebene 2) müssen für jede Konfiguration Fahrzeug-Typ – EVC-Typ validiert werden.

- B.7.1.3 Diese Validierung soll gemäss der Beschreibung in Kapitel B.5 erfolgen. Die Validierung kann demnach Fahrten beinhalten oder ausschliesslich auf Papier vorgenommen werden.
- B.7.1.4 Das korrekte Auslösen einer Zwangsbremmung (Emergency Brake) durch einen vom EVC ausgegebenen EB-Command muss für jedes einzelne Fahrzeug geprüft werden. Dies findet im Rahmen der Prüfung der Zugbeeinflussungssysteme statt (Ebene 3).