

ETCS für alle

Eine Einführung in die Europäische Zugbeeinflussung

Sven Herzfeld

 www.svenherzfeld.de

Dieses Dokument wurde privat erstellt und gibt nicht die Ansichten meines Arbeitgebers oder anderer Personen oder Organisationen wieder.

Die hier präsentierten Inhalte dienen als informative Einführung in das Thema ETCS. Für die Richtigkeit der Inhalte wird keine Haftung übernommen. Insbesondere darf dieses Dokument nicht als Grundlage für die Entwicklung sicherungstechnischer Systeme genutzt werden. Die gültigen ETCS-Spezifikationen sind im Internetauftritt der *European Union Agency for Railways (ERA)* zu finden.

Links sind dokumentenintern, sofern sie nicht ausdrücklich durch das Symbol  als extern gekennzeichnet sind.

Die Symbole für das Fahrzeug-Display **DMI** sind aus der Spezifikation ERA_ERTMS_015560 (Version 3.6.0 oder 4.0.0). Andere Bilder und Grafiken stammen vom Autor.

Inhaltsverzeichnis

1	Start	11
2	Einleitung	13
2.1	Was ist ETCS?	13
2.2	Baselines, Systemversionen und Spezifikationsgruppen	15
2.2.1	Die Geschichte der Baselines und Spezifikationsgruppen	15
2.2.2	Systemversionen	16
2.2.3	Von Rahmen (Envelopes) und inkompatibler Kompatibilität	19
2.2.4	Übersicht aktuelle TSI	20
2.2.5	Übersicht ehemalige TSI	20
3	Hardware	23
3.1	Strecke	23
3.1.1	Übersicht	23
3.1.2	Eurobalise	23
3.1.3	Euroloop	25
3.1.4	Euroradio	26
3.1.5	LEU	27
3.1.6	Z-LEU	27
3.1.7	RBC	28
3.1.8	RIU	28
3.2	Fahrzeug	28
3.2.1	Übersicht	28
3.2.2	OBU	28
3.2.3	Odometrie	28
3.2.4	DMI	29
3.2.5	Balisenantenne	29
3.2.6	Loop-Antenne	29
3.2.7	Euroradio	29
3.2.8	STM	29

4	Level	31
4.1	Übersicht	31
4.2	Level NTC	31
4.3	Level 0	31
4.4	Level 1	32
4.5	Level 2	34
4.6	Level 3	35
5	Modes	39
5.1	Übersicht	39
5.2	FS - Full Supervision	40
5.3	AD - Automatic Driving	40
5.4	OS - On Sight	40
5.5	SR - Staff Responsible	41
5.6	SH - Shunting	41
5.7	UN - Unfitted	41
5.8	SL - Sleeping	41
5.9	SB - Stand By	42
5.10	TR - Trip	42
5.11	PT - Post Trip	42
5.12	SF - System Failure	42
5.13	IS - Isolation	43
5.14	NP - No Power	43
5.15	NL - Non Leading	43
5.16	SE - STM European	43
5.17	LS - Limited Supervision	44
5.18	SN - National System	44
5.19	RV - Reversing	45
5.20	PS - Passive Shunting	45
5.21	SM - Supervised Manoeuvre	45
6	Movement Authority	47
6.1	Übersicht	47
6.2	Message 3/Movement Authority	47
6.3	Message 33/MA with Shifted Location Reference	48
6.4	Movement Authority Packets (P12, P15)	48

6.4.1	Übersicht	49
6.4.2	End of Authority / Limit of Authority	49
6.4.3	Supervised Location	49
6.4.4	Release Speed	50
6.4.5	Sections	50
6.4.6	Signalisierte Geschwindigkeit	50
6.5	Packet 5/Linking	51
6.6	Packet 21/Gradient Profile	52
6.7	Packet 27/International Static Speed Profile	52
6.8	Packet 49/List of Balise Groups for SH Area	53
6.9	Packet 80/Mode profile	53
7	Von der Strecke an den Zug	55
7.1	Übersicht	55
7.2	Messages	55
7.2.1	Message 2/SR Authorisation	55
7.2.2	Message 3/Movement Authority	55
7.2.3	Message 4/SM Authorisation	56
7.2.4	Message 5/SM Refused	56
7.2.5	Message 6/Recognition of exit from TRIP mode	56
7.2.6	Message 7/Acknowledgment of safe consist length info for SM	56
7.2.7	Message 8/Acknowledgement of Train Data	56
7.2.8	Message 9/Request to Shorten MA	56
7.2.9	Message 15/Conditional Emergency Stop	57
7.2.10	Message 16/Unconditional Emergency Stop	57
7.2.11	Message 18/Revocation of Emergency Stop	57
7.2.12	Message 24/General message	57
7.2.13	Message 27/SH Refused	57
7.2.14	Message 28/SH Authorised	57
7.2.15	Message 32/RBC/RIU System Version	58
7.2.16	Message 33/MA with Shifted Location Reference	58
7.2.17	Message 34/Track Ahead Free Request	58
7.2.18	Message 37/Infill MA	58
7.2.19	Message 38/Initiation of a communication session	58
7.2.20	Message 38/Acknowledgement of session establishment	59
7.2.21	Message 39/Acknowledgement of termination of a communication session	59

7.2.22	Message 40/Train Rejected	59
7.2.23	Message 41/Train Accepted	59
7.2.24	Message 43/SoM position report confirmed by RBC	59
7.2.25	Message 45/Assignment of coordinate system	60
7.3	Packets	60
7.3.1	Packet 0/Virtual Balise Cover marker	60
7.3.2	Packet 2/System Version order	60
7.3.3	Packet 3/National Values	60
7.3.4	Packet 5/Linking	61
7.3.5	Packet 6/Virtual Balise Cover order	61
7.3.6	Packet 12/Level 1 Movement Authority	61
7.3.7	Packet 13/Staff Responsible distance Information from loop	61
7.3.8	Packet 15/Level 2 Movement Authority	61
7.3.9	Packet 16/Repositioning Information	61
7.3.10	Packet 21/Gradient Profile	61
7.3.11	Packet 27/International Static Speed Profile	62
7.3.12	Packet 31/RBC transition order for RBC interfaced to FRMCS only	62
7.3.13	Packet 32/Session Management for RBC interfaced to FRMCS only	62
7.3.14	Packet 39/Track Condition Change of traction system	62
7.3.15	Packet 40/Track Condition Change of allowed current consumption	63
7.3.16	Packet 41/Level Transition Order	63
7.3.17	Packet 42/Session Management for RBC interfaced to GSM-R	63
7.3.18	Packet 44/Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system	64
7.3.19	Packet 45/Radio Network transition order	64
7.3.20	Packet 46/Conditional Level Transition Order	64
7.3.21	Packet 47/Level Inhibition Order	64
7.3.22	Packet 49/List of Balise Groups for SH Area	64
7.3.23	Packet 51/Axle load Speed Profile	64
7.3.24	Packet 52/Permitted Braking Distance Information	65
7.3.25	Packet 57/Movement Authority Request Parameters	65
7.3.26	Packet 58/Position Report Parameters	65
7.3.27	Packet 63/List of Balise Groups in SR Authority	65
7.3.28	Packet 64/Inhibition of revocable TSRs from balises in L2	66
7.3.29	Packet 65/Temporary Speed Restriction	66
7.3.30	Packet 66/Temporary Speed Restriction Revocation	66

7.3.31 Packet 67/Track Condition Big Metal Masses	66
7.3.32 Packet 68/Track Condition	66
7.3.33 Packet 69/Track Condition Station Platforms	67
7.3.34 Packet 70/Route Suitability Data	67
7.3.35 Packet 71/Adhesion factor	68
7.3.36 Packet 72/Packet for sending plain text messages	68
7.3.37 Packet 76/Packet for sending fixed text messages	68
7.3.38 Packet 79/Geographical Position Information	69
7.3.39 Packet 80/Mode profile	69
7.3.40 Packet 88/Level Crossing information	69
7.3.41 Packet 90/Track Ahead Free up to level 2 transition location	69
7.3.42 Packet 131/RBC transition order for RBC interfaced to GSM-R	70
7.3.43 Packet 132/Danger for Shunting information	70
7.3.44 Packet 133/Radio infill area information	70
7.3.45 Packet 134/EOLM Packet	70
7.3.46 Packet 135/Stop Shunting on desk opening	70
7.3.47 Packet 136/Infill location reference	71
7.3.48 Packet 137/Stop if in Staff Responsible	71
7.3.49 Packet 138/Reversing area information	71
7.3.50 Packet 139/Reversing supervision information	71
7.3.51 Packet 140/Train running number from RBC	71
7.3.52 Packet 141/Default Gradient for Temporary Speed Restriction	71
7.3.53 Packet 143/Session Management with neighbouring Radio Infill Unit	72
7.3.54 Packet 145/Inhibition of balise group message consistency reaction	72
7.3.55 Packet 180/LSSMA display toggle order	72
7.3.56 Packet 181/Generic LS function marker	72
7.3.57 Packets der 200er-Reihe	72
7.3.58 Packet 254/Default balise, loop or RIU information	73
7.3.59 Packet 255/End of Information	74
8 Vom Zug an die Strecke	75
8.1 Übersicht	75
8.2 Messages	75
8.2.1 Message 129/Validated Train Data	75
8.2.2 Message 130/Request for Shunting	75
8.2.3 Message 131/Request for Supervised Manoeuvre	75

8.2.4	Message 132/MA Request	75
8.2.5	Message 133/Safe consist length information for Supervised Manoeuvre	75
8.2.6	Message 136/Train Position Report	76
8.2.7	Message 137/Request to shorten MA is granted	76
8.2.8	Message 138/Request to shorten MA is rejected	76
8.2.9	Message 146/Acknowledgement	76
8.2.10	Message 147/Acknowledgement of Emergency Stop	76
8.2.11	Message 149/Track Ahead Free Granted	77
8.2.12	Message 150/End of Mission	77
8.2.13	Message 153/Radio infill request	77
8.2.14	Message 154/No compatible version supported	77
8.2.15	Message 155/Initiation of a communication session	77
8.2.16	Message 156/Termination of a communication session	78
8.2.17	Message 157/SoM Position Report	78
8.2.18	Message 158/Text message acknowledged by driver	78
8.2.19	Message 159/Session Established	78
8.3	Packets	78
8.3.1	Packet 0/Position Report	78
8.3.2	Packet 1/Position Report based on two balise groups	79
8.3.3	Packet 2/Onboard supported system versions	79
8.3.4	Packet 3/Onboard telephone numbers	79
8.3.5	Packet 4/Error Reporting	80
8.3.6	Packet 5/Train running number	80
8.3.7	Packet 9/Level 2 transition information	80
8.3.8	Packet 11/Validated train data	80
8.3.9	Packet 44/Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system	81
9	ETCS in der Praxis	83
10	FAE	93
10.1	Übersicht	93
10.2	Ich weiß genau, was mit ETCS-Version 3.4.0 gemeint ist.	93
10.3	Ohne Signale geht es nur in Level 2 oder 3.	93
10.4	In Level 2 gibt es nur Festdatenbalisen als Ortsreferenz.	94
10.5	Level 1 hat an jedem Signal eine LEU.	94
10.6	ETCS – außer Level 1/LS – geht nur mit ESTW.	94
10.7	ETCS ist european und sonst nichts.	94

11 Begriffe und Abkürzungen	95
11.1 Glossar	95
11.1.1 A	95
11.1.2 B	96
11.1.3 C	97
11.1.4 E	97
11.1.5 F	98
11.1.6 H	99
11.1.7 I	99
11.1.8 K	100
11.1.9 L	100
11.1.10 M	100
11.1.11 N	101
11.1.12 O	101
11.1.13 P	101
11.1.14 R	102
11.1.15 S	103
11.1.16 T	103
11.1.17 U	104
11.1.18 V	105
11.1.19 W	105
11.1.20 Z	105
11.2 Abkürzungen	105
11.2.1 A	105
11.2.2 B	105
11.2.3 C	105
11.2.4 D	106
11.2.5 E	106
11.2.6 F	107
11.2.7 G	107
11.2.8 H	107
11.2.9 I	108
11.2.10 K	108
11.2.11 L	108
11.2.12 M	109

11.2.13N	109
11.2.14O	109
11.2.15P	110
11.2.16R	110
11.2.17S	110
11.2.18T	112
11.2.19U	112
11.2.20V	113
11.2.21W	113
11.3 Wichtige Variablen	113

1 Start

Hier haben wir einen praktischen Einsatz von ETCS. Das Bild zeigt unter anderem das Signal 69A auf VDE 8.2, dem Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 8 und damit der Neubaustrecke Erfurt – Leipzig/Halle. 69A (und am Gleis der Gegenrichtung 69AA) ist das Einfahrtsignal für ÜBf Dörstewitz. Die Zugspitze steht etwa bei km 267,84, die Brücke gehört zu einem Wirtschaftsweg zwischen Kleinlauchstädt und Milzau (die nächste Brücke ist die L 172, davor markiert die Baumreihe die Laucha). Im Hintergrund sind die ersten Weichen zu sehen. Hinter Dörstewitz folgt die Saale-Elster-Talbrücke, auf der sich die Streckenäste nach Halle (Bf Ammendorf) und Leipzig (Bf Gröbers) teilen.



Das Signal 69A ist kein Lichtsignal, sondern streckenseitig nur mit einem [ETCS Stop Marker Ne 14](#) gekennzeichnet. Diese Nebensignale kennzeichnen einen Ganzblock, entsprechen also einem Lichtsignal auf LZB-Strecken. Formell bedeuten sie „Halt für Züge in ETCS-Betriebsart SR“ An der [Balisengruppe](#) des Signals (zwei [Eurobalisen](#) sind im Gleis der Gegenrichtung zu erkennen) wird deshalb auch ein [Packet P137/Stop if in Staff Responsible](#) ausgegeben.

Auf VDE 8.2 gibt es so wie auf VDE 8.1 keine Lichtsignale, lediglich auf dem bereits am 30. Juni 2003 in Betrieb genommenen Teilstück Gröbers-Flughafen Leipzig/Halle (weiter bis Leipzig bereits 15.12.2002) wurde noch PZB 90 mit Ks-Signalen installiert. Damit ist die VDE 8 die erste deutsche Eisenbahnstrecke, auf der ausschließlich Fahrzeuge in [ETCS Level 2](#) fahren können. Interessant ist auch, dass nicht nur Interoperabilität zwischen Strecke und Fahrzeug, sondern auch zwischen Elektronischem Stellwerk (ESTW) und [Radio Block Centre \(RBC\)](#) besteht, da die ESTW der Strecke und der angrenzenden Bahnhöfe von verschiedenen Anbietern geliefert wurden. Passend zur Eröffnung der VDE 8.2 hat das Projekt ein Video über [ETCS Level 2](#) veröffentlicht [🔗 Youtube-Video](#). Am 09.12.2015 war die Eröffnungsfahrt, unter anderem mit

Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel, am 13.09.2015 Aufnahme des Regelbetriebs. Zunächst verkehrten nur ICE T auf der Strecke, die mit ihren 230 km/h die Höchstgeschwindigkeit der Strecke von 300 km/h nicht ausnutzen können. Mit Eröffnung des Südteils VDE 8.1 am 10.12.2017 wird die Strecke auch von ICE 1 und ICE 3 befahren, letztere als Sprinter mit 300 km/h. Die Eröffnung verlief aus Streckensicht völlig problemlos, allerdings führten verschiedene Fehler an den neuen Fahrzeugen zu Ausfällen und Verspätungen, die von den Medien spöttisch kommentiert wurden. Nach etwa zwei Wochen lief der Verkehr dann aber störungsfrei.

Das Bild entstand im Mai 2015 bei einer ETCS-Abnahmefahrt. Das große Fahrzeug ist das gleiche wie das kleine.

2 Einleitung

2.1 Was ist ETCS?

In vielen Fällen ist von ERTMS/ETCS die Rede. Das *European Rail Traffic Management System* umfasst auch noch den Mobilfunk **GSM-R**, der für die Zugbeeinflussung allerdings nur ein Transportmedium ist. Ich werde mich im Folgenden auf das eigentliche ETCS beschränken.

Wie der Name schon andeutet, handelt es sich bei ETCS um eine europäische Zugsicherung oder korrekt übersetzt Zugbeeinflussung. Mit Europa ist dabei nicht der (gar nicht existierende) Kontinent Europa gemeint, sondern die Europäische Union. ERTMS/ETCS wurde erfunden, um den (EU-) europäischen Bahnverkehr zu harmonisieren. Deshalb nennen sich die entsprechenden Regeln auch *Technical Specification for Interoperability*, kurz TSI. Das Wort Interoperabilität ist gewissermaßen der Kernbegriff von ETCS.

Aber zunächst noch einmal zum Anfang: Die Entwicklung von ERTMS/ETCS begann ursprünglich 1991 im Auftrag der *Union internationale des chemins de fer* (UIC) durch das *European Rail Research Institute* (ERRI, seit 2004 nicht mehr tätig) und wurde 1996 an die *ERTMS Users Group* **EUG** und 1999 an die im Jahr zuvor gegründete *Union Industry of Signalling*, kurz **UNISIG** übergeben. Die erste SRS 2.0.0 der Baseline 2 kam 2000, SRS 2.2.2 wurde Anfang 2002 freigegeben und getestet, beispielsweise auf der Strecke Jüterbog–Halle/Leipzig. Allerdings wurden damals nur 5 Lokomotiven der Baureihe 101 entsprechend ausgerüstet). Die ältesten noch in Betrieb befindlichen Projekte basieren auf der SRS 2.2.2+ von 2006.

Insofern ist es so, dass sich die Entwicklung von Institut auf Infrastrukturbetreiber und von dort auf die Bahntechnikindustrie verlagert hat.

Es gibt verschiedene TSI für den Bahnverkehr, die sich beispielsweise mit Güterwagen, Energieversorgung oder Lärmschutz befassen. Für uns sind die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) der Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ (ZZS) relevant. Eigentlich ist mit „Zugsicherung“ nur der Anteil der „Zugbeeinflussung“ gemeint, obwohl die Begriffe in der Praxis durchaus gemischt werden (die SBB haben ihre Begrifflichkeit nach Jahren angepasst und sprechen inzwischen auch von „Zugbeeinflussung“). Auf Englisch heißt diese TSI „Control/Command and Signalling“, kurz CCS. Die wenigen harmonisierten betrieblichen Regeln finden sich in der TSI OPE („Operation and traffic management“ oder „Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung“).

TSI haben derzeit den Rechtsstatus einer Verordnung der Kommission der Europäischen Union und sind damit innerhalb der Europäischen Union sofort rechtskräftig, ohne dass eine Umsetzung in nationales Recht erforderlich ist. Im Prinzip hat ETCS in der EU damit Gesetzesrang.

Genau genommen handelte es sich bis September 2023 um die

VERORDNUNG (EU) 2016/919 DER KOMMISSION
vom 27. Mai 2016
über die technische Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung,
Zugsicherung und Signalgebung“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union

Am 8. September 2023 wurde die neue TSI ZZS zusammen mit verschiedenen anderen TSI verabschiedet (die anderen diesmal eigenständig). Diese TSI ZZS enthält einige wesentliche Änderungen, was den Einsatz von ETCS angeht. Seit 28.09.2023 ist somit die folgende Vorschrift maßgeblich:

DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) 2023/1695 DER KOMMISSION
vom 10. August 2023
über die technische Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung,
Zugsicherung und Signalgebung“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union und zur
Aufhebung der Verordnung (EU) 2016/919

Die Ausrüstung von Strecken mit ETCS wird damit durch EU-Recht gefordert. Hingegen wurde die funktionale Spezifikation wie bereits erwähnt überwiegend von der *Union Industry of Signalling*, kurz UNISIG, entwickelt, einer Arbeitsgemeinschaft folgender Bahntechnikunternehmen (zumindest im Stand der letzten Spezifikationen):

- Alstom S. A., früher GEC Alsthom; Frankreich
- Ansaldo STS SpA, zur Finmeccanica-Gruppe; Italien, wurde zwischenzeitlich von Hitachi übernommen
- Bombardier Inc., früher DaimlerChrysler Rail Systems, Adtranz, AEG; Kanada (Vorgängerunternehmen weitgehend deutsch), wurde zwischenzeitlich von Alstom übernommen
- Invensys plc, früher Westinghouse Rail Systems Ltd; Großbritannien, wurde zwischenzeitlich von Siemens übernommen
- Siemens (aktuell Siemens Mobility GmbH); Deutschland
- Thales S. A., früher Alcatel, GEC, Standard Elektrik Lorenz AG (SEL); Frankreich (Lorenz war deutsch), wurde zwischenzeitlich von Hitachi übernommen

Seitdem sind zu Vollmitgliedern geworden:

- AŽD Praha, Tschechische Republik
- CAF, Spanien
- MERMEC Group, Italien

ECM S.p.A., Italien, und MERMEC STE, Italien, sind assoziierte Mitglieder.

Wichtig ist zunächst die Feststellung, was ETCS nicht ist: Ein Zugbeeinflussungssystem, das mit PZB 90 oder LZB vergleichbar ist. Oder mit ASFA, ATB, TPWS, TVM, ZUB 121 oder was auch immer.

???

Aber genau dass es sich um eine Zugbeeinflussung handelt sagt doch der Name, oder etwa nicht?

Im Prinzip ja. Das Problem ist allerdings, dass eine Zugbeeinflussung naturgemäß an der Betriebsordnung einer Bahnverwaltung hängt. Und diese europaweit zu harmonisieren ist nicht einfach, da sich die Sicherheitstechnik im Bahnwesen – vereinfacht gesagt – landesspezifisch von Unfall zu Unfall entwickelt hat und auch die Philosophien traditionell bis zur Inkompatibilität unterschiedlich sind. Damit kommen wir auch schon zur ersten und wichtigsten Feststellung:

*ETCS definiert die Luftschnittstelle zur Zugbeeinflussung
zwischen Strecke und Fahrzeug.*

Es gibt also einen definierten Satz von Nachrichten, die die Strecke an das Fahrzeug schicken kann. Unter Umständen kann auch das Fahrzeug etwas an die Strecke schicken. Zu diesen Nachrichten gehören einige Regeln, wann sie genutzt werden dürfen und wie sie zu interpretieren sind. Ein mit ETCS ausgestattetes Fahrzeug hat dabei relativ wenige Freiheiten für eigene Entscheidungen (abgesehen von denen des Triebfahrzeugführers), die Strecke hingegen recht viele. Das ist auch logisch, denn die Strecke unterliegt den nationalen Regeln, das Fahrzeug soll hingegen auf allen Strecken fahren können.

Ich gebe aber zu, dass diese Definition nur meine eigene ist und ihre Fehler hat. Auch die PZB 90 wird beispielsweise in Österreich anders genutzt als in Deutschland, wäre also keine Zugbeeinflussung. Dennoch ist die Bandbreite bei ETCS größer, nicht zuletzt auch weil ETCS wesentlich mehr Möglichkeiten bietet.

Das erklärt auch, warum die Funktion der Streckenausrüstung von ETCS nicht einheitlich definiert ist, sondern ähnlich wie ein Stellwerk für jedes Land angepasst werden muss.

Tatsächlich ist natürlich nicht nur die Luftschnittstelle definiert, sondern auch einiges an Drumherum.

2.2 Baselines, Systemversionen und Spezifikationsgruppen

2.2.1 Die Geschichte der Baselines und Spezifikationsgruppen

Im Laufe der Entwicklung gab es verschiedene Gruppen von Spezifikationen für ETCS, die praktisch inkompatibel zueinander waren. Das war anfangs nur ein kleines Problem, da sich lediglich einige Strecken in Testbetrieb befanden. Es gab also nur wenige Fahrzeuge, die bei einem Upgrade der Strecke zu aktualisieren waren.

Die ersten praktisch nutzbaren Spezifikationen nannten sich Baseline 2. Im Laufe der Zeit gab es mehrere von ihnen, vor allem die ursprüngliche mit der SRS 2.0.0, jene mit der SRS 2.2.2 (2006 rechtskräftig) und schließlich die 2.3.0, die ab 2012 mit einem Satz von ergänzenden Change Requests aus dem SUBSET-108 jahrelang der offizielle (in der jeweils gültigen TSI ZZS genannte) Stand war. Dieser Stand ist allgemein als SRS 2.3.0d (d wie *debugged*, also fehlerkorrigiert) bekannt.

Aufgrund neuer Funktionen wurde die Baseline 3 entwickelt. Zusammen mit der SRS 2.3.0d wurde die SRS 3.2.0 als Grundlage für Ausschreibungen eingeführt, die im November 2012 in der Version 3.3.0 ebenfalls offiziell wurde. Baseline 2 blieb jedoch parallel dazu gültig, so dass zwei *Spezifikationsgruppen* entstanden, die wahlweise angewendet werden konnten.

Anfang 2015 wurde die Baseline 3 auf einen neuen Stand gebracht, der u. a. die SRS 3.4.0 enthielt. Dies war das später so genannte Baseline Maintenance Release 1.

2016 wurde ein neuer Stand der Baseline 3 als Baseline 3 Release 2 eingeführt. Diesmal blieb die vorherige Version mit SRS 3.4.0 jedoch gültig, so dass es drei *Spezifikationsgruppen* gab: # 1 mit ETCS Baseline 2 (SRS 2.3.0d), # 2 mit ETCS Baseline 3 Maintenance Release 1 (SRS 3.4.0) und # 3 mit ETCS Baseline 3 Release 2 (SRS 3.6.0). Aus diesen drei Spezifikationsgruppen konnte gewählt werden, wenn es um Fahrzeug- oder Streckenausrüstung ging. Die Anwendung von Baseline 2 für neue Fahrzeugeinrichtungen wurde später jedoch verboten.

Interessant – und problematisch – war diese Dreigleisigkeit insofern, als dass neuere Baselines naturgemäß auch die Fehler der älteren korrigieren (dass sie auch neue einführen, ist ein anderes Thema). Insbesondere die Baseline 2 ist an vielen Stellen lückenhaft. Trotz angedachter funktionaler Kompatibilität konnte es also zu unterschiedlichem Verhalten kommen.

Die neue *TSI* kennt keine unterschiedlichen *Spezifikationsgruppen* mehr. Dies bedeutet, dass alle ETCS-Komponenten zukünftig auf den gleichen Anforderungen aufsetzen müssen, also auf Baseline 4 Release 1 (mit SRS 4.0.0).

2.2.2 Systemversionen

Um die Interoperabilität nun nicht wieder zu zerstören, hat man darauf geachtet, dass ein *Baseline-3-Fahrzeug* auch auf sogenannten *Baseline-2-Strecken* fahren kann. Es ist also nicht erforderlich, wie manchmal behauptet, dass es Fahrzeuggeräte geben muss, die sowohl *Baseline 3* als auch *Baseline 2* können.

Da die Nachrichten zwischen Fahrzeug und Strecke aber teilweise inkompatibel geändert wurden, muss die Strecke dem Fahrzeug zunächst mitteilen, welche „Sprache“ sie spricht. Das geht mit einem Trick: Neben den Baselines wurden ab *Baseline 3 Systemversionen* definiert, die von der Strecke vorgegeben werden. Jede Systemversion referenziert im Ergebnis auf eine „Sprachversion“ (für die es keinen Namen gibt), allerdings kann eine Sprachversion theoretisch auch für mehrere Systemversionen gelten. Schließlich gibt es zwischen den verschiedenen Baselines auch kleinere Abweichungen der „Sprache“ der verschiedenen Systemversionen. Hierbei handelt es sich meist darum, dass bestimmte Werte einer Variablen in einer höheren Baseline nicht mehr genutzt werden dürfen.

Systemversionen werden als X.Y bezeichnet. Alle Versionen mit gleicher erster Nummer sind per Definition untereinander kompatibel. So werden *1.0* und *1.1* auch als X=1 bezeichnet, *2.0*, *2.1*, *2.2* und *2.3* als X=2.

Technisch gesehen ist es so, dass das *RBC* die Systemversion für die Kommunikation mit dem Fahrzeug vorgibt, das Fahrzeug nutzt allerdings nur die X-Version direkt und wendet die höchste für dieses X unterstützte Version Y dazu. Verlangt das *RBC* beispielsweise *2.0*, so können unterschiedliche Fahrzeuge *2.0*, *2.1*, *2.2* oder *2.3* anwenden.

- **Systemversion 1.0** entspricht dabei weitgehend der *Baseline 2* (zwischen Strecke und Fahrzeug, die *RBC-RBC-Schnittstelle* ist inkompatibel), es dürfen allerdings bestimmte

Werte einiger Parameter nicht genutzt werden. Auf Strecken, die mit Systemversion 1.0 ausgerüstet sind, können Fahrzeuge nach [Baseline 2](#) also uneingeschränkt fahren.

Nein, das stimmt nicht ganz, ein [RBC Baseline 3](#) Systemversion 1.0 darf zwar nur Nachrichten senden, die ein aktuelles [Baseline-2](#)-Fahrzeug versteht, in einigen Fällen aber in *Situationen*, in denen ein [Baseline-2](#)-Fahrzeug sie nicht versteht.

- **Systemversion 1.1** ergänzt einige Nachrichten, die von [Baseline-3](#)-Fahrzeugen verstanden werden (u. a. die Parameter für die [Bremskurven](#)), aber aus den alten Nachrichten nicht umgerechnet werden können. Ein Fahrzeug nach [Baseline 2](#) kennt diese Nachrichten nicht und ignoriert sie (ab SRS 2.3.0d verpflichtend), kann also auch hier uneingeschränkt fahren. Es gibt zudem Fahrzeuge, die keine [Baseline 3](#) beherrschen, aber die [Bremskurven](#)parameter verstehen (das ist beispielsweise auf VDE 8 eine Netzzugangsvoraussetzung). Systemversion 1.1 wurde mit [Baseline 3](#) eingeführt (in der damaligen SRS 3.3.0).
- **Systemversion 2.0** entspricht schließlich der vollständigen Nutzung des anfangs in [Baseline 3](#) definierten Formats. Auf einer solchen Strecke können nur Fahrzeuge fahren, die mit [Baseline 3](#) oder höher ausgerüstet sind.
Systemversion 2.0 wurde mit [Baseline 3](#) eingeführt (in der damaligen SRS 3.3.0).
- **Systemversion 2.1** entspricht weitgehend der [2.0](#), unterstützt aber paketorientierte Datenübertragung (GPRS). Allerdings bezogen sich zuletzt alle [Spezifikationsgruppen](#) der aktualisierten [TSI 2016/919](#) auf die GSM-R-Baseline 1, die GPRS enthält.
Systemversion 2.1 wurde mit [Baseline 3 Release 2](#) (SRS 3.6.0) eingeführt.
- **Systemversion 2.2** bietet zusätzliche Funktionen für Automatisches Fahren, also ATO (Automatic Train Operation), im Automatisierungsgrad (GoA) 2. Der Fahrzeugführer muss hierbei das Abfahrkommando geben. Ein vollautomatischer Betrieb ist noch nicht vorgesehen.
Systemversion 2.2 wurde mit [Baseline 4 Release 1](#) (SRS 4.0.0) eingeführt.
- **Systemversion 2.3** enthält Anpassungen für das Future Railway Mobile Communication System (FRMCS), das GSM-R ablösen wird. Sie erlaubt zudem Rangieren ohne Funkabbau und ohne Eingabe von Zugdaten, was vor allem in Kombination mit der Digitalen Automatischen Kupplung sinnvoll ist. Diese Punkte waren bislang wesentliche Kritikpunkte, da nach dem Rangieren praktisch ein Neustart des Fahrzeugs erforderlich war. Hierzu müssen die Fahrzeuge aber diese Systemversion unterstützen.
Systemversion 2.3 wurde mit [Baseline 4 Release 1](#) (SRS 4.0.0) eingeführt.
- **Systemversion 3.0** hat gegenüber der [2.3](#) nur einige Detailverbesserungen. Da viele ETCS-Strecken in Europa noch auf Systemversion X=1 beruhen und Systemversion 3.0 nur mit [Baseline-4](#)-Fahrzeugen möglich ist, wird eine Einführung vermutlich noch länger auf sich warten lassen (Sonderanwendungen als Inselbetrieb wären möglich).
Systemversion 3.0 wurde mit [Baseline 4 Release 1](#) (SRS 4.0.0) eingeführt.

Entsprechend kann ein Fahrzeug nach [Baseline 4](#) auf allen Strecken fahren (siehe aber weiter unten), eines nach [Baseline 3](#) auf allen im Oktober 2023 vorhandenen Strecken, wobei es auf Strecken mit [Systemversion 1.0](#) und je nach Nutzung der optionalen Nachrichten auch mit [Systemversion 1.1](#) insofern Einschränkungen geben kann, als dass einige Informationen nicht umgerechnet werden können und dem Fahrzeug fehlen. ([B2](#)-Fahrzeuge haben diese natürlich auch nicht.)

Es ergibt sich folgendes Bild für die in der alten TSI definierten Spezifikationsgruppen und die neue TSI, was die Systemversionen betrifft. Die Tabelle ist zu lesen als

Ein Fahrzeug der angegebenen Spezifikationsgruppe bzw. Baseline beherrscht jede der angegebenen Systemversionen.

oder als

Ein RBC der angegebenen Spezifikationsgruppe bzw. Baseline kann eine beliebige der angegebenen Systemversionen nutzen. (Im laufenden Betrieb ändert sich diese nicht.)

Spezifikationsgruppe	Baseline	SRS	Systemversion						
			1.0	1.1	2.0	2.1	2.2	2.3	3.0
# 1	B2	2.3.0d	X	CR	-	-	-	-	-
# 2	B3MR1	3.4.0	X	X	X	-	-	-	-
# 3	B3R2	3.6.0	X	X	X	X	-	-	-
n/a	B4R1	4.0.0	X	X	X	X	X	X	X

CR = Wenn Change Request 595 und die zugehörigen CR umgesetzt sind, sind wesentliche Teile verfügbar. jedoch nicht die volle Funktionalität.

Wenn man betrachtet, in welcher Systemversion ein Fahrzeug in Level 2 arbeitet, sieht die Tabelle etwas anders aus. Das Fahrzeug wählt immer die höchste von ihm unterstützte Systemversion Y innerhalb der vom RBC vorgegebenen Systemversion X.

Spezifikationsgruppe	Baseline	SRS	Systemversion						
			1.0	1.1	2.0	2.1	2.2	2.3	3.0
# 1	B2	2.3.0d	X	-	-	-	-	-	-
# 2	B3MR1	3.4.0	-	X	X	-	-	-	-
# 3	B3R2	3.6.0	-	X	-	X	-	-	-
n/a	B4R1	4.0.0	-	X	-	?	?	X	X

? = Dazu kommen wir weiter unten.

Nach der alten TSI konnte ein RBC also nach B3MR1 zertifiziert sein und somit die SRS 3.4.0 anwenden, aber trotzdem nur die Systemversion 1.0 unterstützen, also auch für Baseline-2-Fahrzeuge geeignet sein. Das gilt beispielsweise auch für die RBC der VDE 8, die nach Spezifikationsgruppe # 2 (also mit SRS 3.4.0) entwickelt und zugelassen wurden, aber in Systemversion 1.0 bzw. 1.1 betrieben werden.

Aber: Nach der alten TSI konnte ein RBC ebenso nach B3R2 zertifiziert sein und somit die SRS 3.6.0 anwenden, trotzdem jedoch in Systemversion 1.0 betrieben werden.

Und: Es konnte aber auch nach B2 zertifiziert sein (SRS 2.3.0d).

Alle drei Systeme würden sehr ähnlich mit dem gleichen Fahrzeug kommunizieren - womöglich mit kleinen Unterschieden im Verhalten, aber zueinander kompatibel.

Die neue TSI beseitigt diese Mehrdeutigkeit. Konkret ist es nur noch möglich, RBC und Fahrzeuge nach Baseline 4 zuzulassen. Für das RBC wird aus diesem Rahmen eine der sieben Systemversionen gewählt, in der es arbeiten soll. Aus RBC-Sicht ist dies im Prinzip bereits bekannt, da die

Systemversion frei aus den Systemversionen der jeweiligen Baseline/SRS-Version gewählt werden konnte. Zudem ist der Funktionsumfang eines RBC vom Anwender (Land bzw. Betreiber) definiert.

Aber auch mit der Angabe von Spezifikationsgruppe und Systemversion ist die Strecke oder das Fahrzeug noch immer nicht eindeutig definiert. Der Grund hierfür ist, dass die anzuwendenden Normen in der TSI spezifiziert sind – teilweise sogar mit mehreren möglichen Versionen. Die Konformitätsbewertung der Benannten Stellen (Notified Bodies, kurz NoBo) verweist somit auf die TSI und die Spezifikationsgruppe.

Recht unglücklich ist, dass sich von SRS 1.2.0 bis 2.3.0d alle Systemversionen als 1.0 bezeichnen. Fahrzeuge vor 2.3.0d sind aber nicht uneingeschränkt kompatibel zu einer aktuellen Strecke mit Systemversion 1.0 und in der Regel überhaupt nicht mit 1.1. In der Schweiz verkehren noch Fahrzeuge nach SRS 2.2.2+, was einige Einschränkungen im Funktionsumfang bedeutet.

2.2.3 Von Rahmen (Envelopes) und inkompatibler Kompatibilität

Aber was ist mit den Fahrzeugen, müssen diese nun plötzlich alle sieben Systemversionen unterstützen?

Nein!

Für Fahrzeuge definiert Baseline 4 mehrere Rahmen (Envelopes), die angewendet werden können. So muss ein Fahrzeug nach Baseline 4 zwar die Systemversionen 1.0, 1.1, 2.0 und 2.1 unterstützen, aber es gibt die Optionen,

- keine weitere Systemversion oder
- zusätzlich die Systemversion 2.2 oder
- zusätzlich die Systemversionen 2.2, 2.3 und 3.0

zu realisieren. Damit ergibt sich mindestens die gleiche Kompatibilität wie mit der früheren Spezifikationsgruppe # 3. Der wesentliche Unterschied zu dieser ist, dass Baseline 4 Fehler korrigiert. Wenn nach der alten TSI eine „alte“ Spezifikationsgruppe genutzt wurde, wurden die in den neuen Baselines implementierten Fehlerkorrekturen nicht automatisch angewendet. Die neue TSI setzt nun alle neuen Systeme verpflichtend auf den gleichen Stand – theoretisch. Es gibt Übergangsregelungen, auf die ich nicht näher eingehen möchte.

Die Systemversionen 2.2 und 2.3 unterscheiden sich in der ETCS-Sprache von der 2.0 und 2.1. In ganz kleinem Rahmen gab es dies auch in B3R2 zwischen 2.0 und 2.1, jetzt sind die Unterschiede aber größer. Faktisch sind die Sprachen der Systemversionen X=2 inkompatibel.

Um dieses Problem zu beheben, muss das RBC wissen, welche Systemversionen das Fahrzeug unterstützt. Dank Packet P2/Onboard supported system versions ist dies der Fall, wenn das Fahrzeug mindestens die Systemversion 2.1 beherrscht. Bei einem Fahrzeug, das nur die SV 2.0 beherrscht, ergibt sich dies implizit aus dem Fehlen von P2. So kann das RBC beispielsweise in Systemversion 2.2 arbeiten, muss dann aber zur Kommunikation mit einem Fahrzeug, das nur die 2.1 beherrscht, einige Packets anpassen.

2.2.4 Übersicht aktuelle TSI

TSI ZZS entsprechend der Durchführungsverordnung (EU) 2023/1695 der Kommission vom 10. August 2023

- rechtlich verbindliche Anforderungen zur Ausrüstung von Eisenbahnstrecken mit ETCS und GSM-R
- referenzierte Normen
- Vorschriften zur Fehlerkorrektur usw.
- ETCS **Baseline 4 Release 1** mit SRS 4.0.0
 - Systemversion 1.0
 - Systemversion 1.1
 - Systemversion 2.0
 - Systemversion 2.1
 - Systemversion 2.2
 - Systemversion 2.3
 - Systemversion 3.0
- GSM-R Baseline 1 Maintenance Release 1 (mit GPRS)
- FRMCS Baseline 0
- ATO Baseline 1 Release 1

2.2.5 Übersicht ehemalige TSI

TSI ZZS entsprechend der Verordnung (EU) 2016/919 der Kommission vom 27. Mai 2016, geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2019/776 der Kommission vom 16. Mai 2019

- damals rechtlich verbindliche Anforderungen zur Ausrüstung von Eisenbahnstrecken mit ETCS und GSM-R
- referenzierte Normen
- **Spezifikationsgruppe # 1**
 - ETCS **Baseline 2** mit SRS 2.3.0d
 - * Systemversion 1.0
 - GSM-R Baseline 1 mit GPRS
- **Spezifikationsgruppe # 2**
 - ETCS **Baseline 3 Maintenance Release 1** mit SRS 3.4.0
 - * Systemversion 1.0
 - * Systemversion 1.1

- * Systemversion 2.0
- GSM-R Baseline 1 mit GPRS
- Spezifikationsgruppe # 3
 - ETCS Baseline 3 Release 2 mit SRS 3.6.0
 - * Systemversion 1.0
 - * Systemversion 1.1
 - * Systemversion 2.0
 - * Systemversion 2.1
 - GSM-R Baseline 1 mit GPRS

3 Hardware

Eine Zugbeeinflussung benötigt mindestens zwei Komponenten: Eine streckenseitige, die die erforderlichen Informationen (wenigstens Halt/Fahrt) überträgt und eine fahrzeugseitige, die diese auswertet.

3.1 Strecke

3.1.1 Übersicht

An der Strecke kann man die nachfolgend aufgeführten Einrichtungen finden. Die **Eurobalise** ist an ETCS immer beteiligt, in **Level 1** zusätzlich **LEU** (oder **Z-LEU**). In **Level 2** gibt es hingegen **RBC**. Die anderen Einrichtungen sind optional.

3.1.2 Eurobalise

Häufig bekommt das Fahrzeug seine Daten an *Eurobalisen*, die ein unverzichtbarer Bestandteil von ETCS sind. Dabei handelt es sich um mittig im Gleis verlegte Transponder, die vom Fahrzeug magnetisch aktiviert werden. Mit der Energie dieses Magnetfeldes sendet die Balise ihre eigenen Daten in einem codierten Magnetfeld an das Fahrzeug. Theoretisch kann auch das Fahrzeug durch Codierung des Magnetfeldes Daten senden, das wird bei ETCS aber nicht genutzt.

Die Daten der Balisen können fest programmiert sein. Sie sind dann nur mit einem Programmiergerät zu verändern, je nach Hersteller im Gleis oder erst nach Ausbau. Solche Festdatenbalisen können entsprechend nur unveränderliche Streckendaten übertragen. Ihr Vorteil ist jedoch, dass sie nur im Gleis befestigt werden müssen und weder Energieversorgung noch andere Verkabelung benötigen.

Es gibt aber auch steuerbare Balisen, deren Inhalt beliebig geändert werden kann. Solche Transparentdatenbalisen können zum Beispiel zwischen Halt und Fahrt umschalten.

Balisen können im Prinzip einzeln verlegt werden, aber auch in Gruppen von bis zu acht. Echte **Balisengruppen**, also solche aus mehreren Balisen, haben drei mögliche Vorteile:

- Die Kapazität einer Balise ist recht begrenzt. Maximal 830 Nutzbits sind halt endlich. Mit mehreren Balisen kann das nutzbare Datenvolumen erhöht werden.
- Balisen können dupliziert werden. Falls das Fahrzeug durch eine kurzzeitige Störung eine Balise nicht lesen kann, dann womöglich immer noch das Duplikat. Das erhöht die Sicherheit, aber auch die Verfügbarkeit.
- Eine Balise hat keine Richtung. Die Transpondersignale sind beim Befahren in beide Richtungen identisch. Das Fahrzeug soll aber seine Position in Bezug auf Balisen ermitteln können. Eine Richtung gibt es erst dann, wenn das Fahrzeug entweder zwei Einzelbalisen gelesen hat (die Richtung muss in diesem Fall streckenseitig ermittelt werden) oder aus der Reihenfolge der Transpondersignale von **Balisengruppen** eine Richtung ermittelt werden kann.

Eine Konsequenz der fehlenden Richtung ist beispielsweise, dass eine einzelne Balise nicht eine Information wie „Fahrt frei für die nächsten 1000 m“ enthalten kann – ausgenommen dieses gilt tatsächlich für beide Fahrtrichtungen.

Eine **Balisengruppe** kann beliebig aus Transparent- und Festdatenbalisen aufgebaut sein. Auch eine Transparentdatenbalise mit einer Festdatenbalise zu duplizieren ist denkbar, wird in der Regel aber wenig Sinn machen.

Eine Balise enthält Information in Form von *Packets*, zu Deutsch Paketen. Die möglichen **Packets** sind fest definiert. Alle **Packets** einer Balise ergeben das *Balisentelegramm*, und die Gesamtheit der *Balisentelegramme* einer **Balisengruppe** die *Message* (Nachricht).

Aufbau eines Balisentelegramms

Was steht denn so in einem **Balisentelegramm**? Schauen wir uns zunächst den „Kopf“ (Header) an:

Q_UPDOWN Übertragungsrichtung, immer 1/Up link telegram, also von der Strecke an das Fahrzeug. Die Gegenrichtung wurde durch ETCS nie genutzt und inzwischen aus der Spezifikation entfernt.

M_VERSION Siehe **M_VERSION**

Q_MEDIA Transportmedium, immer 0/Balise. Bei **Euroloop** steht entsprechend 1/Loop im Kopf. Allerdings hat eine **Euroloop** keine **Telegramme**, sondern bildet eine **Message**.

N_PIG Laufende Nummer der Balise innerhalb der **Balisengruppe**, beginnend mit 0/1 am the 1st. Es handelt sich nicht um ein Schwein (engl. Pig), sondern um die „Position In Group“. Die Balise mit Nummer 0 markiert die Bezugsordinate der **Balisengruppe**, die Nominalrichtung folgt aufsteigenden Nummern. Da eine Balisengruppe maximal 8 Balisen haben kann, gehen die Nummern bis 7. Es gibt in ETCS keinerlei Information darüber, wo die Balisen mit **N_PIG** > 0 liegen. Es gibt zwar minimale und maximale Distanzen zwischen Balisen einer **Balisengruppe**, die konkreten Werte werden jedoch nirgends abgelegt.

N_TOTAL Die Anzahl der Balisen in der **Balisengruppe**, 1 bis 8, als Werte bei Null beginnend, also von 0 bis 7. Die meisten **Balisengruppen** haben 2 Balisen. **Balisengruppen**, die vor allem zur Verbesserung der Annäherung von Zügen mit **L2-MA** an ein Signal dienen, kommen mit einer Balise aus. In einigen sehr speziellen Fällen werden auch andere **Balisengruppen** mit nur einer Balise ausgerüstet. Beides gilt für Deutschland, in einigen anderen Ländern werden nur **Balisengruppen** mit mindestens zwei Balisen eingesetzt.

Diese Information nur in einer Balise abzulegen, wäre nicht ausreichend, falls genau diese Balise nicht gelesen wird. Außerdem sind einheitliche Datenstrukturen praktischer.

M_DUP Gibt an, ob die Balise dupliziert ist:

- 00 No duplicates
- 01 This balise is a duplicate of the next balise.
- 10 This balise is a duplicate of the previous balise.

M_MCOUNT Message Counter. Damit wird geprüft, ob alle **Balisentelegramme** zur gleichen **Balisenmessage** gehören. Wenn **Transparentdatenbalisen** genutzt werden, kann ein Fahrzeug eine **Balisengruppe** während des Schreibens passieren, so dass die gelesenen **Balisentelegramme** nicht zusammengehören. Das wird über den Message Counter offenbart. Es können auch immer gültige oder immer ungültige **Balisentelegramme** definiert werden.

NID_C Siehe **NID_C**

NID_BG Innerhalb von **NID_C** eindeutige Kennung der **Balisengruppe**. (Ausnahmen sind für *unverlinkte* Balisengruppen möglich.)

Q_LINK Angabe, ob die **Balisengruppe** 1 = linked oder 0 = unlinked ist. Nur verlinkte Balisengruppen können als **LRBG** genutzt und in **P5/Linking** aufgenommen werden. Eine derart als *linked* gekennzeichnete **Balisengruppe** muss aber nicht im Linking enthalten (*linked*) sein. Diese beiden Begriffe gehen bereits in der **ETCS-SRS** durcheinander.

Als *unlinked* gekennzeichnete **Balisengruppen** werden auch dann gelesen, wenn sie nicht im Linking angekündigt wurden und müssen aus mindestens zwei Balisen bestehen. Mit diesen können somit vorübergehend Informationen übertragen werden, ohne vorhandene Balisen umzuprogrammieren. Man spricht auch von *Wurfbalisen*.

Packets Auf den Header folgen optional **Packets**, als erstes **P0/Virtual Balise Cover marker** Balisen, die nur zur Ortung genutzt werden oder lediglich als zweite Balise einer **Balisengruppe** dienen, haben keine optionalen **Packets**.

Abschluss Den Abschluss bildet immer **P255/End of Information**, das das Ende der Nutzdaten kennzeichnet.

3.1.3 Euroloop

Dass eine **Balise** einen relativ genau definierten Ort bezeichnet, ist für die Fahrzeugortung ein Vorteil. Es bedeutet aber auch, dass eine Datenübertragung nur am **Balisenort** möglich ist. Nähert sich ein Zug einem Haltsignal, so entsteht damit ein ähnliches Problem wie bei der PZB 90: Der Zug wird auch nach Fahrtstellung restriktiv überwacht.

Die *Euroloop* kann hingegen bis zu 1000 m lang sein und die Fahrtstellung frühzeitig übertragen. Durch das Füllen der Übertragungslücke wird das Verfahren als *Loop Infill* bezeichnet. Da bei ETCS-Betrieb der Triebfahrzeugführer auf dem **DMI** ein Vorschaubild hat, wird nicht nur die restriktive Überwachung deaktiviert, sondern die Fahrtstellung gleich auf dem Führerstand signalisiert. Durch diese Aktualisierung an Anzeige kann mit Euroloop auf streckenseitige Signale vollständig verzichtet werden, was nur mit **Balisen** nicht ginge. Allerdings bewerkstelligt das auch **Euroradio**.

3.1.4 Euroradio

Neben **Balisen** und **Loop** können Daten auch per Funk übertragen werden. Genau genommen per Telefon, per Mobiltelefon. In diesem Fall nennt es sich *Global System for Mobile Communications - Rail*. Das GSM-R wird auch als Ersatz für klassischen Zugfunk genutzt. Da Mobiltelefone keine sichere Datenübertragung kennen, werden sie um ein sicheres Übertragungsprotokoll ergänzt. Das Ganze nennt sich dann *Euroradio*.

Euroradio kann entweder sämtliche Nutzdaten übertragen oder analog zu einer **Euroloop** nur als Lückenfüller dienen (*Radio Infill*). Dafür gibt es dann den Ausdruck *Radio Infill Unit* (RIU).

Das Problem bei GSM-R ist die verbindungsbasierte Kommunikation. Es ist derzeit nicht möglich, einen größeren Bahnhof so mit Funkzellen auszustatten, dass dort alle Züge in ETCS per Funk (also in **Level 2**) geführt werden können. GPRS war als mögliche Alternative im Gespräch, jedoch auch nicht ausreichend. Aktuell ist die Einführung von 5G als *Future Railway Mobile Communication System* FRMCS geplant. FRMCS soll allerdings unabhängig von der genutzten Technik sein.

Aufbau einer Message Track to Train

Was steht denn so in einer **Euroradio-Message**? Schauen wir uns zunächst den Header der **Messages** von der Strecke an das Fahrzeug an:

NID_MESSAGE Die Nummer, die den Typ der **Message** angibt.

L_MESSAGE Die Länge der **Message** in Bytes, über alles. Es ist möglich, dass die Nutzdaten (die Variablen der **Message** und die **Packets**) das letzte Byte nicht füllen. In diesem Fall werden Bits aufgefüllt (Padding).

T_TRAIN Der Zeitstempel beim Senden der **Message**. Es besteht keine Beziehung zu irgendwelchen Zeitzonen, sondern das **RBC** muss die Zeitbasis des Zuges nachbilden. Genutzt wird der Zeitstempel vor allem, um die Reihenfolge der **Messages** zu gewährleisten.

M_ACK Die Angabe, ob das Fahrzeug den Empfang der **Message** bestätigen soll oder nicht. Diese Bestätigung gilt nur für den formal korrekten Empfang einer konsistenten **Message** und sagt nichts darüber aus, ob das Fahrzeug den Inhalt nutzt.

NID_LRBG Die **LRBG**, auf die sich die **Message** bezieht. Damit wird ein Ortsbezug hergestellt. Einige **Messages** haben keinen Ortsbezug, die **LRBG** muss aber dennoch angegeben werden. Die Variable kann vom **RBC** allerdings auch mit einer **ORBG** belegt werden.

Variablen Auf den Kopf folgen jene Variablen, die fest in der **Message** enthalten sind und zu keinem **Packet** gehören. Solche Variablen gibt es in rund der Hälfte der **Messages**.

Packets Anschließend folgen **Packets**. Einige **Messages** enthalten immer bestimmte **Packets**, andere optional und einige keine. Falls eine **Message** mehrere **Packets** enthält, kann ihre Reihenfolge relevant sein.

Padding Die *Message* wird bei Bedarf auf ein ganzes Byte aufgefüllt.

Aufbau einer Message Train to Track

Eine *Messages* vom Fahrzeug an die Strecke ist etwas anders aufgebaut:

NID_MESSAGE Die Nummer, die den Typ der *Message* angibt.

L_MESSAGE Die Länge der *Message* in Bytes, über alles. Es ist möglich, dass die Nutzdaten (die Variablen der *Message* und die *Packets*) das letzte Byte nicht füllen. In diesem Fall werden Bits aufgefüllt (Padding).

T_TRAIN Der vom Fahrzeug gebildete Zeitstempel beim Senden der *Message*.

NID_ENGINE Siehe **NID_ENGINE**. Das *RBC* muss sich in seinen *Messages* hingegen nicht identifizieren, obwohl die Beziehung auch dort nicht immer eindeutig ist (Verbindung zu *RBC_{HOV}* und *RBC_{ACC}*).

Variablen Auf den Kopf folgen jene Variablen, die fest in der *Message* enthalten sind und zu keinem *Packet* gehören. Solche Variablen gibt es in rund der Hälfte der *Messages*.

Packets Anschließend folgen *Packets*. Einige *Messages* enthalten immer bestimmte *Packets*, andere optional und einige keine. Falls eine *Message* mehrere *Packets* enthält, kann ihre Reihenfolge relevant sein. Die meisten *Messages* vom Fahrzeug an die Strecke enthalten am Anfang einen *Position Report*, also *P0/Position Report* oder *P1/Position Report based on two balise groups*.

Padding Die *Message* wird bei Bedarf auf ein ganzes Byte aufgefüllt.

3.1.5 LEU

Um *Transparentdatenbalisen* zu beschreiben, kann ein einfaches streckenseitiges Gerät genutzt werden, das nur Signalbegriffe und evtl. einige Weichenlagen abgreift, eine so genannte *Lineside Electronic Unit* LEU. Eine LEU kann auch eine *Euroloop* ansteuern.

3.1.6 Z-LEU

Die Ansteuerung eines Bahnhofs mit einer *LEU* pro Signal ist zwar prinzipiell möglich, aber eher ineffektiv. Außerdem wird dabei eine Vorsignalisierung bzw. ausreichend lange Vorausschau für höhere Geschwindigkeiten schwierig. Es ist aber möglich, die gesamten Daten eines Stellwerks im Zusammenhang zu betrachten und von diesem System aus alle *Transparentdatenbalisen* und *Loops* anzusteuern. Das nennt sich dann zentralisierte LEU (Z-LEU). Dieser Begriff ist allerdings nicht Teil der offiziellen Spezifikation.

3.1.7 RBC

Auch die Daten für **Euroradio** müssen erzeugt werden. Sofern es sich nicht um **Radio Infill** handelt, geschieht das für ein oder sogar mehrere Stellwerke zentral, wie bei einer **Z-LEU**. Eine solche Zentrale nennt sich *Radio Block Centre* oder RBC. Ein RBC kann unter Umständen auch zugleich als **Z-LEU** genutzt werden und erlaubt dann Mischbetrieb in **Level 1** und **Level 2**.

3.1.8 RIU

Eine *Radio Infill Unit* liefert Infill-Informationen per **Radio Infill** an Fahrzeuge und ist somit ein sehr kleines **RBC**, das im Minimalfall nicht viel mehr Daten nutzt als eine **LEU**. Eine RIU kann aber auch Fahrzeuge mit Infill-Informationen für mehrere Signale versorgen.

3.2 Fahrzeug

3.2.1 Übersicht

Ohne konkret auf die Systemarchitektur Bezug zu nehmen, sind fahrzeugseitig zu nennen:

3.2.2 OBU

Das eigentliche Fahrzeuggerät, die *On-Board Unit* (OBU). Das ist ein gängiger Begriff, auch wenn er im offiziellen Glossar gar nicht auftaucht. Dort ist nur von *Trainborne Equipment* die Rede. Die funktionale Spezifikation spricht hingegen nur von *On-board Equipment*. Die OBU ist ein signaltechnisch sicherer Rechner, der auch als *European Vital Computer* (EVC) bezeichnet wird. Wichtig ist hier vor allem, dass die OBU auf die Bremse zugreifen kann, um den Zug notfalls auch ohne Mitwirkung des Triebfahrzeugführers zu bremsen.

3.2.3 Odometrie

Da ETCS **Bremskurven** überwacht, muss das Fahrzeug immer wissen, wo es sich befindet. Deshalb ist auch eine Odometrie (Wegstreckenmessung) erforderlich. Mit einem einfachen Umdrehungszähler ist es dabei nicht getan, da Räder bei Bremsen und Beschleunigen Gleiten bzw. Schleudern können. Es gibt da verschiedene Methoden – Vergleichsmessung aller Radsätze, nicht angetriebene bzw. gebremste Achsen, Radarmessung.

Auch Positionsbestimmung per Satellitenortung kann ergänzend genutzt werden. Die Ortung ist allerdings nicht genau genug, um unter den Sicherheitsanforderungen der Eisenbahn eindeutig zwischen zwei Parallelgleisen zu entscheiden.

Eine der wichtigen Eigenschaften der Positionsbestimmung ist, dass lediglich ein eindimensionales Koordinatensystem genutzt wird – **LRBG**, Orientierung und Distanz zu dieser. Sobald das Fahrzeug spitz über eine Weiche fährt, ist seine Position nicht mehr eindeutig bekannt. Erst durch das Erkennen einer neuen **LRBG** weiß ETCS (also vor allem das **RBC** wieder, wo das Fahrzeug ist.

3.2.4 DMI

Da der Triebfahrzeugführer über den Zustand der Zugsicherung informiert werden soll (um z. B. die **Bremsskurve** mit der aktuellen Geschwindigkeit vergleichen zu können), gibt es ein *Driver Machine Interface*, kurz DMI). Im älteren Stand der Spezifikationen (**Baseline 2**) nannte es sich noch MMI (Man Machine Interface), zu **Baseline 3** wurde auf die neutrale Version umgestellt. Das DMI kann auch für Eingaben genutzt werden, sei es zur Eingabe der Zugdaten, sei es zur Quittierung von Befehlen. Wesentlicher Teil des DMI ist im normalen Betrieb ein Tachometer.

3.2.5 Balisenantenne

Die Balisenantenne wird in jedem Fall benötigt, um Informationen von **Balisen** empfangen zu können. Die Balisenantenne ist nur ein Teil des *Balise Transmission Module*, kurz BTM.

3.2.6 Loop-Antenne

Obwohl **Euroloop** derzeit nicht weit verbreitet ist, kann ein Fahrzeug der Strecke prinzipiell die Nutzung nicht untersagen (Interoperabilität). Wenn **Level 1** ohne Signale genutzt wird, darf die Loop-Antenne als Zugangsvoraussetzung festgelegt werden. Anderenfalls ist sie optional.

3.2.7 Euroradio

Soweit mir bekannt ist, haben alle Fahrzeuge zwei Geräte (Mobiles). Das hat vor allem den Vorteil einer Redundanz, verbessert aber auch den Übergang auf ein anderes **RBC**, also entweder auf eine andere Strecke oder den weiteren Verlauf der gleichen Strecke.

Der offizielle Name des GSM-R-Datenfunkgeräts ist *EDOR* für ETCS Data Only Radio. Mobile ist aber durchaus üblich, die **ETCS-SRS** erwähnt an einigen Stellen den Begriff „Mobile Terminal“. Handelsübliche EDOR können zwei Kommunikationssitzungen halten, sind also „zwei Mobiles“.

3.2.8 STM

Ein *Specific Transmission Module* realisiert ein konventionelles Zugbeeinflussungssystem („Alt-system“ oder fachlich korrekt Class-B-System). Das System wird in **Level NTC Mode SN** aktiv und nutzt das **DMI** für Bedienung und Anzeige.

STM werden über eine definierte Schnittstelle mit der **OBU** verbunden und haben eigene Schnittstellen zur Strecke. So hat ein STM PZB/LZB Antennen für PZB und LZB, ein STM ATB liest codierte Gleiskreise usw. Es können mehrere STM angeschlossen werden, um die Class-B-Systeme mehrerer Länder zu beherrschen.

Ein STM kann in **Baseline 3** über eine Zuordnungstabelle für mehrere **NTC** zuständig sein. Dies ist insbesondere bei hardwareseitig sehr ähnlichen Systemen wie PZB/LZB, PZB und verschiedenen Formen der INDUSI (Kroatien, Slovenien, Rumänien) praktisch.

4 Level

4.1 Übersicht

ETCS ist nicht gleich ETCS. Es gibt im Prinzip vier verschiedene Anwendungsstufen, Level genannt:

- Level NTC (Baseline 2: STM)
- Level 0
- Level 1
- Level 2
- zudem gab es früher noch den Level 3

4.2 Level NTC



Genau genommen ist dies kein ETCS-Level, da das ETCS-Fahrzeuggerät hierbei keine Überwachungsaufgaben wahrnimmt. NTC bedeutet *National Train Control*, ist also die nationale Zugbeeinflussung. In [Baseline 2](#) nannte sich der Level noch STM, was für *Specific Transmission Module* steht. Ein STM stellt die Anpassung an eine klassische Zugbeeinflussung zur Verfügung. So kann z. B. ein Fahrzeug mit ETCS-Fahrzeuggerät bei Vorhandensein eines STM „PZB 90“ auf normalen deutschen Strecken fahren. Da das STM neben der eigentlichen Schnittstelle auch die gesamte Auswertung umfasst, wurde der Name in der neuen ETCS-Version ([Baseline 3](#)) geändert. Das STM greift lediglich auf einige Komponenten von ETCS zurück, z. B. auf das [DMI](#), also die Bedien- und Anzeigebefläche.

In Level NTC wird das Fahrzeug also typisch auf eine Höchstgeschwindigkeit und auf das Beachten der Signalbegriffe überwacht. In welchem Rahmen dies erfolgt, hängt naturgemäß vom genutzten STM ab.

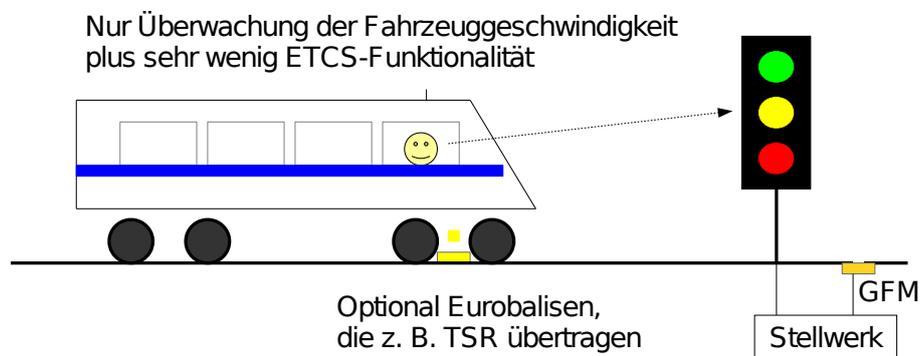
Das generische NTC-Symbol ist lediglich ein Platzhalter, es wird immer das tatsächlich aktive NTC gezeigt, so wie im zweiten Symbol PZB/LZB.

4.3 Level 0



Level 0 ist nun einerseits zwar ein echter ETCS-Level, weil das ETCS-Fahrzeuggerät hierbei alle Überwachungsaufgaben bewältigt. Andererseits aber wird außer einer fahrzeugbedingten Höchstgeschwindigkeit fast nichts überwacht, so dass man hierbei nur sehr bedingt von einer Zugbeeinflussung sprechen kann. Immerhin liest das Fahrzeug temporäre Langsamfahrstellen (TSR) von [Balisen](#).

ETCS Level 0



4.4 Level 1



Hier sind wir bei der „untersten“ Stufe der echten Zugbeeinflussung angelangt. In diesem Level wird lediglich unidirektionale Kommunikation genutzt, d. h. das Fahrzeug bekommt Daten von der Strecke, kann auf diese aber nicht antworten (mit einer **RIU** gibt es zwangsläufig Verkehr in beide Richtungen, allerdings nicht mit Nutzdaten). Die Strecke „weiß“ nichts von einem Fahrzeug (außer indirekt über die Gleisfreimeldung). Das macht die streckenseitige Implementierung einerseits einfacher, erlaubt aber kein Eingehen auf die spezifischen Belange eines Zuges. Zwar kann das auf konventionellem Wege, also über die Gleisfreimeldung und eine Zugnummernmeldeanlage, weitgehend ersetzt werden, die Zugnummernmeldung ist jedoch nicht sicher, und der Aufwand wäre im Vergleich zum Gewinn zu hoch. Einige **Packets** können zwar Datensätze für verschiedene Zugkategorien gleichzeitig enthalten, aufgrund der begrenzten Kapazität von **Balisen** ist dem allerdings in der Praxis eine Grenze gesetzt.

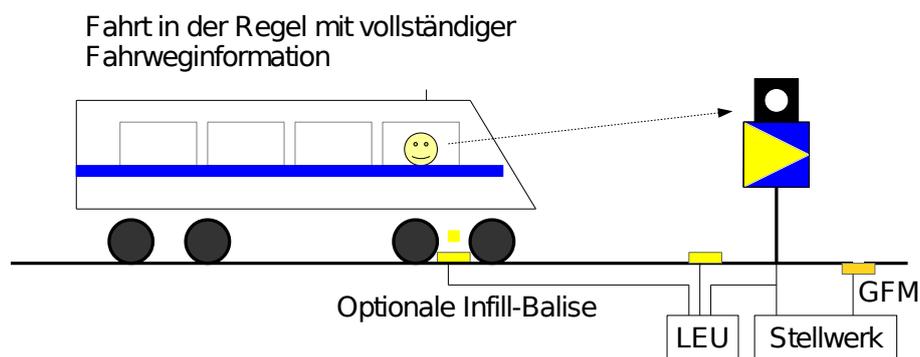
Im Regelfall bekommt das Fahrzeug in Level 1 seine Daten an **Eurobalisen**. Aus der Beschreibung zur **Euroloop** wird klar, dass ein flüssiger Betrieb und der Verzicht auf Signale in Level 1 nur mit **Loop Infill** oder **Radio Infill** möglich ist. Gut, das stimmt nicht ganz, aber den Bereich vor dem Signal mit **Balisengruppen** zu pflastern ist keine wirtschaftliche Alternative. Level 1 kann allerdings ein geeignetes Mittel sein, um einen Zug schon einmal durch ETCS gesichert fahren zu lassen, bevor dieser in **Level 2** aufgenommen wird.

Im Prinzip läuft L1 ohne Infill so: Der Triebfahrzeugführer sieht vor sich ein Signal aufleuchten. Das kann ein richtiges Signal sein oder lediglich eine weiße Lampe, die sagt „Fahre über die **Balise**, dann bekommst Du eine Fahrerlaubnis.“ Die **LEU** oder **Z-LEU** hat derweil die erforderlichen Daten in die **Balise** geschrieben, so dass der Zug sie beim Passieren lesen kann. Der Zug hat damit seine Fahrerlaubnis samt den Streckendaten und rechnet diese in eine **Bremskurve** um, die dem Fahrer angezeigt wird. Dieser kann dann fahren. Nur wenn er zu schnell fährt bzw.

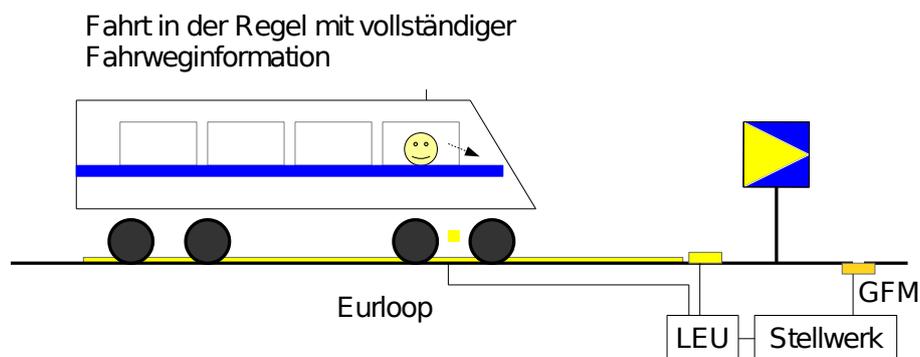
nicht rechtzeitig bremst, bekommt er am **DMI** eine Warnung. Wenn er dann immer noch nicht reagiert, reagiert die **OBU** mit einem Bremsingriff.

Bei vielen anderen Zugbeeinflussungssystemen wird regelmäßig eine Bestätigung des Triebfahrzeugführers angefordert. Beispielsweise muss bei der PZB 90 quasi ständig die Wachsamkeitstaste gedrückt werden, wenn ein Zug direkt auf einen anderen folgt (immer „Halt erwarten“). ETCS ist weniger aufdringlich und bleibt oft komplett still, wenn der Triebfahrzeugführer innerhalb der **Bremskurve** bleibt.

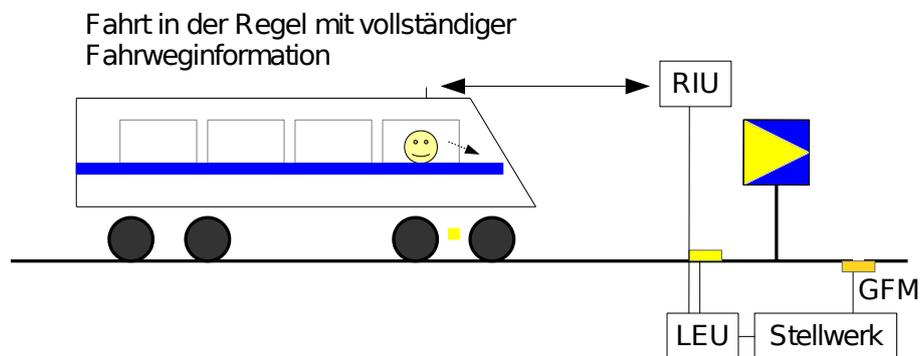
ETCS Level 1



ETCS Level 1 Loop-Infill



ETCS Level 1 Radio-Infill



4.5 Level 2

2

Level 2 ist nun das, was im Regelfall unter ETCS verstanden wird. In Level 2 bekommt der Zug die weitaus meisten Informationen per **Euroradio**. **Eurobalisen** werden normalerweise bis auf wenige Ausnahmen nur noch als Referenzen für die Ortsangaben genutzt. Auch die meisten dieser Ausnahmen begnügen sich mit **Festdatenbalisen**. Es sind einige Sonderfälle denkbar, in denen **Transparentdatenbalisen** in Level 2 eingesetzt werden, mir ist aber nur ein konkreter Einsatzzweck bei der DB bekannt.

Das Prinzip von ETCS Level 2 ist simpel: Der Zug ruft beim **RBC** an und meldet seine Position und Richtung. Das **RBC** prüft anhand der vom Stellwerk gemeldeten Daten (Signalbegriffe und Weichenlagen), ob und wie weit der Zug fahren kann. Diese Information wird noch um die Streckendaten erweitert und geht dann per „SMS“ an den Zug, der die Daten wie in **Level 1** aufbereitet. Eine „SMS“ nennt sich hierbei **Message**. Sie besteht aus einem oder mehreren **Packets**.

An sich ist das nicht anders als in **Level 1**. Probleme gibt es in Level 2 vor allem bei der Zuordnung zwischen Fahrtbegriff und Zug. Wenn der Zug z. B. 40 m vor dem Signal steht, kann der Fahrtbegriff für diesen oder eine dem **RBC** vielleicht unbekannte Lok dazwischen gelten. Dazu gibt es verschiedene Lösungsmöglichkeiten. Eine ist, den Triebfahrzeugführer bestätigen zu lassen, dass vor dem Zug bis zum Signal (bzw. bis zum Haltfallabschnitt) alles frei ist. Das **RBC** fragt hierzu „Track Ahead Free?“ (Strecke voraus frei?) Wenn der Triebfahrzeugführer bestätigt, bekommt sein Zug die Fahrerlaubnis erteilt.

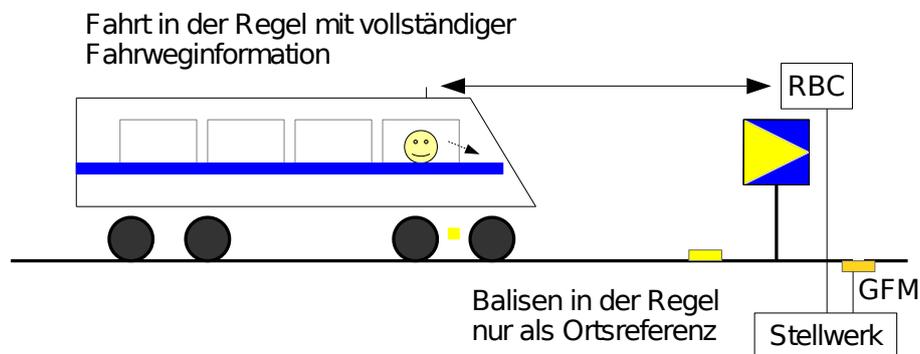
Umgekehrt weiß das **RBC** auch nicht genau, wo der Zug ist, wenn ein Signal in Halt fällt. Sofern das Stellwerk keinen Haltfallgrund meldet, ist also unklar, ob der Zug gebremst werden muss. Das kann der Zug am besten selbst entscheiden. Dazu schickt das **RBC** ihm eine entsprechende Frage. Bekommt der Zug sie, wenn er die entsprechende Position schon passiert hat, so meldet

er „abgelehnt“ zurück. Anderenfalls kürzt er seine Fahrerlaubnis auf die angegebene Position. Das Verfahren birgt sowohl die Möglichkeit, dass der Zug unberechtigt zwangsgebremst wird als auch umgekehrt ein gewisses Zeitfenster, in dem ein irregulärer Haltfall ignoriert wird.

Durch die theoretisch kontinuierliche Verbindung kann das RBC auch flexibel auf neue Situationen reagieren und beispielsweise die Fahrerlaubnis des Zuges aufgrund einer Überwachungsstörung verlängern oder kürzen. Es gibt sogar eine *Message*, mit der der Zug sofort in eine Schnellbremsung gezwungen wird.

Sowohl in Level 1 als auch in Level 2 gibt es grundsätzlich ein Stellwerk, das anhand von Fahrstraßen Signale in Fahrt stellt (auch wenn die Signale virtuell sein können) und das die Fahrstraßen zugbewirkt mit Hilfe der Gleisfreimeldung auflöst. Das RBC ist lediglich eine Ergänzung, in der Regel wird das Stellwerk auch ohne funktionieren.

ETCS Level 2



4.6 Level 3

3

Level 3 war gewissermaßen die Königsdisziplin von ETCS. Es gab nämlich keine Gleisfreimeldung mehr, sondern die Freimeldung erfolgte über die Positionsmeldungen des Zuges. Damit konnte streckenseitig auf Gleiskreise und Achszähler verzichtet werden, und feste Blockabstände waren auch nicht mehr erforderlich („Moving block“).

Leider hat dieser an sich so einfach scheinende Punkt einige Stolpersteine:

- Die Freimeldung des Zuges funktioniert nur, wenn die Zugintegrität gewährleistet ist, d. h. eine Zugtrennung ausgeschlossen ist bzw. erkannt wird. Bei Reisezügen kann man davon ausgehen, bei Güterzügen eher nicht.

- Zudem muss die Zuglänge genau bekannt sein. Relativ unkompliziert ist das bei Triebwagen und Triebwagenzügen mit Bus, die die gekuppelten Fahrzeuge automatisch ermitteln. Bei Wagenzügen ist das hingegen schwierig oder vielmehr nur manuell möglich. Damit eine signaltechnische Sicherheit zu erreichen und die Zulassungsbehörden davon zu überzeugen ist eine ziemlich hohe Kunst.
- Es wird auch mit einer Kapazitätserweiterung argumentiert, weil nicht im festen Raumabstand, sondern im wandernden Raumabstand gefahren wird (Moving Block). Es gibt hier aber ebenfalls zwei Probleme:
 - Die Freimeldung erfolgt nur zyklisch. Wie oft ein Fahrzeug eine Positionsmeldung an das RBC meldet, kann vom RBC festgelegt werden. Zeiten unter 6 Sekunden sind aber unrealistisch. Damit erfolgt die Freimeldung (Laufzeiten nicht einberechnet) womöglich erst, wenn der Zug zwischen 150 m (Güterzug) und mehr als 500 m (Hochgeschwindigkeitszug) hinter der relevanten Freimeldegrenze ist. Das statistische Mittel dürfte bei der Hälfte liegen, für die Berechnung einer fahrplanmäßigen Zugfolge sollte aber eher der Worst Case genutzt werden.
 - Hinzu kommt, dass die Positionsbestimmung mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist, siehe Odometrie. Das kann nicht pauschal quantifiziert werden, weil es von der Ausstattung der Strecke mit Balisen abhängt, aber stärker als erwartet auch vom Typ des Fahrzeugs und der Art der Odometrie. In extremen Fällen (Glätte, Radarstörung durch Schnee) kann die Unsicherheit mehr als 100 % betragen.

Das Senden einer Positionsmeldung kann auch an Balisen getriggert werden, diese werden aber an der Zugspitze gelesen. Immerhin wird damit gleichzeitig die Positionsungenauigkeit verringert. Dennoch bleibt das Fazit, dass ein Achszähler und meist auch ein Gleiskreis deutlich schneller auf das Freifahren reagiert. Insgesamt erreicht Level 3 gegenüber Level 2 mit optimierter Blockteilung nur wenige Prozent mehr Kapazität, ausgenommen auf schwach befahrenen Regionalstrecken. (Werte aus der Dissertation von Christoph Gralla, Uni Braunschweig Dissertation „Zur Gestaltung einer ETCS-Migration eines Eisenbahnverkehrsunternehmens“)

- Konventionelle Freimeldung funktioniert auch bei Ausfall der ETCS-Fahrzeuggeräte bzw. des Funks und erlaubt grundsätzlich auch Mischbetrieb mit Fahrzeugen ohne ETCS (und seien das auch nur Wartungsfahrzeuge). Dazu kommt, dass Gleiskreise bei einigen Bahnen wegen der Möglichkeit, Schienenbrüche zu detektieren, vorgeschrieben sind. (Tatsächlich sind mit normalen Gleiskreisen nur Querbrüche erkennbar, die relativ harmlos sind.) Es gibt auch noch ein wirtschaftliches Argument: Bestehende Strecken haben in der Regel bereits Stellwerke mit Gleisfreimeldung. Selbst wenn das an neuen oder zu modernisierenden Strecken nicht der Fall ist, so gibt es fertige Stellwerksimplementierungen, die auf die Gleisfreimeldung setzen. Ein Level-3-System würde aufgrund der Abhängigkeiten wahrscheinlich mit der Neuentwicklung einer Kombination aus RBC und Stellwerk einher gehen und entsprechende Investitionskosten bedingen. Das letzte Argument ist betriebswirtschaftlich: Die Ausstattung einer Strecke mit Level 3 spart Geld an der Netzinfrastruktur, erfordert aber zusätzliche Investitionen auf Fahrzeugseite. Noch extremer ist das übrigens bei Funkfahrbetrieb, wo auf den Fahrzeugen die Netztopologie gepflegt werden muss. Da gerade aufgrund europäischen Rechts Infrastrukturunternehmen und Verkehrsunternehmen separiert sind, handelt es sich hierbei also um eine Umverteilung der Kosten von EIU auf EVU. Letztere sind davon natürlich nicht begeistert.

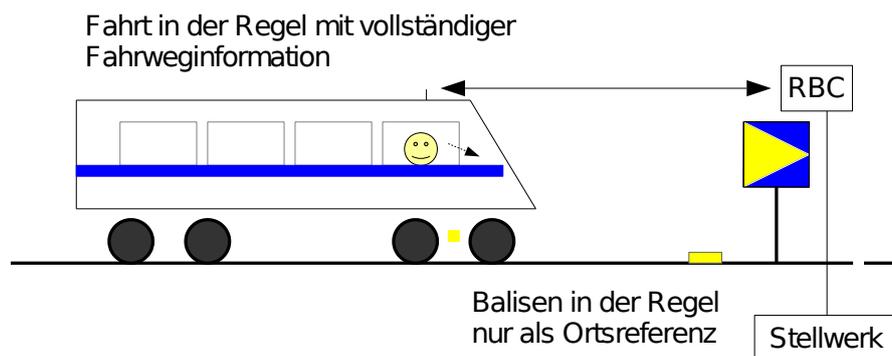
In Summe sind es vermutlich all diese Faktoren zusammen, die dafür sorgen, dass es auf öffentlichen Strecken nie einen Betrieb in Level 3 gab, sondern dies nur in mehr oder weniger geschlossenen Systemen realisiert oder auch nur versucht wurde.

Für die Spezifikation ergab sich das Problem, dass der Unterschied zwischen Level 2 und Level 3 für ETCS marginal wäre. Das Fahrzeug muss lediglich die Zugvollständigkeit (Integrität) melden, die außerhalb von ETCS ermittelt wird. Dies ist ihm aber auch in Level 2 erlaubt. Wie das RBC seine Fahrerlaubnis ermittelt, ist ohnehin nicht definiert. Bis auf minimale Randbedingungen bezog sich Level 3 also auf Aufgaben außerhalb der Verantwortung von ETCS.

Mit Baseline 4 wurde Level 3 deshalb aus der Spezifikation gestrichen. Ursprünglich gab es die Idee, einen *Level R* (Radio) einzuführen, man beließ es dann aber bei Level 2.

Hingegen ist davon auszugehen, dass demnächst die ersten Anwendungen von Hybrid Train Detection (HTD) auftreten. Hierbei handelt es sich um eine normale Level-2-Strecke, auf der eine zusätzliche virtuelle Blockteilung eingerichtet wird. Diese zusätzlichen Blockabschnitte haben keine physikalische Freimeldung, sind also nur verfügbar, wenn ein Zug mit gemeldeter Integrität vorausfährt und sie logisch freimeldet. Der ursprünglich genutzte Name *Hybrid Level 3* (HL3) hat sich aus naheliegenden Gründen erledigt.

ETCS Level 3



5 Modes

5.1 Übersicht

Nachdem wir nun die verschiedenen Level von ETCS angesehen haben, ist der nächst wichtige Begriff der Mode. Es handelt sich hierbei um einen Betriebszustand. Das Thema ist so wichtig, dass die UNISIG ihm in der [SRS](#) ein eigenes Kapitel widmet, das Subset-026-4 „Modes and Transitions“. Das liefert zwar kein Zustandsdiagramm, aber eine Tabelle der Zustandsübergänge. Eingerahmt ist jeweils angegeben, in welchem Level dieser Mode möglich ist.

Rechts ist dargestellt, wie der Mode am [DMI](#) dargestellt wird. Falls kein Führerstand aktiv ist, ist ein schwarzes Quadrat dargestellt ([Sleeping](#), [Isolation](#), [No Power](#)).

Für [STM European](#) aus [Baseline 2](#) gibt es kein festgelegtes Symbol, da Symbole erst zu [Baseline 3](#) definiert wurden.

- [FS](#) - Full Supervision
- [AD](#) - Automatic Driving
- [OS](#) - On Sight
- [SR](#) - Staff Responsible
- [SH](#) - Shunting
- [UN](#) - Unfitted
- [SL](#) - Sleeping
- [SB](#) - Stand By
- [TR](#) - Trip
- [PT](#) - Post Trip
- [SF](#) - System Failure
- [IS](#) - Isolation
- [NP](#) - No Power
- [NL](#) - Non Leading
- [SE](#) - STM European (nur [Baseline 2](#))
- [LS](#) - Limited Supervision (nur [Baseline 3](#))
- [SN](#) - STM National
- [RV](#) - Reversing
- [PS](#) - Passive Shunting
- [SM](#) - Supervised Manoeuvre

5.2 FS - Full Supervision



1 2

In Mode Full Supervision herrscht die totale Überwachung. Die Strecke bestätigt einen freien und gesicherten Fahrweg. Der Triebfahrzeugführer kann diesen prinzipiell anhand des DMI abfahren, ohne nach draußen zu sehen. In der Praxis wird er aus verschiedenen Gründen dennoch das Fenster brauchen, beispielsweise wenn sich vor Ende des Fahrwegs bereits ein fahrplanmäßiger Halt befindet. Das sind aber betriebliche und keine sicherungstechnischen Belange.

Das DMI zeigt dem Triebfahrzeugführer nicht nur die jeweils aktuell zulässige Höchstgeschwindigkeit an, sondern bietet auch eine Vorschau, so dass vorausschauendes Fahren möglich ist. Es kann jederzeit langsamer gefahren werden als erlaubt, aber nur bedingt schneller: Es gibt neben der angezeigten Maximalgeschwindigkeit (Permitted Speed limit) zunächst eine Warnschwelle (Warning limit), dann eine Schwelle für den Betriebsbremseingriff (Service Brake Intervention limit) und für den Schnellbremseingriff (Emergency Brake Intervention limit).

Zusätzlich werden auch bestimmte Streckeneigenschaften angezeigt, so die Fahrleitungssignale „Hauptschalter aus“ und „Stromabnehmer senken.“ Dies natürlich nur, wenn die Strecke sie meldet.

Der Mode FS kann vom Triebfahrzeugführer nicht direkt gewählt werden, sondern er wird automatisch aktiv, wenn die Strecke entsprechende Daten übertragen hat.

5.3 AD - Automatic Driving



1 2

Dies ist (ab Systemversion 2.2) der Mode, der eingenommen wird, wenn die ATO aktiv ist. „Aktiv“ bedeutet nicht unbedingt Fahrt, sondern auch Betriebsbereitschaft. Der Mode ist praktisch eine Überlagerung von Full Supervision. Aus anderen Modes kann nicht nach AD gewechselt werden. Der wesentliche Unterschied zu Full Supervision ist, dass bei einer Zielbremsung der Betriebsbremseingriff (Service Brake Intervention) unterdrückt wird.

5.4 OS - On Sight



1 2

Mode On Sight ist ein abgeschwächtes Full Supervision. Zwar ist der Fahrweg gesichert, aber nicht unbedingt frei. Betrieblich ist damit in der Regel eine Geschwindigkeitsbeschränkung verbunden, die auch an das Fahrzeug übertragen wird. Die Geschwindigkeit wird landesspezifisch festgelegt, kann für jede Fahrt in Mode OS aber auch separat von der Strecke vorgegeben werden. Die Überwachungsfunktionen sind ansonsten die gleichen wie bei Mode FS, die Vorschau wird auf dem DMI aber standardmäßig nicht dargestellt.

Grundlage für Mode OS sind die gleichen Daten wie bei FS, die Strecke überträgt aber zusätzlich den Bereich, in dem auf Sicht gefahren werden muss. Deshalb kann auch OS nicht direkt gewählt werden.

5.5 SR - Staff Responsible

1 2



Hier hat der Triebfahrzeugführer die Verantwortung. Die Strecke kann keine Fahrt in Mode **FS** oder **OS** erlauben. Diese Situation liegt z. B. vor, wenn die Position des Zuges nach Aufstarten nicht bekannt ist (vor allem **Level 2**) oder der Zug noch keine **Balise** gelesen hat, die die Fahrt erlaubt (**Level 1**). SR dient aber auch als Rückfallebene bei Störungen (Befehlsfahrt). Die Strecke kann zwar Geschwindigkeit und maximale Entfernung vorgeben, das kann im Stand aber vom Triebfahrzeugführer überschrieben werden.

Balisen können mit einem bestimmten **Telegramm** einen Fahrzeug in SR zwangsbremsen, sofern nicht **Override** aktiv ist (Befehlstaste). Wird das Fahrzeug von der Strecke nach SR gebracht (das geht nur in **Level 2**), kann auch eine Liste der erwarteten **Balisen** mitgegeben werden. Beim Lesen anderer **Balisen** wird das Fahrzeug zwangsgebremst.

5.6 SH - Shunting

NTC 0 1 2



Der Rangiermodus kann sowohl vom Triebfahrzeugführer gewählt als auch (in **Level 1** und **2** von der Strecke kommandiert werden. In **Level 2** muss die Strecke in jedem Fall zustimmen. Beim Rangieren kann ähnlich wie in **SR** von der Strecke eine Liste von **Balisen** mitgegeben werden. Das geht in diesem Fall auch in **Level 1**. Ebenso gibt es wieder die Möglichkeit, eine Zwangsbremmung über **Balisen** zu kommandieren. Das funktioniert allerdings nur in **Level 1** und **2**, nicht in **Level 0**. Ansonsten wird nur eine Maximalgeschwindigkeit überwacht.

Shunting wird als „End of Mission“ betrachtet, d. h. beim Wechsel nach SH baut ein Fahrzeug in **Level 2** die Funkverbindung zum **RBC** ab.

In **Baseline 2** war Shunting in **Level STM** nicht definiert.

5.7 UN - Unfitted

0



Unfitted heißt nicht, dass das Fahrzeug nicht mit **ETCS** ausgerüstet ist, sondern dass es an der Strecke keine entsprechende Ausrüstung gibt. In diesem Mode wird die Maximalgeschwindigkeit überwacht. Die einzige andere Information, die ausgewertet wird, sind temporäre Geschwindigkeitseinschränkungen, die von **Balisen** gelesen werden.

5.8 SL - Sleeping

NTC 0 1 2



Das „schlafende“ Fahrzeug ist nicht etwa ausgeschaltet, sondern es wird als Nachspann vom führenden ferngesteuert. Insofern ist keine Überwachungsfunktion relevant, vielmehr wird sogar

gefordert, dass das Fahrzeug nach Möglichkeit sogar bei kritischen Systemfehlern nicht zwangsgebremst wird. Die einzige unterstützte ETCS-Funktion ist die Ortung. Damit kann das Fahrzeug bei Abtrennen der Vorspannlok wieder den normalen Betrieb aufnehmen.

Der Mode wird automatisch durch das Fernsteuersignal eingenommen.

5.9 SB - Stand By

NTC 0 1 2



SB ist der Mode, in dem sich das Fahrzeug nach dem Einschalten befindet. Dabei wird lediglich überwacht, dass das Fahrzeug stehen bleibt. Nach dem Umschalten eines Führerstands kann der Triebfahrzeugführer allerdings die Vorbereitungen zum Wechsel in einen anderen Mode vorbereiten.

5.10 TR - Trip

NTC 0 1 2



In Trip befindet sich das Fahrzeug bei einer ETCS-Zwangsbremung. Das passiert, wenn ein Fahrzeug über das EOA hinaus fährt, oder in SR oder SH eine nicht erlaubte Balise passiert. Außerdem kann das RBC in Level 2 einen unbedingten Nothalt kommandieren, worauf das Fahrzeug direkt nach Trip wechselt. In diesem Mode wird das Fahrzeug bis zum Stillstand gebremst, die Bremsung kann nicht abgebrochen werden.

Das Anstoßen der Schnellbremse allein (als zweite Stufe des Bremsingriffs bei zu hoher Geschwindigkeit oder wenn die Betriebsbremse nicht verfügbar ist) ist kein Trip.

In Baseline 2 war Trip in Level 0 nicht definiert.

5.11 PT - Post Trip

1 2



Mode Post Trip wird nur in einem einzigen Fall eingenommen: Wenn ein Fahrzeug in TR zu Stillstand gekommen ist, wird der Triebfahrzeugführer zum Bestätigen des Trips aufgefordert. Mit der Bestätigung wechselt das Fahrzeug nach PT. In diesem Mode kann das Fahrzeug eine landesspezifisch definierte Distanz rückwärts fahren, z. B. um wieder vor das überfahrene Signal zu kommen. Alternativ kann auch nach Shunting gewechselt, Override gewählt oder die Startprozedur angestoßen werden.

5.12 SF - System Failure

NTC 0 1 2



Bei einem kritischen Systemfehler wechselt ETCS eigenständig nach SF und stößt die Schnellbremse an. In diesem Fall kann das Fahrzeuggerät nur noch ausgeschaltet oder isoliert werden.

5.13 IS - Isolation

NTC 0 1 2



Das Fahrzeuggerät kann nicht nur einfach abgeschaltet, sondern völlig isoliert werden. Insbesondere wird die OBU dabei von der Bremse abgekoppelt. Zur Anwendung kann das kommen, wenn ein kritischer Systemfehler auch durch Neustart nicht behoben werden kann. IS ist der einzige Mode, aus dem betrieblich in keinen anderen Mode gewechselt werden kann.

5.14 NP - No Power

NTC 0 1 2



Das Fahrzeuggerät ist abgeschaltet. Dabei wird die Schnellbremsung angestoßen. NP ist der einzige Mode, der in Level 2 nicht an das RBC gemeldet werden und auch nicht in Befehlen des RBC codiert werden kann. (Hingegen ist es in Baseline 2 theoretisch noch möglich, eine Textmeldung an ein Fahrzeug zu senden, die bei Wechsel in Mode IS angezeigt wird.)

5.15 NL - Non Leading

NTC 0 1 2



NL ist sozusagen die verschärfte Version von Sleeping. Gibt es bei SL noch ein Fernsteuersignal, das das Fahrzeug an das Verhalten des führenden Fahrzeugs anpasst, so wird bei NL manuell nachgeschoben. Es werden zwar Levelwechsel und Übergaben an andere RBC bearbeitet, jedoch absolut keine Überwachungsfunktionen. Theoretisch kann ein Fahrzeug in Mode NL beliebig durch die Gegend fahren. Systembedingt kann weder das noch die freie Wahl des Modus eingeschränkt werden, wenn Nachschieben ohne feste Verbindung erforderlich ist. Ab Baseline 3 wird allerdings ein entsprechendes Eingangssignal gefordert.

5.16 SE - STM European

STM B2



SE ist einer der beiden angedachten Modes für den Betrieb mit Bestandssystemen (STM). Hierbei werden die Streckendaten zwar über die vorhandenen Techniken empfangen, jedoch in Profile und Fahrerlaubnisse umgesetzt, die von der OBU regulär bearbeitet werden. Beim Überfahren des Ziels reagiert diese dann mit Schnellbremsung und Meldung an das STM. Außerdem werden auch in STM wenige Informationen des ETCS-Systems akzeptiert, vor allem die Balisen zur Positionsbestimmung, landesspezifische Konfiguration und Daten zum Verbindungsaufbau.

So weit die Theorie. Praktisch gibt es allerdings keine entsprechende Hardware, so dass der Mode SE zu Baseline 3 entfallen ist. Es gibt zudem nicht viele Zugbeeinflussungen, die zur Berechnung einer Fahrerlaubnis genutzt werden könnten. Wo sollte bei PZB 90 auch eine Bremskurve herkommen? Unter der Annahme immer gleicher Vorsignalabstände ginge das evtl. ab dem 1000er ...

5.17 LS - Limited Supervision

1 2 B3



Mode LS wurde erst mit **Baseline 3** eingeführt. Er ist technisch relativ nah mit **OS** verwandt. Mode LS geht auf die DB und die SBB zurück, die die Interoperabilität im Korridor A (Rotterdam-Genova) günstig herstellen wollten.

Der eigentliche Trick an der Sache ist in meinen Augen eher formell als technisch. Bis auf das Modeprofil LS sind die erforderlichen Informationen für LS und **FS** nämlich identisch. Für LS wird lediglich an den Fahrweginformationen (Distanz zum **EOA**, Neigung und der Geschwindigkeit) gespart, wenn dies möglich ist, d. h. es werden nicht die realen Streckendaten genutzt, sondern nur vereinfachte Daten. Damit entfällt die Prüfung der Weichenlagen, und alle erforderlichen Informationen können direkt vom Signalbegriff abgeleitet werden. Oder genauer: Es können wahlweise vereinfachte oder vollständige Fahrweginformationen genutzt werden, so dass **L1/LS** „skalierbar“ ist. Die einfachste Möglichkeit ist, entweder eine Halt-MA oder eine unendlich (32 767 m) lange Fahrt-MA zu erteilen, also zwischen Halt und Fahrt zu unterscheiden. Über eine Anpassung zur Mehrabschnittsignalisierung geht es im Prinzip nahtlos bis zu **FS**.

Neben der einfacheren Projektierung hat das den Effekt, dass die Ansteuerung der **Transparentdatenbalisen** mit wesentlich geringerem Hardwareaufwand möglich ist. Eine **MiniLEU** ist ausreichend, und diese benötigt keine externe Stromversorgung, sondern begnügt sich mit Solarzellen. Insgesamt kommt man so bezogen auf ein Signal auf etwa ein Viertel der Kosten für eine normale **LEU**. Wenn ein modernes elektronisches Stellwerk die Strecke steuert, ist **Level 2** betrieblich günstiger; preislich ist dann das **RBC** gegen alle **LEU** samt Verkabelung aufzurechnen.

Wie schon erwähnt, könnte eine MA mit „**EOA** in 32 767 m, Geschwindigkeit 160 km/h, Standardneigung“ technisch auch in **L1/FS** genutzt werden. Um den Triebfahrzeugführer aber nicht in falscher Sicherheit der Führerstandssignalisierung zu wiegen, gibt es das LS-Profil. Damit wird nur eine **Bremskurve** (Schnellbremskurve) berechnet, die zudem auch nur im Hintergrund überwacht wird (keine Vorschau auf dem **DMI**).

In **Level 2** wird normalerweise davon ausgegangen, dass das **RBC** alle Fahrweginformationen in seinem Bereich kennt und LS deshalb nicht relevant ist. Formell wäre es zulässig, und es kann tatsächlich vorkommen, dass ein Fahrzeug von **Level 1** nach **Level 2** wechselt und dabei vorübergehend in Mode LS verbleibt.

5.18 SN - National System

NTC



SN ist der zweite Mode für NTC und damit der einzige tatsächlich angewendete. Hier überwacht das STM-Gerät und nutzt die das ETCS-System lediglich zur Anzeige, zur Odometrie und zum Zugriff auf die Bremse. Die Schnittstelle zum STM ist genormt und es gibt eine Liste der so genannte „Class B“ Systeme, damit auch die Umschaltung (Levelwechsel) angekündigt werden kann.

In **Baseline 2** nannte sich der Mode noch *STM National*.

5.19 RV - Reversing

1 2



Reversing stammt aus der Idee, einen Zug so schnell wie möglich rückwärts aus einem Gefahrenbereich zu fahren. Der Mode lässt sich im Stillstand in Mode **FS** oder **OS** wählen und erlaubt eine bestimmte Distanz. Die relevanten Bereiche werden im Voraus an das Fahrzeug gemeldet, in **Level 2** können Distanz und Geschwindigkeit auch spezifisch angepasst werden.

Soweit bekannt, wird Reversing derzeit nur in den Schweizer Alpentunneln genutzt, auch wenn die in Österreich betriebenen **RBC** es ebenfalls beherrschen. Der Mode liefert einige betriebliche Probleme, so muss der Zug einen nicht mehr gesicherten Fahrweg nutzen, der bei dichter Zugfolge womöglich bereits durch den nächsten Zug besetzt ist, oder der Fahrweg muss rückwärts wieder gesichert werden. Dabei ist der Triebfahrzeugführer sogar am (bei Reversieren) hinteren Zugende, und da Linking nicht funktioniert, wird das Vertrauensintervall immer größer.

Die **TSI OPE** nennt die Funktion „Notfahrt“.

5.20 PS - Passive Shunting

NTC 0 1 2 B3



Passives Rangieren ist das Gegenstück zum **Sleeping** bei Zugfahrten. Es wurde erst mit **Baseline 3** eingeführt.

5.21 SM - Supervised Manoeuvre

2



Ab **Systemversion 2.3** gibt es diese Alternative zum **Shunting**. Rangieren unter ETCS hat vor allem zwei Probleme:

1. Die Funkverbindung wird abgebaut und zum Wechsel in andere Modes ist ein Neustart erforderlich.
2. Es gibt keine Überwachung, die Rangieren mit Rangierstraßen entspricht.

Beidem wird hiermit abgeholfen, ohne die Eingabe von Zugdaten zu erzwingen. Es gibt fahrzeugseitig vordefinierte Daten und die Länge des Verbands (Rangierabteilung) vom Triebfahrzeug aus nach vorn und hinten wird übertragen. Diese Längen können aus jeder Quelle kommen, richtig sinnvoll ist dieser Mode jedoch in Verbindung mit der Digitalen Automatischen Kuppung, die die Daten automatisch erhebt. Das **RBC** erteilt technisch gesehen eine Fahrerlaubnis, allerdings kann diese beliebig nach vorne oder hinten gehen.

Bei Verlassen von SM über „Exit SM“ wird die Funkverbindung allerdings ebenfalls abgebaut.

6 Movement Authority

6.1 Übersicht

Nachdem wir uns einen Überblick über die Modes verschafft haben, kümmern wir uns darum, wie dem Fahrzeug mitgeteilt wird, wie weit und wie schnell es fahren darf. Diese Fahrerlaubnis nennt sich Movement Authority oder kurz MA. Auf dieser Seite werden die MA-[Messages](#) und die wichtigsten relevanten [Packets](#) beschrieben.

Eine MA ist in [Level 2](#) eine [Message](#) (die Nummer 3 oder 33) vom [RBC](#) mit mindestens einem [Packet](#), das die wesentlichen Daten der Fahrerlaubnis enthält. In [Level 1](#) erfolgt die Übertragung per [Balise](#) bzw. per [Loop-](#) oder [Radio-Infill](#), ansonsten wird ein ähnliches [Packet](#) genutzt. Unabhängig vom Level gehören noch weitere Informationen zur MA, die entweder in der gleichen [Message](#) bzw. der gleichen [Balisengruppe](#) oder auch bereits vorab übertragen werden können.

Zum Verständnis ist wichtig, dass alle Informationen, die auf einen Ort bezogen sind (MA, Streckendaten) einen Bezugspunkt benötigen. Das ist die übertragende [Balisengruppe](#). Da die erste und letzte [Balise](#) einer Gruppe rund 100 m auseinander liegen dürfen, gilt die jeweils erste der „Nominalrichtung“ als Referenz. Allerdings kann diese dupliziert sein, dann wird der Bezugspunkt so ungenau angegeben, dass beide [Balisen](#) passen. In [Level 2](#) wird die zuletzt vom Fahrzeug gemeldete [Balisengruppe](#) als Ortsreferenz genutzt, die Last Relevant Balise Group oder [LRBG](#). Das [RBC](#) darf sich aber auch auf zuvor gemeldete [Balisengruppen](#) beziehen – schließlich können sich die Nachrichten bei der Übertragung kreuzen und eine gemeldete [Balisengruppe](#) könnte so ganz untergehen. Diese ehemaligen [LRBG](#) tragen seit [Baseline 4](#) den Namen [ORBG](#).

6.2 Message 3/Movement Authority

RBC

In [Message 3](#) wird normalerweise eine Movement Authority an ein Fahrzeug in [Level 2](#) gesendet. Sie kann aber auch an ein Fahrzeug in einem anderen Level gesendet werden, wenn diesem Fahrzeug die Aufnahme angekündigt wurde.

Zur [Message 3](#) gehört immer das [Packet P15/Level 2 Movement Authority](#). Außerdem sind die [Packets](#)

- [P21/Gradient Profile](#),
- [P27/International Static Speed Profile](#),
- [P49/List of Balise Groups for SH Area](#) und
- [P80/Mode profile](#)

zulässig.

[P21/Gradient Profile](#) und [P27/International Static Speed Profile](#) sind dabei typische Bestandteile der MA, das [P80/Mode profile](#) ist enthalten, wenn der Zug (teilweise) in Mode [OS](#) oder Mode [SH](#) fahren soll. Ab [Systemversion 2.0](#) ist formell auch Mode [LS](#) zulässig, was in [Level 2](#) aber eher unüblich ist, da normalerweise vollständige Fahrweginformationen vorliegen. Das [P49/List of Balise Groups for SH Area](#) kann für den Mode [SH](#) mitgegeben werden und enthält die [Balisengruppen](#), die das Fahrzeug beim [Rangieren](#) passieren darf.

Darüber hinaus gibt es noch eine lange Liste von „common optional packets“, die auch in weiteren Messages an ein Fahrzeug enthalten sein dürfen: 3, 5, 31 (ab SV 2.3), 32 (ab SV 2.3), 39, 40 (ab SV 2.0), 41, 42, 44, 45, 51, 52 (ab SV 2.0), 57, 68, 64 (ab SV 2.0), 65, 66, 67 (ab SV 3.0), 68, 69 (ab SV 2.0), 70, 71, 72 (in SV 2.2 73), 76 (nicht in SV X=1; in SV 2.2 74), 79, 80 (ab SV 2.0), 131, 138, 139, 140 und 180 (ab SV 2.0).

Zudem sind exklusiv in Systemversion 1.1 die Packets 203, 206, 207 und 239 zulässig und in Systemversion 2.3 die 245.

In den weitaus meisten MA ist das Packet P5/Linking enthalten, die anderen Packets sind seltener in Gebrauch.

Ist doch alles ganz einfach und übersichtlich, oder?

6.3 Message 33/MA with Shifted Location Reference

RBC

Die Erteilung einer MA unter Bezug auf die LRBG hat ein Problem, wenn die LRBG nicht hinter dem Zug ist: In dieser MA können dem Zug nicht die erforderlichen Fahrwegdaten gesendet werden. Fehlen die Fahrwegdaten unter dem Zug, so bedingt dies nur ein Mehr an Verantwortung für den Triebfahrzeugführer. Dieser bekommt dann „Entering FS¹“ (oder On Sight) angezeigt und muss selbst zusehen, dass das Ende seines Zuges nicht zu schnell fährt.

Richtig problematisch wird es, wenn die LRBG vor der Zugspitze liegt. Dann fehlt in der MA die Information über den Fahrweg zwischen Zugspitze und LRBG. Die MA wirkt dann nicht etwa erst ab LRBG, sondern muss vom Fahrzeug aufgrund unvollständiger Fahrweginformationen verworfen werden.

Noch mal überlegen, die LRBG vor dem Zug? Ja sicher, das passiert immer dann, wenn der Zug nach dem Lesen einer Balisengruppe hält und die Fahrtrichtung wechselt. Also beispielsweise, wenn ein Zug in einem Bahnsteiggleis bereitgestellt wird oder sich in einem Kopfbahnhof befindet.

Um das Problem mit der LRBG zu lösen, kann der Bezugspunkt, also die Ortsreferenz, verschoben werden. Auf Englisch ergibt das die Shifted Location Reference. Die M33 ist demzufolge auch nichts anderes als eine M3/Movement Authority, in der alle Ortsangaben um eine angegebene Distanz in Nominalrichtung der LRBG verschoben sind. Genutzt wird das in der Regel im genannten Fall des Zuges vor/über der LRBG. Theoretisch geht es aber auch anders herum.

6.4 Movement Authority Packets (P12, P15)

- Packet 12/Level 1 Movement Authority L1: Balise, Loop, RIU
- Packet 15/Level 2 Movement Authority L2: RBC

¹früher „Entry in FS“, in der aktuellen SRS offiziell „ENTERINGFS“

6.4.1 Übersicht

Das **Packet 12** enthält die eigentlichen MA-Daten für **Level 1**, **Packet 15** jene für **Level 2**. Da es nur einen Unterschied zwischen beiden gibt, beschreibe ich sie zusammen. Die wichtigsten Informationen sind naturgemäß:

1. Wie schnell darf der Zug fahren?
2. Wie weit darf der Zug fahren?
3. Wie weit liegt der Gefahrenpunkt hinter dem Ziel?
4. Wie lang ist der Durchrutschweg?

Die erste Frage, die nach der Geschwindigkeit, beantwortet nur P12/Level 1 Movement Authority, und auch das nicht vollständig. Dafür gibt es in ETCS andere Mittel. Die anderen und noch einige weitere Punkte werden jedoch ausführlich behandelt.

6.4.2 End of Authority / Limit of Authority

Das Ziel nennt sich fachsprachlich *End of Authority* (EOA), wobei je nach Quelldokument das Akronym auch mal EoA sein kann. Im Normalfall ist die Zielgeschwindigkeit 0, d. h. das Fahrzeug muss am EOA stehen. Die Zielgeschwindigkeit kann aber auch größer als 0 sein, dann nennt sich das EOA *Limit of Authority* (LOA). Dennoch heißt das nicht, dass das Fahrzeug über das LOA hinaus fahren darf bzw. kann, denn beim Passieren des EOA/LOA wechselt das Fahrzeug immer nach **Trip**. Ein LOA macht also nur Sinn, wenn kurz vorher eine neue MA übertragen wird oder aus der ETCS-Führung entlassen wird. Zusätzlich kann die LOA-Geschwindigkeit auch noch zeitgesteuert ungültig werden, also LOA zum EOA.

Die unglückliche Doppelbedeutung von EOA als End of Authority mit Geschwindigkeit 0 und zugleich als Oberbegriff für EOA und LOA wurde mit **B3R2** behoben. Der Oberbegriff lautet nun *End of Movement Authority* (EMA, als Akronym jedoch nur in Variablenamen genutzt).

Technisch gibt das EOA an, wo die Betriebs**bremskurve** des Fahrzeugs die Nulllinie schneidet bzw. bei LOA die LOA-Geschwindigkeit. Berechnet wird das mit der wahrscheinlichen Zugposition (EstimatedFrontEnd), also ohne Berücksichtigung der Ortungsgenauigkeit.

Das Kriterium für den **Trip** ist hingegen relativ tolerant, da hier das MinSafeFrontEnd bewertet wird, jedenfalls in **Level 2**. In **Level 1** erfolgt der Wechsel nach **Trip**, wenn das Fahrzeug mit der MinSafeAntennaPosition das EOA passiert, ohne eine neue MA empfangen zu haben. In beiden Fällen ist es also „garantiert zu spät“.

6.4.3 Supervised Location

Der Gefahrenpunkt wird als Danger Point (DP) bezeichnet. Der liegt aber hinter dem Zielsignal, darf der Zug denn bis dort fahren, wenn einer angegeben ist? Nein, er muss schon am Signal halten. Jetzt kommt wieder die Tatsache ins Spiel, dass es neben den Betriebs**bremskurven** auch Schnell**bremskurven** gibt. Und die Schnell**bremskurven** beziehen sich auf die Supervised Location (SvL), die am DP liegt bzw. wenn ein Durchrutschweg angegeben ist an dessen Ende. Der Durchrutschweg kann dabei zu einer bestimmten Zeit nach Passieren eines definierten Orts

vor dem **EOA** automatisch aufgelöst werden. Das sollte durch ETCS nicht später geschehen als im Stellwerk. Außerdem wird der Overlap fahrzeugseitig bei Stillstand des Zuges im angegebenen Bereich aufgelöst.

Technisch gibt die SvL an, wo die Schnell**bremskurve** des Fahrzeugs die Nulllinie schneidet. Berechnet wird das mit der vordersten möglichen Zugposition, dem MaxSafeFrontEnd.

6.4.4 Release Speed

Nun gibt es noch ein Problem, besonders wenn der Zug weniger weit gekommen ist als erwartet: Die Annäherung an das **EOA**, wird mit dem EstimatedFrontEnd überwacht, die an die **SvL** sogar mit dem MaxSafeFrontEnd. Es kann also passieren, dass der Zug so restriktiv gehandhabt wird, dass er das Zielsignal nicht erreicht. Um dem entgegen zu wirken, kann mit Release Speed gearbeitet werden. Die **Bremskurven** werden dabei normal berechnet, aber nicht mehr überwacht, sobald die relevante **Bremseingriffskurve** die Release Speed erreicht. Danach greift bei Überschreiten dieser Geschwindigkeit immer die Schnellbremsung ein. Die Warnung erfolgt etwas darunter, die Sollgeschwindigkeit wird aber weiterhin normal angezeigt.

Die Release Speed kann vom Fahrzeug so berechnet werden, dass die Distanz zwischen **EOA** (bezogen auf MinSafeFrontEnd) und **SvL** (bezogen auf MaxSafeFrontEnd) für eine Schnellbremsung ausreicht. Sie kann aber auch von der Strecke mitgegeben werden. Da eine Schnellbremsung von **EOA** bis **SvL** möglich sein muss, die **SvL** aber mit Löschen des Overlaps geändert wird, können für Overlap und DP unterschiedliche Release Speeds angegeben werden.

6.4.5 Sections

Eine MA besteht aus mindestens einer Section, der Endsection. Die Gültigkeit der MA kann zeitgesteuert nach Erreichen eines bestimmten Ortes vor dem **EOA** beendet werden, d. h. das **EOA** wird auf die Zugspitze gesetzt und die Zielgeschwindigkeit wird zu 0 (**LOA** wird **EOA**). Das kann sinnvoll sein, um eine stellwerksseitig vorgenommene Auflösung unter dem Zug im Zielgleis zu berücksichtigen.

Es können zusätzlich noch bis zu fünf weitere Sections angegeben werden. Hier gibt es ebenfalls Timer für zeitgesteuerte Auflösung, diese werden aber direkt mit Erteilen der MA wirksam. Gestoppt werden sie, wenn das Fahrzeug einen bestimmten Ort in der Section erreicht. Eine mögliche Anwendung wäre, die MA ungültig werden zu lassen, wenn stellwerksseitig eine bestimmte Zeit abgelaufen ist, das Fahrzeug im Zielgleis (hinter dem Weichenbereich) aber auch trotz Auflösung fahren zu lassen. Diesen Timer gibt es auch für die Endsection. Es gibt jedoch keine Vorschrift, die zusätzlichen Sections überhaupt zu nutzen oder sie auf Fahrstraßen zu beziehen.

6.4.6 Signalisierte Geschwindigkeit

In **Level 1** werden ohne Infill weiterhin Signale genutzt, außerdem ist ja auch die Nutzung von **LEU** von Signalen abhängig. Klassische Signalsysteme kennen bekanntlich oft eine Geschwindigkeitssignalierung, ETCS macht die zulässige Geschwindigkeit aber von Streckenprofilen abhängig. Das kann unkritisch sein, wenn in **Level 1** die jeweils abschnittsweise mögliche Geschwindigkeit ausgefahren werden darf. Vielleicht ist das bei einer Bahnverwaltung jedoch

nicht regelkonform. Um nun zu vermeiden, dass die Streckenprofile durch die **LEU** an die signalisierte Geschwindigkeit angepasst werden müssen, gibt es ausschließlich im **Packet 12** einen Parameter für die Signalling related speed restriction. Diese gilt für die gesamte Ausdehnung der MA.

6.5 Packet 5/Linking

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

Linking stellt Verbindung zwischen **Balisen** her und ist ein wichtiger Bestandteil von ETCS. Mit Linking wird folgendes erreicht:

- Angabe einer Richtung für einzelne **Balisen**. Ohne Linking haben diese keine Richtung und können demnach nicht vom Fahrzeug zur Positionsbestimmung genutzt werden.
- Verbesserung der Odometrie, da dem Fahrzeug die tatsächliche Distanz zwischen zwei **Balisengruppen** bekannt gemacht wird.
- Verbesserung der Odometrie, da dem Fahrzeug die Verlegegenauigkeit der **Balisengruppen** bekannt gemacht wird. Ohne Linking gilt hier der Standardwert von 12 m (ab **Systemversion 2.0** National Value)
- Sicherstellung, dass eine **Balisengruppe** im Fahrweg auch wirklich gelesen wird. Wortwörtlich geht das natürlich nicht, aber mit Linking kann das Fahrzeug beim Nichtlesen in eine Betriebsbremsung oder sogar nach **Trip** gezwungen werden. Wichtig ist das, wenn die entsprechende **Balisengruppe** restriktive Informationen übertragen kann. In **Level 2** ist das relativ selten der Fall, weil dort die Übertragung per **Euroradio** die Regel ist.
- Theoretisch können so **Balisengruppen** für ein Fahrzeug mit MA ausgeblendet werden, da das Fahrzeug nur im Linking enthaltene oder als *unlinked* gekennzeichnete **Balisengruppen** meldet. Beispiel: Ist ein Fahrzeug in **SR** unterwegs, so bekommt es eine Langsamfahrstelle für einen ungesicherten Bahnübergang angekündigt, das Fahrzeug mit MA aber nicht, weil mit der Fahrstraßeneinstellung der BÜ gesichert wird. Ob dieses Beispiel praktisch angewendet wird, ist mir nicht bekannt; der Trick an sich wird aber in anderen Fällen bei der DB angewendet.
- Indirekt gibt es auch noch eine Sicherheitsfunktion: Werden zwei aufeinander im Linking folgende **Balisengruppen** nicht gefunden, so wird die Betriebsbremse angelegt.

Es muss zwischen verlinkten und unverlinkten **Balisengruppen** einerseits und der Aufnahme einer **Balisengruppe** in das Linking unterschieden werden:

1. Ob eine Balisengruppe verlinkt/unverlinkt ist, geht aus der Variablen Q_LINK im Datenkopf einer **Balise** hervor. Nur verlinkte **Balisengruppen** können in das Linking aufgenommen oder als **LRBG** genutzt werden.
2. Eine verlinkte **Balisengruppe** muss in das Linking aufgenommen werden, damit ihr Inhalt angewendet und sie als **LRBG** genutzt werden kann. Der Inhalt einer unverlinkten **Balisengruppe** wird immer genutzt.

Damit ist zu Linking fast alles geschrieben. Das **Packet** enthält für jede aufgenommene **Balisen-gruppe** die Distanz vom Vorgänger, die Ungenauigkeit, die erwartete Richtung und die Reaktion bei Nichtlesen bzw. Lesefehlern. Es soll ausgegeben werden, wenn die Informationen verfügbar sind, und wird es in der Praxis auch, ist aber rein formell für eine MA nicht erforderlich.

6.6 Packet 21/Gradient Profile

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

Das Gradientenprofil ist relativ unspektakulär. Es gibt abschnittsweise die Neigung der Strecke an. Da die Strecke nicht dezimeterweise berechnet werden soll, bildet man „handliche“ Stücke und gibt deren minimale Neigung (also das größte Gefälle bzw. die kleinste Steigung) an. Die Länge kann stückweise festgelegt werden. Für die Neigung gilt eine Auflösung von einem Promille, der Maximalwert ist 254‰ (für die meisten Eisenbahnen ausreichend, für Zahnradbahnen nicht unbedingt). Bis zu 32 Segmente sind möglich. Bedingt durch das Bilden der Minima gelten die Werte der einzelnen Segmente, wenn nicht sogar die Segmentgrenzen, in der Regel nur in eine Richtung. Da ein Gradient bis zum Beginn des nächsten Segments gilt, spricht man von einem kontinuierlichen Profil.

6.7 Packet 27/International Static Speed Profile

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

Das Geschwindigkeitsprofil gibt an sich abschnittsweise die zulässige Geschwindigkeit an, analog zu den Gradienten im **P21/Gradient Profile**. Da sich diese Geschwindigkeiten vor allem aus den Kurvenradien ergeben, können die Segmentierung und auch die Werte der einzelnen Segmente in beiden Richtungen gleich sein, das ist aber reine Projektierung. Es sind ebenfalls bis zu 32 Segmente möglich, die Geschwindigkeiten reichen in Schritten von 0 km/h bis 600 km/h – allerdings ist die 0 nicht unbedingt sinnvoll.

Zusätzlich zur allgemeinen Geschwindigkeit können in das SSP zugkategorie-spezifische Geschwindigkeiten aufgenommen werden. So kann die Geschwindigkeit für schwere Güterzüge zusätzlich begrenzt oder für Neigetechnikzüge erhöht werden. Allerdings müssen diese Änderungen die gleichen Segmentgrenzen nutzen. Es sind zwar 15 Zugkategorien pro Segment zulässig, aber ein solches **Packet** würde sowohl für **Eurobalise** als auch für **Euroradio** zu groß sein.

Die Definition der Zugkategorien ist auch etwas seltsam. In **Baseline 2** gab es ursprünglich drei Werte: Active tilting SSP, Passive tilting SSP und Cross wind sensitivity. In der letzten Version 2.3.0d lautete das dann International Train category 1 bis International Train category 15, wobei ein Zug beliebig vielen (also bis zu 15) Kategorien angehören durfte. **Baseline 3** definierte diese Werte genauer zu Personenzug, Güterzug Bremsstellung „P“ und Güterzug Bremsstellung „G“ sowie zu 11 Werten für den zulässigen Überhöhungsfehlbetrag. Diese 14 Werte können in **SV X=1** beliebig kombiniert werden, jedenfalls gibt es keine definierte Einschränkung.

Ab **Systemversion 2.0** wurde die Zugkategorie aufgesplittet. Es gibt dort zwar weiterhin 15 Bits, von denen aber nur die drei bereits genannten definiert und zulässig sind, die sich betrieblich anschließen. Zusätzlich gibt es einen eigenen Parameter für den zulässigen Überhöhungsfehlbetrag, der mit 11 nicht kombinierbaren Werten definiert ist.

Es ist nicht verboten, das SSP spezifisch anzupassen. Streckenseitig können also neben den statischen Streckendaten mehr oder weniger beliebige dynamische Einschränkungen in das SSP eingearbeitet und an das Fahrzeug ausgegeben werden. Hier ein paar Beispiele:

- Zugkategorie-spezifische Geschwindigkeitseinschränkung, vom **RBC** anhand der gemeldeten Zugkategorie ermittelt, als Ersatz für die oben genannten Parameter
- Temporäre Geschwindigkeitseinschränkungen. Dafür gibt es auch ein eigenes **Packet P65**.
- Temporäre Geschwindigkeitseinschränkungen durch Bahnübergang. Dafür gibt es ab **Systemversion 2.0** auch ein eigenes **Packet P88** mit zusätzlichen Möglichkeiten.
- Geschwindigkeitseinschränkungen für den Weichenbereich aufgrund eines Ersatzsignals (deutsches Zs 1, Zs 8)
- Geschwindigkeitseinschränkungen für die Einfahrt in ein besetztes Gleis (ab Bahnsteiganfang, deutsches Zs 3)
- Achslastabhängige Geschwindigkeitseinschränkung, vom **RBC** anhand der gemeldeten Achslast ermittelt statt in **Packet P51** übertragen.

6.8 Packet 49/List of Balise Groups for SH Area

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

Dieses **Packet** enthält eine Liste von 0 bis 15 **Balisengruppen**, die ein Fahrzeug in Mode **SH** passieren darf. 0 Einträge heißt dabei, dass keine **Balisengruppe** passiert werden darf. Wird kein **P49** übergeben, so dürfen alle **Balisengruppen** passiert werden. Die Begründung „This packet will never be combined with other packets requiring a big data volume.“ aus Subset-040 ist allerdings Unsinn, da es mit einer MA kombiniert werden darf und dort u. a. das **SSP** enthalten ist. Vermutlich bezog sich diese Aussage ursprünglich nur auf **P63** und **P49** wurde nachträglich ergänzt, ohne die Formulierung anzupassen.

6.9 Packet 80/Mode profile

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

Mit **Packet P80** kann angegeben werden, in welchen Bereichen der MA der Zug nicht in Mode **FS**, sondern in **OS**, **LS** (ab **Systemversion 2.0**) oder **SH** fahren soll. Anders als bei **GP** und **SSP** müssen die Segmente hierbei nicht direkt aneinander grenzen, das MP ist ein diskontinuierliches Profil. Die Zahl der Segmente ist auch wesentlich geringer, es gibt maximal drei. Eine gewisse Sonderstellung nimmt dabei das **SH** ein, da der Zug beim Wechsel nach **Shunting** die MA und das MP löscht. Praktisch hat das **SH**-Profil also nur einen Anfang, aber kein Ende.

Nachfolgend betrachten wir noch die anderen Informationen von der Strecke an das Fahrzeug.

7 Von der Strecke an den Zug

7.1 Übersicht

Aus der Vielzahl von Informationen, die die Strecke an ein Fahrzeug senden kann, haben wir einige bereits auf der MA-Seite betrachtet, nämlich:

- [Message M3/Movement Authority](#)
- [Message M33/MA with Shifted Location Reference](#)
- [Packet P5/Linking](#)
- [Packet P12/Level 1 Movement Authority](#)
- [Packet P15/Level 2 Movement Authority](#)
- [Packet P21/Gradient Profile](#)
- [Packet P27/International Static Speed Profile](#)
- [Packet P49/List of Balise Groups for SH Area](#)
- [Packet P80/Mode profile](#)

Werfen wir nun noch einen Blick auf den Rest der [Messages](#) und [Packets](#). Mit angegeben ist, in welchem Level und welcher Einrichtung die Nutzung erlaubt ist. Allerdings gibt es wiederum Ausnahmen. Ist eine Transition nach [Level 2](#) angekündigt, dann werden die entsprechenden [Packets](#) auch vom [RBC](#) akzeptiert und umgekehrt.

7.2 Messages

7.2.1 Message 2/SR Authorisation

L2: RBC

Diese [Message](#) erlaubt einem Fahrzeug, die angegebene Distanz in Mode [SR](#) zu fahren. Normalerweise passiert das nur, wenn der Triebfahrzeugführer „Start“ drückt und das Fahrzeug dem [RBC M132/MA Request](#) sendet. Es kann aber eine Distanz übergeben werden, die mit einer weiteren M2 aktualisiert wird. Zusätzlich kann mit [P63/List of Balise Groups in SR Authorisation](#) eine Liste von [Balisengruppen](#) übergeben werden, die das Fahrzeug passieren darf.

Der Wechsel nach Staff Responsible durch „Override“ und in anderen Leveln ist hiervon unabhängig.

7.2.2 Message 3/Movement Authority

L2: RBC

siehe [M3/Movement Authority](#)

7.2.3 Message 4/SM Authorisation

L2: RBC ab SV 2.3

Hiermit erlaubt das RBC den Wechsel in *Mode Supervised Manoeuvre*. Inhaltlich ist die *Messages* ähnlich aufgebaut wie *M33/MA with Shifted Location Reference*.

7.2.4 Message 5/SM Refused

L2: RBC ab SV 2.3

Hiermit lehnt das RBC den Wechsel in *Mode Supervised Manoeuvre* ab. In diesem Fall sind keine weiteren Daten enthalten.

7.2.5 Message 6/Recognition of exit from TRIP mode

L2: RBC

Im Stillstand kann der Triebfahrzeugführer einen *Trip* quittieren. In *Level 2* wird der anschließende Wechsel nach *PT* mit dieser *Message* vom RBC bestätigt. Erst wenn das passiert ist und alle Nothaltaufträge zurück genommen wurden, kann der Fahrzeugführer neu starten.

7.2.6 Message 7/Acknowledgment of safe consist length info for SM

L2: RBC ab SV 2.3

Das Gegenstück zu *M8/Acknowledgement of Train Data* für *Supervised Manoeuvre*.

7.2.7 Message 8/Acknowledgement of Train Data

LNTC/0/1/2: RBC

Mit dieser *Message* bestätigt das RBC den Empfang von Zugdaten.

7.2.8 Message 9/Request to Shorten MA

L2: RBC

Diese *Message* enthält immer ein *P15/Level 2 Movement Authority*. Kann das Fahrzeug vor dem neuen *EOA* bequem bremsen, so nutzt es die neue MA, anderenfalls wird sie verworfen. Das Ergebnis wird an das RBC gemeldet.

Die Funktion *Co-operative shortening of MA* ist vor allem für dispositive Fahrstraßenrücknahme sinnvoll und arbeitet dann am besten in Verbindung mit dem Stellwerk, d. h. der Fahrdienstleiter bedient das Stellwerk, dieses stellt die Anfrage an das RBC, das wiederum den Zug fragt und die Antwort an das Stellwerk weiterleitet. Das Signal fällt in Halt und die Fahrstraße wird unverzüglich aufgelöst.

7.2.9 Message 15/Conditional Emergency Stop

L2: RBC

Ein CES enthält einen Ort. Hat das Fahrzeug diesen Ort bei Empfang des CES noch nicht erreicht, so kürzt es seine MA auf diesen (EOA und SvL). Anderenfalls bleibt die MA unverändert. Die Antwort wird wieder an das RBC gemeldet.

Typischer Anwendungsfall ist die Prüfung, ob das Fahrzeug das Signal selbst in Halt geworfen hat oder ein irregulärer Haltfall vorliegt. Bedingt durch die Laufzeiten (Freimeldung bis Stellwerk, weiter zum RBC, Funkmessage plus jeweils Verarbeitung) ist die Aussage nicht absolut sicher, aber immerhin ein gutes Mittel, um sowohl Zwangsbremungen als auch Gefährdungen zu minimieren.

7.2.10 Message 16/Unconditional Emergency Stop

L2: RBC

Ein wirklich sicheres Mittel, einen Zug zum Stehen zu bekommen, ist der UES. Damit wechselt das Fahrzeug sofort in Mode TR.

7.2.11 Message 18/Revocation of Emergency Stop

L2: RBC

Hiermit kann jeder Nothaltauftrag, also ein akzeptierter CES oder ein UES, wieder gelöscht werden. Ohne Löschung kann nach einem Trip nicht neu gestartet werden. Um die einzelnen Nothalte unterscheiden zu können, werden sie mit einer eindeutigen Kennung versehen.

7.2.12 Message 24/General message

LNTC/0/1/2: RIU, RBC

Diese Message selbst hat keine Bedeutung. Warum gibt es sie dann? Ganz einfach: Weil sie als Container für Packets an das Fahrzeug dient. Außerdem kann so das Funktionieren der Verbindung gezeigt werden.

7.2.13 Message 27/SH Refused

L2: RBC

Hiermit lehnt das RBC die Anfrage eines Zuges zum Wechsel nach Shunting (M130/Request for Shunting) ab.

7.2.14 Message 28/SH Authorised

L2: RBC

Hiermit erlaubt das RBC einem Zug den Wechsel nach Shunting als Antwort auf M130/Request for Shunting.

7.2.15 Message 32/RBC/RIU System Version

LNTC/0/1/2: RIU, RBC

Diese **Message** enthält die **Systemversion**, die das **RBC** oder die **RIU** benutzt. In **Baseline 2** ist diese naturgemäß eindeutig.

7.2.16 Message 33/MA with Shifted Location Reference

L2: RBC

siehe **M33/MA with Shifted Location Reference**

7.2.17 Message 34/Track Ahead Free Request

L2: RBC



Mit dem TAF-Request wird der Triebfahrzeugführer aufgefordert, das Freisein der Strecke voraus zu bestätigen, das Fahrzeug meldet dann **M149/Track Ahead Free Granted**. Hiermit ist eine Aufwertung in Mode **Full Supervision** bereits vor dem Signal möglich. Anderenfalls bleibt das Fahrzeug in Mode **OS** oder **SR**.

Die **TSI OPE** nennt die Funktion „Aufforderung zur Bestätigung einer freien Strecke“. Bei der DB wird diese Funktion nicht genutzt.

Einige Infrastrukturbetreiber vertrauen den Triebfahrzeugführern nicht und verzichten auf die frühe Aufwertung oder setzen technische Mittel ein, um diese zu ermöglichen.

7.2.18 Message 37/Infill MA

L1: RIU

Da eine **RIU** das gleiche Protokoll wie ein **RBC** nutzt, muss eine **Radio-Infill-MA** in einer **Message** verpackt sein. Zu dieser **Message** gehören **P136/Infill location reference** und eine **L1-MA** sowie ggf. optionale **Packets**.

7.2.19 Message 38/Initiation of a communication session

L2: RBC bis B3MR1

Mit dieser **Message** wird vom **RBC** eine Session mit einem Fahrzeug aufgebaut. Das ist ein eher ungewöhnlicher Weg, da ein **RBC** den Zug dazu bereits kennen muss (also seine Telefonnummer). Er kann z. B. genutzt werden, wenn der Zug in einem Bahnhof während des Aufenthalts seine Session abbaut, um Funkkanäle zu sparen.

Ab **B3R2** wurde diese Möglichkeit abgeschafft. Von der Nutzung mit anderen **Spezifikationsgruppen** wurde damals generell abgeraten.

7.2.20 Message 38/Acknowledgement of session establishment

L2: RBC ab SV 2.3

Mit dieser **Message** wird vom **RBC** der Aufbau einer Kommunikationssitzung bestätigt, falls das Fahrzeug mindestens **SV 2.3** beherrscht.

7.2.21 Message 39/Acknowledgement of termination of a communication session

LNTC/0/1/2: RIU, RBC

Die Bestätigung an das Fahrzeug, dass hiermit die Session beendet und die Funkverbindung abgebaut wird.

7.2.22 Message 40/Train Rejected

L2: RBC

Zug abgelehnt? Ja, das geht bei interoperablen Zugbeeinflussungssystemen natürlich auch. Da jedes ETCS-Fahrzeug eine eindeutige Kennung hat, kann es von einem **RBC** gezielt abgelehnt werden. Am einfachsten ist das, wenn der fahrzeugspezifische Funkschlüssel gar nicht erst hinterlegt wird. Das **RBC** führt also genau genommen sogar eine Whitelist aller Fahrzeuge, mit denen es sprechen will.

Das ist hier aber gar nicht gemeint, da **Messages** erst bei einer bereits bestehenden Session ausgetauscht werden. Wenn ein Fahrzeug in **Level 2** aufstartet, meldet es seine Position an das **RBC**. Es kann jedoch auch sein, dass es seine Position nicht oder nicht sicher kennt, z. B. nach Systemfehler oder Abschaltung (*Cold Movement*). In dem Fall kann das **RBC** entweder die Fahrzeugposition aus eigenen Mitteln (unterstützt durch Stellwerk oder Fahrdienstleiter) mit **M43** bestätigen, das Fahrzeug mit unbekannter Position ablehnen oder dennoch akzeptieren (**M41**).

7.2.23 Message 41/Train Accepted

L2: RBC

Hiermit akzeptiert das **RBC** ein Fahrzeug mit unbekannter Position.

7.2.24 Message 43/SoM position report confirmed by RBC

L2: RBC

Wie bei **M40/Train Rejected** beschrieben, kann das **RBC** dem Fahrzeug mitteilen, dass seine unsichere Position durchaus richtig ist. Das **M43** kann allerdings keine falsche oder unbekannt Position korrigieren.

7.2.25 Message 45/Assignment of coordinate system

LNTC/0/1/2: RBC

In der Erläuterung zur [Eurobalise](#) wurde uns klar, dass eine einzelne [Balise](#) keine Richtung hat, das [RBC](#) aber bei mehreren [Einzelbalisengruppen](#) die Richtung ermitteln kann. Das Fahrzeug meldet in diesem Fall die aktuelle und die letzte [Balisengruppe](#) und das [RBC](#) ermittelt aus der Streckentopologie die Richtung. Diese wird dem Fahrzeug mit dieser [Message](#) mitgeteilt, und schon gibt es wieder eine Bezugsrichtung.

7.3 Packets

7.3.1 Packet 0/Virtual Balise Cover marker

LNTC/0/1/2: Balise	ab SV 2.0
--------------------	-----------

Mit einem Virtual Balise Cover wird jedes [Balisentelegramm](#) das ein entsprechendes [Packet](#) enthält ignoriert. Das kann zu Testzwecken oder in Umbauphasen praktisch sein. Die Strecke kann sie selbst kommandieren (maximal 10), sie können aber auch vom Triebfahrzeugführer (maximal 20) eingegeben werden. Damit sie nicht irrtümlich vergessen werden, muss eine Gültigkeit von maximal 255 Tagen angegeben werden. Wie alle direkt auf die [Balisen](#) bezogenen [Packets](#) gilt es in allen Leveln.

In [Baseline 4](#) wurde die Gültigkeitsdauer von 255 Tagen in 6120 Stunden mit einer Auflösung von 24 Stunden geändert.

7.3.2 Packet 2/System Version order

LNTC/0/1/2: Balise	ab SV 1.1
--------------------	-----------

Das Fahrzeug schaltet zwar automatisch in eine höhere [Systemversion](#), wenn es eine solche empfängt, jedoch nicht in eine niedrigere. Das kann mit diesem [Packet](#) erzwungen werden.

7.3.3 Packet 3/National Values

LNTC/0/1: Balise	L2: Balise, RBC
------------------	-----------------

Die National Values sind ein größerer Satz von Variablen, die landesspezifische, betreiberspezifische oder sogar regionale (bezogen auf [NID_C](#)) Definitionen enthalten, so z. B. die Höchstgeschwindigkeiten für verschiedene Modes und das Verhalten bei Funkausfall. Ab [Systemversion 2.0](#) wird das Ganze noch einmal dadurch aufgebläht, dass auch verschiedene Parameter zum Berechnen der [Bremskurven](#) enthalten sind.

Normalerweise werden die National Values an Systemgrenzen per [Balise](#) übertragen, bei der Aufnahme nach [Level 2](#) bzw. bei der Übergabe an ein anderes [RBC](#) geht es aber auch per Funk.

In [Systemversion 1.1](#) können die [Bremskurvenparameter](#) mit [P203/National Values for braking curves](#) übertragen werden.

7.3.4 Packet 5/Linking

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

siehe [P5/Linking](#)

7.3.5 Packet 6/Virtual Balise Cover order

LNTC/0/1/2: Balise	ab SV 1.1
--------------------	-----------

Hiermit wird ein Virtual Balise Cover ein- oder ausgeschaltet.

7.3.6 Packet 12/Level 1 Movement Authority

L1: Balise, Loop, RIU

siehe [P12/Level 1 Movement Authority](#)

7.3.7 Packet 13/Staff Responsible distance Information from loop

L1: Loop	ab SV 2.0
----------	-----------

Eigentlich gibt dieses [Packet](#) nur an, wie weit ein Fahrzeug in Mode [SR](#) fahren darf. Da eine [Loop](#) jedoch nicht direkt einen Referenzpunkt hat, kann dieses [Packet](#) mehrere [Referenzbalisen](#) mit jeweils darauf bezogener Distanz enthalten.

7.3.8 Packet 15/Level 2 Movement Authority

L2: RBC

siehe [P15/Level 2 Movement Authority](#)

7.3.9 Packet 16/Repositioning Information

L1: Balise

Wenn ein Signal zwar Fahrt zeigt, die [LEU](#) aber keine Weichenlagen und damit das genaue Fahrstraßenziel nicht kennt, die Distanzen zum [EOA](#) aber halbwegs ähnlich sind, dann kann zunächst eine MA bis zum nächstgelegenen Ziel ausgegeben werden. Ist der Fahrweg eindeutig, dann kann so über [Festdatenbalisen](#) (das ist der Vorteil) die Distanz bis zum tatsächlichen Ziel aktualisiert werden. Die Profile bis zu den Repositioning-[Balisen](#) müssen natürlich das Minimum der möglichen Fahrwege enthalten, können aber auch aus [Festdatenbalisen](#) aktualisiert werden.

7.3.10 Packet 21/Gradient Profile

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

siehe [P21/Gradient Profile](#)

7.3.11 Packet 27/International Static Speed Profile

L1: Balise, Loop, RIU | L2: RBC

siehe [P27/International Static Speed Profile](#)**7.3.12 Packet 31/RBC transition order for RBC interfaced to FRMCS only**

L2: Balise, RBC | ab SV 2.3

Das Gegenstück zu [P131/RBC transition order for RBC interfaced to GSM-R](#), falls das folgende [RBC](#) nur mit FRMCS angeschlossen ist. In diesem Fall ist wegen der IP-basierten Kommunikation keine Telefonnummer erforderlich.

7.3.13 Packet 32/Session Management for RBC interfaced to FRMCS only

L1: Balise, Loop, RIU | L2: RBC | ab SV 2.3

Das Gegenstück zu [P42/Session Management for RBC interfaced to GSM-R](#), falls das zu kontaktierende [RBC](#) nur mit FRMCS angeschlossen ist. In diesem Fall ist wegen der IP-basierten Kommunikation keine Telefonnummer erforderlich.

7.3.14 Packet 39/Track Condition Change of traction system

L1: Balise, Loop, RIU | L2: RBC

Dieses [Packet](#), das einen Transitionswechsel ankündigt, wird zwar unter „Other Profiles“ geführt, gibt aber einen Ort an. In der ehemaligen [Baseline 2](#) (damals als *Track Condition Change of traction power*) und somit in [Systemversion X=1](#) wird das Traktionssystem insgesamt codiert. Die Belegung des Parameters M_TRACTION sollte zentral festgelegt werden. Dazu kam es aber nicht, so dass M_TRACTION durch die Betreiber spezifiziert wurde. Die Folge waren Inkonsistenzen (der gleiche Wert bezeichnete in verschiedenen Ländern auch verschiedene Systeme).

In [Baseline 3](#) und damit ab [Systemversion 2.0](#) in wurde die Definition nun in der Spezifikation ergänzt: M_TRACTION wurde durch M_VOLTAGE ersetzt, das die Spannung in sechs Versionen angibt:

1. Strecke verfügt über kein Traktionssystem (kein elektrischer Antrieb)
2. AC 25 kV 50 Hz
3. AC 15 kV 16,7 Hz
4. DC 3 kV
5. DC 1,5 kV
6. DC 600/750 V

Details zur elektrischen Traktion werden mit dem neuen Parameter NID_CTRACTION angegeben. Der Name zeigt bereits, dass es sich um einen landesspezifischen Wert handelt. Der zulässige Oberstrom sollte hierbei nicht enthalten sein, da dieser ab [Systemversion 2.0](#) ein eigenes Profil bekommen hat ([P40](#)), ist es aber teilweise dennoch.

Es ist zu beachten, dass das Profil nur den Wechsel angibt. Das bedeutet für das Fahrzeug nicht, dass es in einen Bereich mit bestimmter Traktion einfährt, denn dann würde die Traktion an einer Landesgrenze womöglich eine andere Bedeutung bekommen.

Skurril ist, dass P39 in [Baseline 3](#) zunächst in P38 umbenannt wurde. Mit [SRS 3.3.0](#) wurde das aber wieder rückgängig gemacht.

In [Systemversion 1.1](#) kann der Change of Traction System der höheren [Systemversionen](#) mit [P239/Track Condition Change of traction system](#) übertragen werden.

7.3.15 Packet 40/Track Condition Change of allowed current consumption

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC	ab SV 2.0
-----------------------	---------	-----------

Dieses in [Systemversion 2.0](#) neu eingeführte [Packet](#) gibt den zulässigen Oberstrom an. Wie bei [P39](#) kann nur ein einmaliger Wechsel angegeben werden, kein Streckenprofil.

7.3.16 Packet 41/Level Transition Order

LNTC/0/1/2: Balise, Loop, RIU, RBC

Mit [Packet 41](#) wird ein Levelwechsel angekündigt oder direkt befohlen. Auch dieses Profil hat nur ein Segment. Es ist einfach nicht möglich, einen Levelwechsel vorzubereiten, bevor der vorherige Levelwechsel abgeschlossen wurde. [Packet 41](#) ist eines der wenigen [Packets](#), das in jedem Level von jedem Medium gesendet werden kann, von [RIU](#) und [RBC](#) natürlich nur bei bestehender Verbindung.

Angegeben wird nicht unbedingt der neue Level, sondern eine priorisierte Liste neuer Level. Ist das Fahrzeug nicht mit dem bevorzugten Level (dazu gehört in [Level NTC](#) auch das jeweilige STM bzw. NTC) ausgerüstet, so schaltet es entsprechend der zweiten Angabe um usw. Es wird aber immer umgeschaltet, falls gar kein neuer Level möglich ist, in den der niedrigsten Priorität. Da jedes ETCS-Fahrzeug [Level 0](#) beherrscht, wird [Level 0](#) in der Regel mit der geringsten Priorität angegeben.

Der Levelwechsel selbst ist ein relativ kompliziertes Thema, insbesondere bei Wechsel in den [Level NTC](#), da hierbei ein externes Gerät aktiviert werden muss. Da die Aktivierung eine Weile dauern kann, gibt es verschiedene Verfahren, um das Entstehen einer Überwachungslücke zu verhindern.

7.3.17 Packet 42/Session Management for RBC interfaced to GSM-R

LNTC/0/1/2: Balise, RBC

[Packet 42](#) enthält kein Profil. Hiermit wird das Fahrzeug zum Auf- oder Abbau der Funkverbindung zum [RBC](#) aufgefordert. Der Zusatz *for RBC interfaced to GSM-R* wurde mit [Baseline 4](#) zur besseren Unterscheidung von [P32/Session Management for RBC interfaced to FRMCS only](#) eingeführt.

7.3.18 Packet 44/Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system

LNTC/0/1/2: Balise, Loop, RIU, RBC

Packet 44 enthält vielleicht ein Profil, vielleicht auch nicht. Es handelt sich um ein **Packet**, das zwar durch ETCS übertragen wird, aber nicht durch ETCS genutzt wird, sondern Daten an andere Komponenten des Fahrzeugs überträgt. Das kann ein STM sein oder etwas anderes.

7.3.19 Packet 45/Radio Network transition order

LNTC/0/1/2: Balise, Loop, RIU, RBC

Dieses **Packet** fordert das Fahrzeug auf, sich bei einem Funknetzwerk anzumelden. Das ist so zu verstehen, wie die Auswahl des Netzbetreibers beim Einschalten des Handys. Allerdings gibt es bei GSM-R in diesem Sinne kein Roaming, der Anbieter wird explizit angegeben. Von einem Profil ist hier natürlich keine Rede.

Vor **Baseline 4** hieß das **Packet** *Radio Network registration*.

7.3.20 Packet 46/Conditional Level Transition Order

LNTC/0/1/2: Balise

Der „bedingte“ Levelwechsel. Das Fahrzeug wechselt nur den Level, wenn es sich in keinem der angegebenen Level befindet. Außerdem wird damit das fahrzeugseitige Angebot an Leveln, die der Triebfahrzeugführer manuell wählen kann, entsprechend eingeschränkt.

7.3.21 Packet 47/Level Inhibition Order

LNTC/0/1/2: Balise, RBC	nicht eingeführt
-------------------------	------------------

Mit diesem **Packet** sollten die verfügbaren Level eingeschränkt werden können. Das galt für die von der Strecke kommandierten Wechsel genau so wie für manuelle Levelwechsel durch den Fahrzeugführer. Zumindest war es so angedacht, dieses **Packet** ist von **SRS 3.2.0** zu **SRS 3.3.0** wieder entfallen.

7.3.22 Packet 49/List of Balise Groups for SH Area

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

siehe **P49/List of Balise Groups for SH Area**

Zu **Baseline 4** bekam das **Packet** den neuen Namen, es hieß vorher *List of balises for SH Area*.

7.3.23 Packet 51/Axle load Speed Profile

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

Hier haben wir wieder ein echtes Profil. Es ist ähnlich wie das SSP aufgebaut, allerdings sind nur 15 Segmente mit jeweils bis zu drei Achslastgrenzen erlaubt. Für Fahrzeuge, die mindestens die angegebene Achslast haben, gilt eine angegebene Geschwindigkeitsbegrenzung.

Ab **Systemversion 3.0** wird die Geschwindigkeitsbegrenzung auf genau die angegebene Kategorie angewendet, wodurch sich auch die Grenzen der Iterationen ändern. In **Systemversion X=1** wird die Grenze in Vielfachen von 500 kg angegeben.

7.3.24 Packet 52/Permitted Braking Distance Information

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC	ab SV 2.0
-----------------------	---------	-----------

Mit diesem **Packet** wird nicht direkt die Fahrzeuggeschwindigkeit auf einen bestimmten Wert begrenzt, sondern der Bremsweg. Dies führt natürlich bei Bedarf zu einer geringeren zulässigen Geschwindigkeit. Das diskontinuierliche Profil erlaubt drei Abschnitte, jeder mit einem eigenen Bremsweg. Diese Funktionalität wirkt auch ohne MA, also in Mode **SR**. Anwendungsfälle sind die Entlassung aus ETCS-Führung und die Überwachung von Bahnübergängen.

7.3.25 Packet 57/Movement Authority Request Parameters

LNTC/0/1/2: RBC

Mit diesem **Packet** nennt das **RBC** dem Fahrzeug, wann es von diesem gerne einen MA-Request (**M132/MA Request**) hätte, also z. B. wie lange, bevor das Fahrzeug eine Bremsung zum **EOA** beginnt und in welchen Intervallen dieser wiederholt wird, auch wenn er aus anderen Gründen angestoßen wird.

7.3.26 Packet 58/Position Report Parameters

LNTC/0/1/2: RBC

Dieses **Packet** informiert das Fahrzeug darüber, wann und in welchen Intervallen dieses seine Position an das **RBC** senden soll. In bestimmten Situationen ist ein Position Report darüber hinaus generisch gefordert.

7.3.27 Packet 63/List of Balise Groups in SR Authority

L2: RBC

Wenn das Fahrzeug vom **RBC** die Erlaubnis bekommt, in Mode **SR** zu fahren, kann dieses **Packet** mitgegeben werden, das bis zu 15 **Balisengruppen** nennt, die das Fahrzeug passieren darf. Beim Lesen einer anderen **Balisengruppe** wechselt das Fahrzeug nach **Trip**.

Auch dieses **Packet** bekam erst mit **Baseline 4** den korrekten Verweis auf **Balisengruppen**.

7.3.28 Packet 64/Inhibition of revocable TSRs from balises in L2

L2: RBC	ab SV 2.0
---------	-----------

Hiermit kann dauerhaft bewirkt werden, dass ein Fahrzeug in **Level 2** TSRs (Temporary Speed Restrictions) von **Balisen** nicht mehr akzeptiert. Normalerweise werden TSRs von **Balisen** in allen Leveln außer **Level NTC** akzeptiert. P64 hält bis zum Sessionabbau bzw. bis zum Übergang in ein anderes **RBC**.

7.3.29 Packet 65/Temporary Speed Restriction

L0/1/2: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
---------------------------	---------

Eine temporäre Geschwindigkeitseinschränkung wirkt für einen definierten Abschnitt. Dabei kann noch gewählt werden, ob die TSR für den ganzen Zug oder nur die Zugspitze gültig ist. Jede TSR hat einen Index, über den sie adressiert und somit überschrieben oder gelöscht werden kann. Etwa die Hälfte der Nummern ist dabei jeweils für die Übertragung durch **Balisen** reserviert, die andere für den Rest, eine Nummer ist für TSR, die nicht mehr gelöscht werden können.

Ein **Packet** hat nur eine TSR und damit ein sehr einfaches Profil, P65 ist aber eines der **Packets**, von dem mehrere Instanzen (bis zu 10 Stück) in einer **Message** enthalten sein dürfen.

7.3.30 Packet 66/Temporary Speed Restriction Revocation

L0/1/2: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
---------------------------	---------

Das Löschpaket zur TSR.

7.3.31 Packet 67/Track Condition Big Metal Masses

LNTC/0/1/2: Balise	ab SV 3.0 zusätzlich	L1: Loop, RIU	L2: RBC
--------------------	----------------------	---------------	---------

Eines der wenigen **Packets**, das in allen Leveln gelesen und ausgewertet wird. Es enthält bis zu fünf Abschnitte, in denen Warnmeldungen des ignoriert werden. Diese treten technisch bedingt (magnetische Datenübertragung) an großen Metallansammlungen bevorzugt auf. Da diese Information immer relevant ist, wird sie nur über **Balisen** übertragen und somit von allen ETCS-Fahrzeugen gelesen.

7.3.32 Packet 68/Track Condition

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

Ein **Packet** Track Condition enthält bis zu 20 Track Conditions, also besondere Eigenschaften der Strecke. Es gibt diverse Typen, mit einigen Unterschieden zwischen **Systemversion X=1** und höheren Systemversionen.

Die Wirkung von Track Conditions ist nicht für alle Typen gleich. Nicht einmal die Anzeige am DMI ist Standard. Bei einigen Typen gibt es Einfluss auf die Berechnung der Bremskurven. Einige Track Conditions können auch automatisch externe Systeme ansteuern (z. B. den Stromabnehmer senken), dies ist aber optional.

Falls der Triebfahrzeugführer nicht genau weiß, ob sein Fahrzeug automatisch reagiert, ist das nicht schlimm. Das entsprechende Symbol wird am DMI gelb angezeigt, falls der Triebfahrzeugführer handeln muss, anderenfalls grau.

Nummer	UNISIG-Bezeichnung	Bedeutung	Wirkung
0	X=1: Non stopping area – tunnel	Halteverbot wegen eines Tunnels	nur Anzeige
0	X>1: Non stopping area	Allgemeines Halteverbot	nur Anzeige
1	X=1: Non stopping area – bridge	Halteverbot wegen einer Brücke	nur Anzeige
1	X>1: Tunnel stopping area	Das Gegenstück zur Non stopping area	nur Anzeige
2	X=1: Non stopping area – other reasons	Halteverbot aus anderen Gründen	nur Anzeige
2	X>1: Sound horn	Pfeifen	nur Anzeige
3	Powerless section – lower pantograph	Stromabnehmer senken	opt. Automatik
4	Radio hole (stop supervising T.NVCONTACT)	Funkloch - keine Reaktion auf Verbindungsausfall	Funküberwachung
5	Air tightness	Zug druckdicht abschließen	opt. Automatik
6	Switch off regenerative brake	Generatorische Bremse ausschalten	Bremskurve, opt. Automatik
7	Switch off eddy current brake for service brake	Wirbelstrombremse als Betriebsbremse ausschalten	Bremskurve, opt. Automatik
8	Switch off magnetic shoe brake	Magnetschienenbremse ausschalten	Bremskurve, opt. Automatik
9	Powerless section – switch off the main power switch	Hauptschalter ausschalten	opt. Automatik
10	X=1: -	-	-
10	X>1: Switch off eddy current brake for emergency brake	Wirbelstrombremse für Schnellbremsung ausschalten	Bremskurve, opt. Automatik

In Systemversion 1.1 können die Track Conditions der höheren Systemversionen mit Packet P206/Track Condition übertragen werden.

7.3.33 Packet 69/Track Condition Station Platforms

L1: Balise, Loop, RIU | L2: RBC | ab SV 2.0

Hiermit kann die Höhe von Bahnsteigen über der Schienenoberkante und die Lage des Bahnsteigs (links, rechts, beidseitig) angegeben werden. Unterschiedlich hohe oder lange Bahnsteige auf beiden Seiten sind nicht möglich, aber wohl auch weniger relevant. Bis zu fünf Bahnsteige können übergeben werden. Diese Track Condition wird nicht angezeigt, sondern nur an externe Systeme übergeben.

7.3.34 Packet 70/Route Suitability Data

L1: Balise, Loop, RIU | L2: RBC

Mit diesem Packet kann die Eignung der Strecke ab einem bestimmten Ort hinsichtlich Lademaß, Achslast oder Traktionssystem angegeben werden. Das Fahrzeug betrachtet die angegebenen Ort bei Nichteignung als EOA und SvL.

In Systemversion 1.1 können die Route Suitability Data der höheren Systemversionen mit Packet P207/Route Suitability übertragen werden.

7.3.35 Packet 71/Adhesion factor

L1: Balise, Loop, RIU | L2: RBC



Dieses **Packet** kann genutzt werden, um den relativen Reibungsfaktor für die Berechnung der Not**Bremskurve** zu ändern. Das Profil hat nur ein Segment und erlaubt nur die Auswahl „normal“ und „rutschig“ (siehe Symbol).

7.3.36 Packet 72/Packet for sending plain text messages

L0/1/2: Balise | L2: Balise, RBC

Um beliebige Informationen an den Fahrer zu senden kann entweder das GSM-R als konventionelles Telefon genutzt oder aber eine Textmeldung geschickt werden. Das **Packet** 72 erlaubt freien Text von bis zu 255 Zeichen ISO 8859-1. Allerdings wird die Darstellung schwierig. Zwar kann für das **DMI** nicht direkt die Anzahl der Zeichen pro Zeile angegeben werden, weil die Schrift nicht so genau definiert ist, es dürfte aber knapp werden. Das **Packet** wird von Fahrzeugen in **Level 2** auch von **Balisen** akzeptiert und kann über diese auch an Fahrzeuge in **Level 0** gesendet werden.

Es gibt etliche mögliche Bedingungen zum Definieren von Beginn und Ende der Anzeige – Distanzen, Zeit (Ende), Wechsel in einen bestimmten Mode oder Level. Außerdem kann angegeben werden, ob die Meldung quittiert werden muss. Eine Rückmeldung an ein (für **Level 0** und **1** im **Packet** angegebenes) **RBC** ist erst ab **Systemversion 2.0** möglich. Damit kann beispielweise eine MA-Erteilung vom Bestätigen einer Einschränkung abhängig gemacht werden, ähnlich wie ein schriftlicher Befehl.

Ab **Systemversion 2.2** trägt dieses **Packet** die Nummer 73. In den **Systemversionen 2.2** und **2.3** muss das **RBC** allerdings weiterhin die 72 nutzen, wenn die höchste unterstützte **Systemversion** des Fahrzeugs die **2.0** oder **2.1** ist.

7.3.37 Packet 76/Packet for sending fixed text messages

L0/1/2: Balise | L2: Balise, RBC | nicht SV X=1

Wenn es kein freier Text sein soll wie bei **P72/Packet for sending plain text messages**, so kann auch ein vordefinierter Text übergeben werden. Die Bedingungen sind ansonsten die gleichen. Vor- und Nachteil sind klar:

- Die Texte können in mehreren Sprachen im Fahrzeug vorhanden sein, so dass der Triebfahrzeugführer die Meldung in seiner Wunschsprache ablesen kann. Sie müssen wenigstens in Englisch hinterlegt sein.
- Der Projektierungsaufwand liegt hier im Fahrzeug. Das heißt, dass jedes Fahrzeug eine neue Software (wenigstens eine neue Konfiguration des nicht sicherheitsrelevanten Teils) benötigt, sobald ein neuer Text definiert wird.

In **B3MR1**, **B3R2** und **B4R1** sind genau zwei Texte definiert: „Level crossing not protected“ und „Acknowledgement“ (sehr aussagekräftig ...)

Da die Definition der Texte in der ehemaligen [Baseline 2](#) abweicht, ist die Nutzung dieses [Packets](#) in [Systemversion X=1](#) bereits seit [B3MR1](#) verboten.

Ab [Systemversion 2.2](#) trägt dieses [Packet](#) die Nummer 74. In den [Systemversionen 2.2](#) und [2.3](#) muss das [RBC](#) allerdings weiterhin die 76 nutzen, wenn die höchste unterstützte [Systemversion](#) des Fahrzeugs die [2.0](#) oder [2.1](#) ist.

7.3.38 Packet 79/Geographical Position Information

L0/1/2: Balise	L2: RBC
----------------	---------

Mit diesem [Packet](#) kann eine geografische Position, d. h. eine Angabe von Streckenkilometern jeweils bezogen auf bis zu 32 [Balisengruppen](#), angegeben werden. Diese wird dann dem Triebfahrzeugführer auf dessen Wunsch metergenau angezeigt. Dieses [Packet](#) kann auch in [Level 0](#) oder [2](#) von [Balisen](#) gelesen werden.

Das kann theoretisch sinnvoll sein, um z. B. bei schriftlichen Befehlen einen Ort genau zu bestimmen. Allerdings kann das Fahrzeug mit Fehl- oder Überlängen und negativen Werten nicht umgehen.

7.3.39 Packet 80/Mode profile

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC
-----------------------	---------

siehe [P80/Mode profile](#)

7.3.40 Packet 88/Level Crossing information

L1: Balise, Loop, RIU	L2: Balise, RBC
-----------------------	-----------------

Dieses Profil dient zur Übertragung des Status von genau einem Bahnübergang. Wie bei [TSRs](#) sind in einer [Message](#) aber bis zu zehn [Packets](#) P88 zulässig. Ist der [BÜ](#) nicht gesichert, so kann die zulässige Geschwindigkeit zum Passieren angegeben werden und ebenso, ob zuvor gestoppt werden muss. Das wäre mit herkömmlichen [Track Conditions](#) nur mit einiger Zusatzfunktionalität im [RBC](#) zu erreichen, in [Level 1](#) gar nicht.

7.3.41 Packet 90/Track Ahead Free up to level 2 transition location

LNTC/0/1: Balise

Ein recht spezieller Fall ist dieses [Packet](#). Es wird nur durch [Balisen](#) übertragen und nur von Fahrzeugen in [Level 0](#), [1](#) oder [NTC](#) akzeptiert, denen eine Transition nach [Level 2](#) angekündigt wurde. Es hat zwei Auswirkungen:

- Das Fahrzeug sendet [M132/MA Request](#) an das [RBC](#).
- Das [Packet](#) enthält die Kennung der [Transitionsbalisengruppe](#). Diese kann in [M132/MA Request](#) in [P9/Level 2 transition information](#) an das [RBC](#) gesendet werden, das daraufhin den Zug (wenn das Streckenlayout entsprechend geplant wurde) orten und diesem eine [L2-MA](#) erteilen kann.

Es dürfte in der Praxis etwas schwierig werden, das **Packet** mit **Festdatenbalisen** korrekt zu übertragen, da es kein befahrbares Gleis geben dürfte, das immer frei ist.

7.3.42 Packet 131/RBC transition order for RBC interfaced to GSM-R

L2: Balise, RBC

Naturgemäß kann eine Transition zwischen zwei **RBC** nur in **Level 2** erfolgen. Dennoch kann sie auch mit **Balisen** angekündigt werden. Die Kommunikation zwischen den beteiligten **RBC** ist in Subset-039 geregelt, es gilt aber ähnlich wie für die Fahrzeugschnittstelle: Wie genau die Transition erfolgt, ist durch UNISIG nicht geregelt, das ist zwischen den beteiligten Parteien abzusprechen.

Der Zusatz *for RBC interfaced to GSM-R* wurde mit **Baseline 4** zur besseren Unterscheidung von **P31/RBC transition order for RBC interfaced to FRMCS only** eingeführt.

7.3.43 Packet 132/Danger for Shunting information

LNTC/0/1/2: Balise

Dieses **Packet** überträgt, ob das entsprechende Signal für Rangierfahrt Halt oder Fahrt zeigt. Wirksam ist es nur, wenn das Fahrzeug sich in Mode **SH** befindet.

7.3.44 Packet 133/Radio infill area information

L1: Balise

Dieses **Packet** meldet einem Fahrzeug in **Level 1**, wo es sich an welcher **RIU** anmelden und für welches Signal Infill-Information holen soll. Wirksam ist es nur in den Modes **FS**, **OS**, **LS** und **SR**.

7.3.45 Packet 134/EOLM Packet

LNTC/0/1/2: Balise

Dieses **Packet** nennt Distanz zu und Länge einer **Loop**. Es wird in allen Leveln und vielen Modes gelesen.

7.3.46 Packet 135/Stop Shunting on desk opening

LNTC/0/1/2: Balise **ab SV 1.1**

In **Baseline 3** wechselt ein Fahrzeug in **PS** beim Aufschalten eines Führerstands normalerweise nach **SH**. Hat das Fahrzeug jedoch zuvor dieses **Packet** empfangen, wird dies unterdrückt und das Fahrzeug wechselt nach **SB**. Damit kann ein Wechsel des Führerstands bei Rangierfahrten unterbunden werden. Allerdings kann ein Fahrzeug in **SH** sowieso rückwärts fahren.

7.3.47 Packet 136/Infill location reference

L1: Balise, Loop, RIU

Normale Nachrichten sind eindeutig auf einen Ort bezogen, nämlich **Balisentelegramme** auf die jeweilige **Balisengruppe** und **Messages** vom **RBC** auf die **LRBG**. Bei Infill per **Loop** oder **RIU** gibt es keine wirkliche Referenz, so dass mit diesem **Packet** für die jeweilige **Message** bzw. das **Telegramm** eine Referenz-**Balisengruppe** angegeben wird. Für Infillbalisen ist das ebenso geregelt, obwohl diese einen Ort angeben. Das liegt daran, dass die Infillbalisen sich auf die **Balisengruppe** des nächsten Signals beziehen und nur gültig sind, wenn die **Signalbalisengruppe** im Linking enthalten ist. Wie alle Infill-Informationen wirkt das nur in **L1**.

7.3.48 Packet 137/Stop if in Staff Responsible

L1/2: Balise

Dieses **Packet** überträgt, ob das entsprechende Signal für Fahrzeuge in Mode **SR** Halt oder Fahrt aussagt, und nur in diesem Mode wirkt es auch.

7.3.49 Packet 138/Reversing area information

L1: Balise, Loop, RIU L2: RBC

Dieses **Packet** ist ein Profil mit einem Segment. Es gibt an, auf welchem Streckenabschnitt die Funktion **Reversing** eingerichtet ist.

7.3.50 Packet 139/Reversing supervision information

L1: Balise, Loop, RIU L2: RBC

Dieses **Packet** gibt nun an, wie weit und wie schnell der Zug in Mode **RV** fahren darf.

7.3.51 Packet 140/Train running number from RBC

L2: RBC

Hiermit kann dem Zug vom **RBC** die betriebliche Zugnummer (**NID_OPERATIONAL**) zugewiesen werden.

7.3.52 Packet 141/Default Gradient for Temporary Speed Restriction

L0/1/2: Balise

Eine **TSR** wird auch in Modes beachtet, in denen kein **GP** verfügbar ist, unter anderem in **Level 0**. Die Berechnung der **Bremskurve** basiert dann auf einer ebenen Strecke. Ist die Strecke stark steigend, so verhält sich das Fahrzeug unnötig restriktiv, bei starkem Gefälle kann die **TSR** womöglich nicht eingehalten werden. Deshalb kann ein für die ganze Strecke geltender Standard-Gradient übergeben werden.

7.3.53 Packet 143/Session Management with neighbouring Radio Infill Unit

L1: RIU ab SV 2.0

Falls von einer RIU zur nächsten geschaltet werden muss, kann der Auf- und Abbau der Funkverbindung zur jeweils anderen RIU hiermit gesteuert werden.

Man könnte denken, dass eine Strecke, auf der mehrere Bereiche von Radio Infill aneinander grenzen, gleich auf Level 2 umgestellt werden sollte. Offensichtlich hat Level 1 mit Radio Infill aber auch Fans.

7.3.54 Packet 145/Inhibition of balise group message consistency reaction

LNTC/0/1/2: Balise ab SV 1.1

Liegt dieses Packet in einer Balise, so wird bei Lesefehlern jeder anderen Balise dieser Gruppe keine Fehlerreaktion (Betriebsbremsung) ausgelöst. Das kann sinnvoll sein, wenn die Balisengruppe keine restriktiven Inhalte hat oder sich diese nur in der Balise mit diesem Packet befinden. Ein recht simpler Weg zur Erhöhung der Verfügbarkeit.

7.3.55 Packet 180/LSSMA display toggle order

L1: Balise, Loop, RIU L2: RBC ab SV 2.0

Mit diesem Packet wird die Anzeige der niedrigsten überwachten Geschwindigkeit in der MA (LSSMA) ein- und ausgeschaltet. Diese Funktion wird nur in Mode LS genutzt.

7.3.56 Packet 181/Generic LS function marker

LNTC/0/1/2: Balise ab SV 2.0

Mit diesem Packet wird die Auswertung von Packet P180/LSSMA display toggle order aktiviert. Ohne P181 wird die (LSSMA) unter etwas anderen Bedingungen automatisch angezeigt. Diese Funktion wird nur in Mode LS genutzt.

7.3.57 Packets der 200er-Reihe

Allgemeines Die 2xx-Packets – mit Ausnahme von P254 und der Ende-Kennung P255 – nehmen jeweils in einer Systemversion X Informationen einer höheren Systemversion X+1 vorweg. Fahrzeuge, die die höhere Systemversion X+1 beherrschen, können so trotz der zu älteren Fahrzeugen kompatiblen Strecke die entsprechenden Daten empfangen und verarbeiten.

Packet 200/Virtual Balise Cover marker

LNTC/0/1/2: Balise SV 1.1

Dieses Packet ist das Gegenstück zu P0/Virtual Balise Cover marker.

Packet 203/National Values for braking curves

LNTC/0/1: Balise	L2: Balise, RBC	SV 1.1
------------------	-----------------	--------

Dieses **Packet** enthält die Anteile des **P3/National Values**, die in **Systemversion X=1** dort nicht übertragen werden und die für das **Bremskurvenmodell** erforderlich sind. Es wird auch von Fahrzeugen der **Baseline 2** verstanden, wenn diese das Paket der entsprechenden Änderungen (CR595 usw.) implementiert haben. P203 darf nicht ohne **P3/National Values** in der gleichen **Message** übertragen werden.

Packet 206/Track Condition

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC	SV 1.1
-----------------------	---------	--------

Dieses Packet entspricht **P68/Track Condition** ab **Systemversion 2.0**. Empfängt das Fahrzeug P206, so wird das **P68/Track Condition** der gleichen **Message** ignoriert.

Packet 207/Route Suitability Data

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC	SV 1.1
-----------------------	---------	--------

Dieses Packet entspricht **P70/Route Suitability Data** ab **Systemversion 2.0**. Empfängt das Fahrzeug P207, so wird das **P70/Route Suitability Data** der gleichen **Message** ignoriert.

Packet 239/Track Condition Change of traction system

L1: Balise, Loop, RIU	L2: RBC	SV 1.1
-----------------------	---------	--------

Dieses Packet entspricht **P39/Track Condition Change of traction system** ab **Systemversion 2.0**. Empfängt das Fahrzeug P239, so wird das **P39/Track Condition Change of traction system** der gleichen **Message** ignoriert.

Packet 245/Radio Network type

L1: Balise, RIU	L2: Balise, RBC	SV 2.3
-----------------	-----------------	--------

Mit diesem Packet wird der Funknetzwerktyp (GSM-R und/oder FRMCS) gesetzt, es ergänzt also die Anteile von **P45/Radio Network transition order**, die in **Systemversion X=2** nicht enthalten sind. **P45/Radio Network transition order** muss in der gleichen **Message** genau dann enthalten sein, wenn GSM-R verfügbar ist.

7.3.58 Packet 254/Default balise, loop or RIU information

LNTC/0/1/2: Balise, Loop, RIU

Dieses **Packet** gibt an, dass die gelesene Information die Standardwerte des jeweiligen Mediums enthält, weil die Ermittlung der richtigen Daten nicht funktioniert und eine Ausfallreaktion eingeleitet wurde. Das Fahrzeug kann daraus eine Fehlermeldung generieren, mittels der Ausfall offenbart wird. Bei duplizierten **Balisen** kann daraus aber auch abgeleitet werden, welche Information die „richtige“ ist.

7.3.59 Packet 255/End of Information

L1: Balise, Loop

Dieses Packet enthält nur 8 gesetzte Bits (255), die den Abschluss eines Balisentelegramms oder des Telegramms einer Euroloop kennzeichnen.

8 Vom Zug an die Strecke

8.1 Übersicht

Und hier nun die Richtung vom Zug an die Strecke, die meist nur in **Level 2** relevant ist. Wenige **Messages** gehen aber auch in **Level 1** an eine **RIU**.

8.2 Messages

8.2.1 Message 129/Validated Train Data

L2: RBC

Diese **Message** enthält vor allem **P11/Validated train data** mit den Zugdaten.

8.2.2 Message 130/Request for Shunting

L2: RBC

Hiermit bittet ein Fahrzeug in **Level 2** um die Erlaubnis, nach **Shunting** zu wechseln. Das **RBC** antwortet darauf mit **M27/SH Refused** oder **M28/SH Authorised**.

8.2.3 Message 131/Request for Supervised Manoeuvre

L2: RBC ab SV 2.3

Hiermit bittet ein Fahrzeug in **Level 2** um die Erlaubnis, nach **Supervised Manoeuvre** zu wechseln. Das **RBC** antwortet darauf mit **M4/SM Authorisation** oder **M5/SM Refused**.

8.2.4 Message 132/MA Request

L2: RBC

Kurz bevor das Fahrzeug in die **Bremskurve** kommt, kann es vom **RBC** eine neue **MA** anfordern. Die **Message** hat aber auch in anderen Situationen ihre Berechtigung, z. B. wenn das Fahrzeug seine **MA** verworfen hat oder nach dem Aufrüsten.

8.2.5 Message 133/Safe consist length information for Supervised Manoeuvre

L2: RBC ab SV 2.3

Die Länge des Verbandes (Zug, Rangierabteilung) für **Supervised Manoeuvre**. Sie muss vom **RBC** mit **M7/Acknowledgement of safe consist length info for SM** bestätigt werden.

8.2.6 Message 136/Train Position Report

L1: RIU L2: RBC

Eigentlich ist der Name dieser **Message** irreführend. Ein **Position Report** (**P0/Position Report** oder **P1/Position Report based on two balise groups**) ist in fast allen **Messages** an die Strecke enthalten. Die M136 könnte man insofern eher als General Message bezeichnen.

8.2.7 Message 137/Request to shorten MA is granted

L2: RBC

Die positive Antwort des Fahrzeugs auf **M9/Request to Shorten MA**: „Ja, ich kann vor dem neuen **EOA** halten und kürze meine MA darauf.“

8.2.8 Message 138/Request to shorten MA is rejected

L2: RBC

Die negative Antwort des Fahrzeugs auf **M9/Request to Shorten MA**: „Nein, ich bin nicht sicher, dass ich vor dem neuen **EOA** halten kann und behalte meine alte MA.“

Da das von der **Bremskurvenberechnung** abhängig ist und diese eher konservativ ausgelegt ist, heißt das nicht, dass ein rechtzeitiges Bremsen generell unmöglich ist.

8.2.9 Message 146/Acknowledgement

L1: RIU L2: RBC

Diese **Message** ist die rein formelle Quittung auf eine vom **RBC**.

8.2.10 Message 147/Acknowledgement of Emergency Stop

L2: RBC

Da es zwei Arten von Nothalt gibt, hat diese **Message** auch drei oder vier Funktionen (Häh?)

Auf **M15/Conditional Emergency Stop** ist es die Antwort „Ich hatte die angegebene Position bereits passiert und ignoriere den Nothaltauftrag“ bzw. „Ich war noch vor der angegebene Position, akzeptiere den Nothaltauftrag und kürze meine MA auf das neue **EOA**.“

Ab **Systemversion 2.0** wird zudem noch unterschieden, ob der akzeptierte **CES** zu einer Verschiebung des **EOA** führt oder nicht.

Auf **M16/Unconditional Emergency Stop** ist es einfach nur die formelle Quittung.

8.2.11 Message 149/Track Ahead Free Granted

L2: RBC

Die Antwort des Fahrzeugs oder vielmehr des Triebfahrzeugführers auf [M34/Track Ahead Free Request](#): „Vor mir ist bis zum Signal alles frei.“

In Deutschland müsste sogar bis zum Haltfallabschnitt alles frei sein, was aber in den harmonisierten Regeln zum „Umgang mit einer Aufforderung zur Bestätigung einer freien Strecke“ nicht berücksichtigt wird. Diese Funktion wird in Deutschland demzufolge auch nicht genutzt.

8.2.12 Message 150/End of Mission

L2: RBC

Hiermit beginnt das Fahrzeug das Ende einer Mission, was in diesem Kontext etwa als Zugfahrt zu verstehen ist. Das Fahrzeug kann beispielsweise abrüsten (Mode [SB](#)) oder rangieren (Mode [SH](#)).

8.2.13 Message 153/Radio infill request

L1: RIU

Die einzige [Message](#), die wirklich nur an eine [RIU](#) geht. Das Verfahren ist anders als bei [M132/MA Request](#): Für Infill gibt es nur eine Anforderung, die [RIU](#) schickt daraufhin zyklisch die Infill-MA.

8.2.14 Message 154/No compatible version supported

L1: RIU L2: RBC

Beim Aufbau der Session zwischen Fahrzeug und Strecke kann es vorkommen, dass das Fahrzeug keine [ETCS-Systemversion](#) beherrscht, die zu der der Strecke kompatibel ist. (Die Strecke hat immer die Wahl der Systemversion.) Das wird hiermit mitgeteilt. Diese [Message](#) ist eine der wenigen invarianten [Messages](#), d. h. ihr Aufbau und Inhalt darf in keiner [ETCS-Systemversion](#) geändert werden. Für das [RBC](#) gilt die Session damit als aufgebaut, sie muss gezielt abgebaut werden.

Witzig ist dabei, dass zu [Baseline 3](#) der Name um das „supported“ ergänzt wurde, aber Namen sind bekanntlich Schall und Rauch.

8.2.15 Message 155/Initiation of a communication session

L1: RIU L2: RBC

Das Fahrzeug sendet diese [Message](#), wenn die Funkverbindung aufgebaut ist, das [RBC](#) meldet daraufhin seine [Systemversion](#). Auch diese [Message](#) ist invariant.

8.2.16 Message 156/Termination of a communication session

L1: RIU | L2: RBC

Das Fahrzeug sendet diese **Message**, wenn es die Kommunikationssitzung als abgebaut betrachtet, das **RBC** schließt sich dann an. Auch diese **Message** ist invariant.

Der Sessionabbau bedingt nicht unbedingt ein End of Mission, zumal auch das **RBC** selbst ihn anstoßen kann.

8.2.17 Message 157/SoM Position Report

L2: RBC

Diese **Message** schickt das Fahrzeug beim Aufrüsten. Sie enthält neben dem Position Report (Packet P0 oder P1) auch dessen Status, d. h. ob die Position aus Sicht des Fahrzeugs glaubwürdig, unglaubwürdig oder unbekannt ist. Siehe dazu **M40/Train Rejected**.

8.2.18 Message 158/Text message acknowledged by driver

L2: RBC | ab SV 2.0

Eine Neuerung in **Systemversion 2.0** und in dieser die einzige neue **Message** in Richtung Strecke ist die Bestätigung einer Textmeldung P72 oder P76. In **Systemversion X=1** gibt es zwar die Möglichkeit, Textmeldungen vom Triebfahrzeugführer bestätigen zu lassen, jedoch nur fahrzeugintern.

Mit dieser Verbesserung kann das **RBC** nun direkt reagieren und beispielsweise eine MA nur verlängern, wenn eine Einschränkung empfangen wurde. Sowas wie „Du bekommst Fahrt, aber denk daran, dass Du in Wolfsburg halten musst.“

8.2.19 Message 159/Session Established

L1: RIU | L2: RBC

Das Fahrzeug sendet diese **Message**, wenn es die Kommunikationssitzung als aufgebaut betrachtet, das **RBC** schließt sich dann an. Ab **Systemversion 2.3** bestätigt es dies explizit mit **M38/Acknowledgement of session establishment**.

Da die **Systemversion** zu diesem Zeitpunkt bereits ausgehandelt ist, ist diese **Message** nicht invariant.

8.3 Packets

8.3.1 Packet 0/Position Report

L1: RIU | L2: RBC

Da das **RBC** für fast alle Funktionen die aktuelle Zugposition benötigt, ist dieses **Packet** oder **P1/Position Report based on two balise groups** in fast allen **Messages** in Richtung Strecke enthalten. Was ist drin:

- Die zuletzt gelesene und ausgewertete **Balisengruppe**, die **LRBG**. Als Referenz für alle Ortsangaben der Strecke ist diese besonders wichtig.
- Die aktuelle Distanz von der **LRBG**, das Estimated Front End
- Die Lage der Zugspitze in Bezug auf die **LRBG**, also Nominal- oder Reverserichtung. Das Fahrzeug benötigt dazu entweder ein zugewiesenes Koordinatensystem, Linking oder eine **LRBG** mit mehr als einer **Balise**.
- Die Orientierung des Zuges, also die Seite des aufgerüsteten Führerstands
- Die Bewegungsrichtung des Zuges. In manchen Modes darf sich das Fahrzeug auch rückwärts bewegen, sogar in **FS** kann ein Zug beim Anfahren am Hang etwas zurück rollen, so dass diese Richtung nicht mit der Orientierung identisch ist.
- Das Vertrauensintervall, also wie weit vor bzw. hinter dem angegebenen Estimated Front End sich die tatsächliche Zugspitze befinden kann.
- Die überwachte Zuglänge für die Gleisfreimeldung, falls vorhanden
- Die aktuelle Geschwindigkeit des Zuges. Wie alle Geschwindigkeitsangaben in ETCS erfolgt die Angabe in Schritten zu 5 km/h. Eine explizite Stillstandsinformation gibt es erst ab **Systemversion 2.3**.
- Der aktuelle **Level**. In **Level NTC** wird das entsprechende **NTC** mit angegeben.
- Der aktuelle **Mode**

8.3.2 Packet 1/Position Report based on two balise groups

L1: RIU	L2: RBC
---------	---------

Im Ansatz ist dieses **Packet** das gleiche wie **P0/Position Report**. Es gibt jedoch zwei **LRBG** an, die aktuelle und die vorherige. Daraus kann die Strecke eine eindeutige Position ermitteln.

8.3.3 Packet 2/Onboard supported system versions

L1: RIU	L2: RBC
---------	---------

Die Angabe der **Systemversionen**, die das Fahrzeug beherrscht. Die kleinste derzeit mögliche Kombination ist derzeit **1.0**, **1.1**, **2.0** und **2.1** möglich, da das **Packet** erst mit **Systemversion 2.1** definiert wurde.

Zukünftig können Fahrzeuge – siehe **Envelopes** – optional zusätzlich **Systemversion 2.2** melden – oder alle definierten, also **1.0**, **1.1**, **2.0**, **2.1**, **2.2**, **2.3** und **3.0**.

8.3.4 Packet 3/Onboard telephone numbers

L1: RIU	L2: RBC
---------	---------

Die Angabe der Telefonnummern, unter denen das Fahrzeug erreichbar ist. Normalerweise sind es wohl zwei. Die Anzahl der Einträge ist aber formell nicht begrenzt, so dass theoretisch 32

Telefonnummern gemeldet werden können. Ab **Systemversion 2.1** gibt es dieses **Packet** nicht mehr, da das **RBC** das Fahrzeug nicht anrufen kann.

An sich sollte jedes **RBC** der **Systemversion X=2** dieses **Packet** akzeptieren, da auch auf Strecken der **SV 2.2** und **SV 2.3** ein Fahrzeug fahren kann, das nur **SV 2.0** beherrscht. Es wäre allerdings möglich, dass die Auswahl der Fahrzeuge eingeschränkt ist, z. B. weil **FRMCS** Zugangsbedingung für die Strecke ist.

8.3.5 Packet 4/Error Reporting

L2: RBC

Die Meldung eines vom Fahrzeug erkannten Fehlers an das **RBC**. Es gibt einen Satz von definierten Fehlergründen (in höheren **Systemversionen** etwas erweitert), die aber relativ pauschal sind. Es ist auch keinerlei Reaktion festgelegt.

8.3.6 Packet 5/Train running number

L2: RBC

Dieses **Packet** wurde ab **Systemversion 2.0** aus **P11/Validated train data** ausgelagert, da sich die Zugnummer durchaus öfter ändern kann als die restlichen Zugdaten.

8.3.7 Packet 9/Level 2 transition information

L2: RBC

Dieses **Packet** wird nur in Zusammenhang mit einer **Balise** mit **P90/Track Ahead Free up to level 2 transition location** genutzt, um bei der Transition nach **Level 2** eine MA zu erteilen.

8.3.8 Packet 11/Validated train data

L2: RBC

Die „validierten“, also vom Triebfahrzeugführer bestätigten Zugdaten. Mit einer Validierung im Sinne der Normen für sicherheitsrelevante Software im Eisenbahnwesen hat das allerdings nichts zu tun. Aber schauen wir mal auf einige der Inhalte:

- Die Zugkategorie, kurz beschrieben beim **SSP**, ab **SV 2.0** mit separatem Überhöhungsbetrag
- Die zulässige Höchstgeschwindigkeit
- Die vorhandenen Traktionssysteme
- Die Achslastkategorie
- Die vorhandenen NTC
- Die Zuglänge
- ab **SV 2.0** auch die Zahl der Achsen des führenden Triebfahrzeugs

8.3.9 Packet 44/Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system

L1: RIU L2: RBC

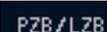
Das gleiche [Packet](#) gibt es auch in Gegenrichtung, der Aufbau ist allerdings etwas anders.

9 ETCS in der Praxis

Wie funktioniert ETCS nun in der Praxis? Schauen wir uns das einfach mal an einem Beispiel an und fahren im Geiste die VDE 8.2 von Halle nach Erfurt. Die nachfolgend genannten Telefonnummern und **Balisen**nummern sind bewusst verfälscht. Das Beispiel nutzt noch die alten Namen, da die Strecke noch als **Baseline 2** bzw. **B3MR1** geplant wurde.

In Halle steht unser Zug am Bahnsteig, noch signalgeführt unter PZB, jedoch mit betriebsfähiger ETCS-Fahrzeugeinrichtung. Irgendwann geht das Signal vor ihm auf Fahrt (welcher Begriff genau, Ks 1 oder Ks 2 ist für unseren Zweck egal) und der Lokführer fährt los. Zunächst sind wir noch auf der Thüringer Bahn, Strecke 6340.

Der Level wird entsprechend angezeigt:



Noch im Weichenbereich passiert der Zug die erste **Balisengruppe**. Da die Balisenantenne bereits arbeitet, empfängt das Fahrzeuggerät folgende Nachricht:

Hier ist Balisengruppe 075/00001 mit den National Values für die Region 75.

📡 P3/National Values

Fährst Du in Nominalrichtung, dann melde Dich beim Funkbetreiber 000001.

📡 P45/Radio Network registration

Das Fahrzeug meldet sich nun beim Netzbetreiber an, so wie unser Handy es tut, wenn wir es einschalten und den SIM-Code eingeben. Das kann bei GSM-R ein Weilchen länger dauern, aber unser Zug fährt ja derzeit nur 40 km/h.

Etwa einen Kilometer weiter, hinter W209, liest der Zug dann die **Balisengruppe** 075/00002.

Hier ist Balisengruppe 075/00002. Fährst Du in Nominalrichtung, dann rufe das RBC 075/00001 unter der Nummer 0049183500000001.

📡 P42/Session Management

Der Zug wählt also die 0049183500000001 und erreicht das **RBC** Halle, das für den kurzen Streckenabschnitt nach Halle zuständig ist. Etwa in diesem Bereich ändert sich die zulässige Geschwindigkeit auf 130 km/h.

Hier ist Fahrzeug 1187064, ich möchte eine Kommunikationssitzung aufbauen.

📡 M155/Initiation of a communication session

Hier ist RBC 075/00001, ich arbeite in Systemversion 1.1.

📡 M32/RBC/RIU System Version

Hier ist Fahrzeug 1187064, danke, Kommunikationssitzung ist aufgebaut.

📡 M159/Session Established

Damit ist die Funkverbindung aufgebaut:



Fahrzeug und **RBC** „sprechen“ nun also miteinander. Was nun kommt, ist die gegenseitige Vorstellung:

Hier ist Fahrzeug 1187064, ich habe folgende Daten:

🔗 M129/Validated Train Data

- Zugnummer 1234
- Passagierzug mit zulässigem Überhöhungsfehlbetrag 150 mm
- Zuglänge 190 m
- Höchstgeschwindigkeit 230 km/h
- kein interoperables Lademaß
- Achslast 17,0 t
- keine druckdichten Klimaklappen
- Ich beherrsche folgende Traktionssysteme:
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 600 A
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 780 A
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 900 A
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 1000 A
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 1500 A
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1320/1450 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1450/1600 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1950 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1320/1450/1600 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1450/1600/1950 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1320/1450/1600/1950 mm
 - Austria 15 kV, 16,67 Hz, 1950 mm
- Ich habe folgende nationalen Zugbeeinflussungssysteme:
 - PZB/LZB Classic and LZB CE (national group)

🔗 P11/Validated train data

Wie fast alle **Messages** vom Fahrzeug enthält auch diese einen Position Report. Dieser hat eine wichtige Funktion, dazu kommen wir etwas weiter unten.

Hier ist Fahrzeug 1187064, ich bin 400 m -20 m/+22 m hinter Balisengruppe 075/00002. Ich bin in Nominalrichtung orientiert, fahre mit 40 km/h in Nominalrichtung und befinde mich in Level NTC mit dem NTC PZB/LZB Classic and LZB CE.

🔗 P0/Position Report

Hier ist RBC 075/00001, danke, Zugdaten korrekt empfangen.

🔗 M8/Acknowledgement of Train Data

Auch das **RBC** hat bestimmte Daten, die es an den Zug überträgt:

Hier ist RBC 075/00001, ich habe hier eine allgemeine Nachricht.

🔗 M24/General Message

In meinem Bereich gelten folgende Parameter zum Anfordern einer Movement Authority:

- Sende einen MA-Request (M132/MA Request 45 s vor Erreichen der Präindikationskurve)
- Sende bezüglich Section Timer keine M132/MA Request
- Wiederhole M132/MA Request alle 20 s, falls erforderlich

🔗 P57/Movement Authority Request Parameters

In meinem Bereich gelten folgende Parameter zum Senden von Position Reports:

- Sende alle 6 Sekunden einen Position Report
- Sende keine Position Reports abhängig von der zurückgelegten Strecke
- Sende an jeder Balisengruppe einen Position Report
- keine weiteren Position Reports

🔗 P58/Position Report Parameters

Kommen wir nun noch einmal zum Position Report. Wenn wir uns den Lageplan von Halle ansehen, stellen wir fest, dass es hinter W209 (wo auch unsere **Balisengruppe** 075/00002 liegt) bis zum Signal 9311 keine Weiche gibt. Das Fahrzeug 1187064 fährt also direkt auf dieses Signal zu. Damit sind nun alle Voraussetzungen gegeben, um den Zug nach **Level 2** aufzunehmen, vorausgesetzt, das Signal steht in Fahrt. Das **RBC** prüft nun, wie es hinter 9311 mit Fahrstraßen aussieht und berechnet aus Signalbegriffen, Weichenlagen und den projektierten Streckendaten eine Movement Authority für unser Fahrzeug. Selbstverständlich gehen bei Bedarf auch bediente Streckeneigenschaften wie Langsamfahrstellen in diese ein.

Hier ist RBC 075/00001, ich habe eine Movement Authority für Dich, die auf Balisengruppe 075/00002 bezogen ist.

🔗 M3/Movement Authority

Du darfst 2826 m weit fahren, mit einem Gefahrpunktabstand von 0 m und Release Speed 10 km/h.

🔗 P15/Level 2 Movement Authority

Du findest folgende Balisengruppen:

- 075/00003 in Nominalrichtung, ohne Fehlerreaktion
- 075/00004 in Nominalrichtung, ohne Fehlerreaktion
- 075/00005 in Nominalrichtung, ohne Fehlerreaktion

🔗 P5/Linking

Die Streckenneigung ist: xxx².

🔗 P21/Gradient Profile

Du darfst 40 km/h fahren, nach 52 m 130 km/h

🔗 P27/International Static Speed Profile

²Tatsächlich werden konkrete Werte ausgegeben, die ich hier weggelassen habe.

Führe nach 822 m eine Transition nach Level 2 aus, lasse Deinen Triebfahrzeugführer 822 m vorher quittieren. Rückfallebenen sind Level NTC PZB/LZB Classic and LZB CE, Level NTC Indusi und Level 0.

🔗 P41/Level Transition Order

Die Transition nach Level 2 wird somit angekündigt:



An dieser Stelle wird die Movement Authority nie eine größere Länge haben (allerdings kann sich der Bezugspunkt auf eine andere Balisengruppe verschieben oder Signal 9315 in Halt sein), weil der Zug auf das Einfahrsignal von Halle-Ammendorf zufährt, das das Zufahrtssicherungssignal für den reinen L2-Bereich (L2oS) ist. Das Zufahrtssicherungssignal kann in Richtung VDE 8 nur „Fahrt dunkel“ zeigen, der Dunkelschaltanstoß kommt aber erst, wenn sich der Zug in Level 2 befindet.

Der Lokführer quittiert also den angekündigten Wechsel von PZB nach Level 2, passiert mit seinem Zug das Signal 9311 und rund 200 m dahinter sieht er, wie der Zug nach Level 2 wechselt und die Führungsgrößen aufgeblendet werden.



Das Fahrzeug schickt aufgrund des Levelwechsels einen Position Report an das RBC. Dieser ist auf eine Balisengruppe bezogen, die kurz vor Signal 9311 liegt.

Hier ist Fahrzeug 1187064, ich bin 211 m -7 m/+7 m hinter Balisengruppe 075/00003. Ich bin in Nominalrichtung orientiert, fahre mit 130 km/h in Nominalrichtung und befinde mich in Level 2.

🔗 M136/Train Position Report mit 🔗 P0/Position Report

Nun ist der Zug in Level 2. Es gibt also eine Mitteilung vom RBC an das Stellwerk:

Hier ist das RBC mit folgender Nachricht: Zug Nummer 1234 nähert sich in Level 2 dem Signal 94A, bitte dunkelschalten.

ESTW-ZE-Meldetelegramm Signale (DB-spezifische Schnittst.)

Das Stellwerk prüft nun die Bedingungen für die Dunkelschaltung des Signals und führt diese durch. Bei Bedarf wird dazu auch automatisch eine Fahrstraße eingestellt. An der Stelle wird für die Zuglenkung auch die Zugnummer (NID_OPERATIONAL) benötigt, die aus ETCS-Sicht sonst keine Bedeutung hat (erst mit neuen RBC ab 2024 gibt es Abhängigkeiten zwischen der Zugnummer und dem RBC-Verhalten).

Hier ist das Stellwerk mit folgender Nachricht: Signal 94A zeigt „Fahrt dunkel“.

Stellanstoß (DB-spezifische Schnittstelle)

Das RBC kann die Movement Authority des Zuges nun über Signal 94A hinaus verlängern. Ab hier steigt die zulässige Höchstgeschwindigkeit auch auf 160 km/h. Das nächste Signal ist der ETCS Stop Marker 69104, bis zu dem die MA (wieder ab Balisengruppe 075/00003) 5054 m lang ist.

Hier ist RBC 075/00001, ich habe eine Movement Authority für Dich, die auf Balisengruppe 075/00003 bezogen ist.

🔗 M3/Movement Authority

Du darfst 5054 m weit fahren, mit einem Gefahrenpunktabstand von 66 m und Release Speed 10 km/h.

🔗 P15/Level 2 Movement Authority

Du findest folgende Balisengruppen:

- 075/00004 in Nominalrichtung, ohne Fehlerreaktion
- 075/00005 in Nominalrichtung, ohne Fehlerreaktion
- 075/00006 in Nominalrichtung, ohne Fehlerreaktion
- 078/00001 in Nominalrichtung, ohne Fehlerreaktion

🔗 P5/Linking

Die Streckenneigung ist: xxx.

🔗 P21/Gradient Profile.

Du darfst 130 km/h fahren.

🔗 P27/International Static Speed Profile

Der **ETCS Stop Marker** 69104 liegt bereits auf der Saale-Elster-Talbrücke und deckt die Zusammenführung der Zweige aus Halle und Leipzig.

Hier gibt es schon die nächste Besonderheit, da der Zweig Halle vom **RBC** in Halle kontrolliert wird, die VDE 8 aber ein eigenes **RBC** hat, das 078/00001. Die Führung unseres Zuges muss also von einem **RBC**, dem *Handing Over RBC* (**RBC_{HOV}**), an das folgende, das *Accepting RBC* (**RBC_{ACC}**), übergeben werden. Der hierfür definierte Ort ist die **Balisengruppe** 078/00001 direkt an 69104.

In einer gewissen Entfernung des Zuges vor der Grenze meldet sich also das **RBC** Halle beim Strecken-**RBC**. Die Nachrichten, die zwischen zwei **RBC** ausgetauscht werden, sind ebenfalls durch UNISIG definiert, ich gehe aber nicht weiter auf sie ein.

Hier ist RBC 075/00001. Fahrzeug 1187064 nähert sich Balisengruppe 078/00001.

M201/Pre-Announcement

🔗 P11/Validated train data

Das übergebende (*Handing Over* oder kurz **HOV**) **RBC** nennt seinem Nachbarn, dem annehmenden (*Accepting* oder **ACC**) **RBC**, auch die Daten des Zuges. Außerdem gibt es verschiedenste Parameter für die Streckendaten an. Diese werden genutzt, damit die Summe der Streckeninformationen von beiden **RBC** nicht das übersteigt, was als Movement Authority an das Fahrzeug gesendet werden kann.

Hier ist RBC 075/00001. Für die Übergabe an Balisengruppe 078/00001 darfst Du mir Streckendaten mit maximal folgender Länge, maximal folgender Zahl von Gradientenwecheln, maximal folgender Zahl von Geschwindigkeitswecheln . . . senden.

M202/Route Related Information Request

Das **RBC_{ACC}** berechnet nun im Prinzip eine Movement Authority, nur dass diese nicht an das Fahrzeug, sondern an das **RBC_{HOV}** gesendet wird.

Hier ist RBC 078/09001. Ich habe folgende Streckendaten für die Übergabe an Balisengruppe 078/00001:

- M221/Route Related Information
- 🔗 P15/Level 2 Movement Authority
- 🔗 P5/Linking
- 🔗 P21/Gradient Profile.
- 🔗 P27/International Static Speed Profile

Das RBC_{HOV} verknüpft nun die Streckendaten vom RBC_{ACC} mit den eigenen Streckendaten und sendet die resultierende Movement Authority an unseren Zug. Dadurch kann der Zug ohne ausgebremst zu werden die RBC -Grenze passieren.

Hier ist RBC 075/00001, ich habe eine Movement Authority für Dich, die auf Balisengruppe 075/00003 bezogen ist.

- 🔗 M3/Movement Authority
- 🔗 P15/Level 2 Movement Authority
- 🔗 P5/Linking
- 🔗 P21/Gradient Profile.
- 🔗 P27/International Static Speed Profile

Um eine reibungslose Übergabe zu ermöglichen, sollte unser Zug rechtzeitig vor der Grenze bereits eine Verbindung zum RBC_{ACC} aufgebaut haben. Er hat zwar eine Movement Authority bis in dieses hinein, kann also zunächst problemlos fahren. Würde er jedoch erst an der Grenze die Verbindung zum RBC_{ACC} aufbauen, so hätte er ab der Grenze praktisch einen Funkausfall. Das RBC könnte seine Movement Authority also unter Umständen nicht rechtzeitig verlängern, aber auch nicht verkürzen, falls das Stellwerk einen Überwachungsverlust meldet. Sicherungstechnisch ist das insofern unkritisch, als dass hier die gleichen Regeln wie bei einem normalen Verbindungsausfall gelten, d. h. nach einer bestimmten Zeit kommt es zur Sicherheitsreaktion (bei der DB Zwangsbetriebsbremsung). Ein Fahrzeug hat regulär aber zwei Telefone und das ETCS-Fahrzeuggerät kann damit auch gleichzeitig zwei Verbindungen halten. Es muss dies nur wissen, und darum meldet das RBC_{HOV} die Übergabe nun auch an das Fahrzeug:

Hier ist RBC 075/00001, ich habe hier eine allgemeine Nachricht, die auf Balisengruppe 075/00003 bezogen ist.

- 🔗 M24/General Message
- Übergabe an RBC 078/00001 erfolgt voraus, bitte 0049183500000002 anrufen.
- 🔗 P131/RBC transition order

Der Zug wählt also die 0049183500000002 und erreicht das RBC VDE 8. Den weiteren Ablauf kennen wir bereits:

Hier ist Fahrzeug 1187064, ich möchte eine Kommunikationssitzung aufbauen.

- 🔗 M155/Initiation of a communication session

Hier ist RBC 078/00001, ich arbeite in Systemversion 1.1.

- 🔗 M32/RBC/RIU System Version

Hier ist Fahrzeug 1187064, danke, Kommunikationssitzung ist aufgebaut.

🔗 M159/Session Established

Damit ist die zweite Funkverbindung aufgebaut:



Nun „spricht“ unser Fahrzeug also sowohl mit dem RBC_{HOV} Halle als auch dem RBC_{ACC} VDE 8. Der Lokführer sieht auf seinem Display entsprechend zwei aktive Funkverbindungen. Was nun kommt, ist wieder die gegenseitige Vorstellung:

Hier ist Fahrzeug 1187064, ich habe folgende Daten:

🔗 M129/Validated Train Data

- Zugnummer 1234
- Passagierzug mit zulässigem Überhöhungsfehlbetrag 150 mm
- Zuglänge 190 m
- Höchstgeschwindigkeit 230 km/h
- kein interoperables Lademaß
- Achslast 17,0 t
- keine druckdichten Klimaklappen
- Ich beherrsche folgende Taktionssysteme:
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 600 A
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 780 A
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 900 A
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 1000 A
 - Germany 15 kV AC 16.7 Hz, max. train current 1500 A
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1320/1450 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1450/1600 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1950 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1320/1450/1600 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1450/1600/1950 mm
 - Switzerland 15 kV AC 16.7 Hz, 1320/1450/1600/1950 mm
 - Austria 15 kV, 16,67 Hz, 1950 mm
- Ich habe folgende nationalen Zugbeeinflussungssysteme:
 - PZB/LZB Classic and LZB CE (national group)

🔗 P11/Validated train data

Damit erzählt der Zug dem RBC nichts neues, denn diese Daten hat es bereits vollständig vom RBC_{HOV} bekommen. Nach dem „Stille-Post-Prinzip“ gelten im Zweifelsfall die direkt empfangenen Daten.

Hier ist RBC 078/00001, danke, Zugdaten korrekt empfangen.

🔗 M8/Acknowledgement of Train Data

Auch das **RBC_{ACC}** hat bestimmte Daten, die es an den Zug überträgt. In unserem Fall sind es die gleichen wie im **RBC_{HOV}**:

Hier ist RBC 078/00001, ich habe hier eine allgemeine Nachricht.

☞ M24/General Message

In meinem Bereich gelten folgende Parameter zum Anfordern einer Movement Authority

- Sende einen MA-Request (M132/MA Request 45 s vor Erreichen der Präindikationskurve
- Sende bezüglich Section Timer keine M132/MA Request
- Wiederhole M132/MA Request alle 20 s, falls erforderlich

☞ P57/Movement Authority Request Parameters

In meinem Bereich gelten folgende Parameter zum Senden von Position Reports:

- Sende alle 6 Sekunden einen Position Report
- Sende keine Position Reports abhängig von der zurückgelegten Strecke
- Sende an jeder Balisengruppe einen Position Report
- keine weiteren Position Reports

☞ P58/Position Report Parameters

Das **RBC_{ACC}** kann seine Movement Authority nun direkt an den Zug senden. Dieser würde sie aber dankend in den Speicher schreiben, da er ja noch unter der Verantwortung des **RBC_{HOV}** fährt. Die Daten vom **RBC_{ACC}** gehen also weiterhin auch an das **RBC_{HOV}**. Dieses wird ab und zu die zulässigen Daten aktualisieren, wenn durch die Zugbewegung Einschränkungen weniger restriktiv werden, und das **RBC_{ACC}** wird entsprechend neue Daten schicken. Es kann dies bei Bedarf auch von sich aus tun, z. B. wenn ein Signal in Fahrt kommt oder in Halt fällt.

Das Fahrzeug schickt unterdessen alle Nachrichten an beide **RBC**. Irgendwann passiert unser Zug die **RBC**-Grenze und sendet dies in einem Position Report an beide **RBC**.

Hier ist Fahrzeug 1187064, ich bin 8 m -5 m/+5 m hinter Balisengruppe 078/00001. Ich bin in Nominalrichtung orientiert, fahre mit 160 km/h in Nominalrichtung und befinde mich in Level 2.

☞ M136/Train Position Report mit ☞ P0/Position Report

Aus diesem Position Report schließt das **RBC_{HOV}**, dass unser Zug die Grenze passiert hat und meldet dies an das **RBC_{ACC}**.

Hier ist RBC 075/00001. Bei der Übergabe an Balisengruppe 078/00001 hat der Zug die Grenze passiert und ist in Deinen Bereich eingefahren.

M203/Announcement

Das **RBC_{ACC}** erkennt parallel dazu ebenfalls, dass der Zug die Grenze passiert hat, und meldet dies an das **RBC_{HOV}**. Beides läuft praktisch gleichzeitig, welche **Message** schneller ist, ist rein zufällig.

Hier ist RBC 078/00001. Bei der Übergabe an Balisengruppe 078/00001 hat der Zug die Grenze passiert, ich übernehme nun die Verantwortung.

M222/Taking Over Responsibility

Da unser Zug nun mit einer Ausnahme keine Nachrichten vom RBC_{HOV} mehr akzeptiert, kommandiert dieses ihm den Abbau der Kommunikationssitzung (dieses ist die Ausnahme). Der eigentliche Abbau kann nur durch das Fahrzeug angestoßen werden.

Hier ist RBC 075/00001, ich habe hier eine allgemeine Nachricht.

🔗 M24/General Message

Bitte Kommunikationssitzung abbauen.

🔗 P42/Session Management

Hier ist Fahrzeug 1187064, ich baue jetzt die Kommunikationssitzung ab.

🔗 M156/Termination of a communication session

Hier ist RBC 075/00001, bestätige Abbau der Kommunikationssitzung.

🔗 M39/Acknowledgement of termination of a communication session

Mit Empfang dieser Nachricht legt das Fahrzeug auf, schließt also die Funkverbindung zum RBC_{HOV}.

Damit ist nur noch eine Funkverbindung aufgebaut:



Sobald unser Zug die Weiche 69W41 passiert, also auf der eigentlichen VDE 8 (Strecke 5919) ist, ändert sich die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 300 km/h. Das Fahrzeuggerät überwacht die bis hier geltenden 160 km/h noch mit dem Zugschluss und gibt dann die Beschleunigung frei.

Im weiteren Verlauf passiert unser Zug die Überholungsbahnhöfe Dörstewitz, Jügendorf, Saubachtal und Großbrembach, vermutlich mit 230 km/h (die Zugdaten weisen ihn als ICE T BR 411 mit B2-OBU aus). Anschließend erfolgt wiederum die Übergabe zu einem anderen RBC, nämlich dem RBC Erfurt 078/00002.

Ab Erfurt geht es über die VDE 8.1 weiter. Dazu wechselt der Zug wieder zurück in das RBC VDE 8 (!), durchfährt den Südteil und wechselt dort schließlich in das RBC Unterleiterbach 101/00001. Dort endet derzeit die Ausstattung mit ETCS.

Die Entlassung aus ETCS-Führung erfolgt grob gesehen so:

Hier ist RBC 101/00001, ich habe hier eine allgemeine Nachricht.

🔗 M24/General Message

Führe in n Metern eine Transition nach Level NTC PZB/LZB Classic and LZB CE aus, lasse Deinen Triebfahrzeugführer m Meter vorher quittieren. Rückfallebene ist Level NTC Indusi.

🔗 P41/Level Transition Order

Damit wird die Transition angekündigt:



Im Detail betrachtet ist das Verfahren um einiges komplizierter. Bei der Einfahrt in die Strecke L2oS muss sicher sein, dass das Fahrzeug sich in **Level 2** befindet, bei der Entlassung muss sicher sein, dass die PZB-Fahrzeugeinrichtung bereits beim Passieren des Hauptsignals aktiv ist. Da das **RBC** dies nicht direkt erkennen kann, erfolgt die Entlassung in einer mehrstufigen Prozedur. Es gibt zudem besondere Maßnahmen für den Fall, dass die PZB nicht funktioniert.

Wir sind nun also von Halle nach Unterleiterbach gefahren, und zwar spätestens ab Einfahrtssignal Halle-Ammendorf in **ETCS Level 2**, den größten Teil davon ohne Lichtsignale, haben Geschwindigkeiten bis zu 300 km/h (oder mit unserem ICE T 230 km/h) erreicht und dabei viermal in voller Fahrt das **RBC** gewechselt (allerdings liegen nicht alle **RBC**-Grenzen an Stellen, an denen 300 km/h erlaubt sind). Ebenso erfolgten sowohl die Aufnahme nach **Level 2** als auch die Entlassung zurück nach PZB während der Fahrt.

10 FAE

10.1 Übersicht

Überall findet man FAQ, also *Frequently Asked Questions*. Ich will die Sache mal von der anderen Seite anpacken und präsentiere FAE *Frequent Assumption Errors*.

10.2 Ich weiß genau, was mit ETCS-Version 3.4.0 gemeint ist.

Es gibt keine ETCS-Version 3.4.0. Gemeint ist vermutlich die Version 3.4.0 der **SRS** (Subset-026). 3.4.0 verweist aber auch auf die Version der **DMI**-Spezifikation (der ETCS-Bildschirm, Dokument ERA_ERTMS_015560) und die Sicherheitsanforderungen (Subset-091) der ehemaligen **Spezifikationsgruppe # 2** sowie die Regeln für Dimensionierung und Projektierung (Subset-040) der ehemaligen **Spezifikationsgruppe # 3**.

In **B3MR1** fanden sich übrigens auch noch folgende Versionsangaben:

0.0.3, 0.1.13, 0.2.11, 1.0.0, 1.1.0, 1.1.1, 1.2.6, 2.0.0, 2.2.2, 2.3.0, 2.4.0, 3.0.0, 3.0.12, 3.1.0, 3.3.0, 3.3.3, 3.4.3, 3.5.4, 3.13.0, 5, 6, 8.0.0, 13.0.0 und 16.0.0.

Aber auch wenn wir von **SRS 3.4.0** ausgehen, sagt das relativ wenig über die Strecke aus. Sie kann die volle Funktionalität des **B3MR1** bieten (**Systemversion 2.0**) oder für **B2**-Fahrzeuge geeignet sein. Letzteres kann wiederum **Systemversion 1.0** oder **1.1** bedeuten.

Siehe **Baselines, Systemversionen und Spezifikationsgruppen**.

10.3 Ohne Signale geht es nur in Level 2 oder 3.

Hier haben wir einen interessanten Fall. Grundsätzlich ist es so, dass es in **Level 1** eine Movement Authority nur an **Balisen** oder per Infill gibt. Infill per **Balise** ist nur hilfreich, wenn der Zug noch fährt, aber sowohl **Euroloop** als auch **Radio Infill** sind geeignet, einem Zug vor einem Signal die Weiterfahrt zu erlauben.

Das erste Problem von Infill ist, dass es nur für Fahrzeuge geeignet ist, die sich in Mode **FS**, **AD** oder **LS** befinden, auch **On Sight** ist nicht geeignet. Für den Start einer Zugfahrt bringt Infill also nichts.

Das zweite Problem von Infill ist, dass es aktuell nicht mehr zulässig ist:

Euroloop- und Radio-Infill-Datenübertragung darf weder installiert noch betrieben werden, ausgenommen auf Strecken/ streckenseitigen Bereichen, die als Sonderfall in Abschnitt 7.7 aufgeführt sind.

Abschnitt 7.4.1 der aktuellen TSI ZSS.

Als Ausnahmen werden Strecken mit **Radio-Infill** in Italien und mit **Loop-Infill** in Österreich genannt.

In **Level 1** muss der Triebfahrzeugführer also irgendwie über den in der **Balisengruppe** am Signal anliegenden Fahrtbegriff informiert werden. Zum Glück ist diese Information nicht sicherheitsrelevant und kann auf beliebigem Wege ausgegeben werden, da die Überwachung der Movement Authority greift.

10.4 In Level 2 gibt es nur Festdatenbalisen als Ortsreferenz.

Das sind zwei Irrtümer. In **Level 2** werden **Balisengruppen** natürlich als Ortsreferenz genutzt. Aber nur ist arg übertrieben. Einige Gegenbeispiele:

- Der Aufbau der Funkverbindung zum **RBC** kann naturgemäß nur per **Balisengruppe** kommandiert werden: **P42/Session Management**.
- Da der **ETCS Stop Marker** in Deutschland als **Ne 14 Halt für Züge in ETCS-Betriebsart SR** bedeutet, ist es konsequent, eine Zwangsbremmung für Fahrzeuge in Mode **SR** anzustoßen. Da diese Information ortsgebunden ist, macht sie in einer **Balisengruppe** mehr Sinn als über Funk. Zudem ist **SR** auf reinen **L2-Strecken** (L2oS) auch die einzig sinnvolle Möglichkeit, bei Funkausfall von der Strecke zu kommen. Der Mode hat immer noch ein höheres Sicherheitsniveau als **Level 0**. Es ist deshalb nur logisch, dass **P137/Stop if in Staff Responsible** gar nicht vom **RBC** übertragen werden kann.
- In einigen Fällen werden Informationen von **Balisengruppen** auch nur als Rückfallebene genutzt, so beispielsweise **P41/Level Transition Order**. (Bei der DB werden Levelwechsel aus und nach **Level 2** normalerweise per Funk angekündigt.)

Balisen mit veränderlichem Inhalt, also **Transparentdatenbalisen**, sind in **Level 2** schon seltener. Ausgeschlossen ist ihre Nutzung aber nicht, und tatsächlich gibt es hierfür Anwendungsfälle. Beispielsweise haben Bahnübergänge mit Überwachungssignal (Üs-Anlagen) keine Verbindung zum Stellwerk, so dass ihr Zustand nicht an das **RBC** gemeldet werden kann. Zur Ausgabe von **P88/Level Crossing information** wird deshalb über eine **LEU** eine **Transparentdatenbalise** angesteuert.

10.5 Level 1 hat an jedem Signal eine LEU.

Jede **Transparentdatenbalise** wird definitionsgemäß von einer **LEU** angesteuert. Allerdings ist eine **LEU** nicht automatisch ein kleines Gerät, das Spannungen aus dem Kreis von Signallampen abgreift. Auch ein Stellwerk kann direkt **Transparentdatenbalisen** ansteuern, wenn entsprechende Hardware vorhanden ist. Man kann auch eine **zentralisierte LEU** als externes Gerät an ein Stellwerk anschließen. Es gibt sogar ein **RBC**, das aus den gleichen Eingangsdaten parallel Züge in **Level 1** und **Level 2** bedienen kann, also zugleich **zentralisierte LEU** ist.

10.6 ETCS – außer Level 1/LS – geht nur mit ESTW.

Das hängt davon ab. Manche Funktionalitäten sind nur in ESTW realisiert, so dass diese Aussage betreiberspezifisch stimmen kann. Grundsätzlich ist aber jede Technik geeignet, die die Stellung von Signalen und die Lage von Weichen zur Verfügung stellen kann. An den heutigen **L2-Strecken** außerhalb Deutschlands befinden sich neben verschiedensten ESTW auch einige Relaisstellwerke.

10.7 ETCS ist european und sonst nichts.

Die Herkunft und die rechtliche Verpflichtung zur Nutzung von ETCS ist in der Europäischen Union zuhause. Auch die Schweiz ist als eines der führenden ETCS-Länder bekannt, Norwegen stellt komplett auf **ETCS Level 2** um. Außer in der eisenbahnfreien Antarktis gibt es ETCS aber auf jedem Kontinent, oder es ist dort in Planung.

11 Begriffe und Abkürzungen

11.1 Glossar

11.1.1 A

Automatic Train Operation automatisierter Fahrbetrieb. ATO gibt es in verschiedenen Stufen, die als *Grade of Automation (GoA)* bezeichnet werden:

Stufe		Bezeichnung
GoA 0	OS	On-Sight train operation (keine Zugbeeinflussung)
GoA 1a	NTO	Non-automated Train Operation (punktförmige Zugbeeinflussung)
GoA 1b	NTO	Non-automated Train Operation (kontinuierliche Zugbeeinflussung)
GoA 2	STO	Semi-automated Train Operation
GoA 3	DTO	Driverless Train Operation
GoA 4	UTO	Unattended Train Operation

Der Unterschied zwischen *driverless* und *unattended* ist, dass es bei GoA 3 keinen Fahrzeugführer gibt, aber einen Begleiter, der im Störfall eingreifen kann. Dieser entfällt in GoA 4. Diese beiden Stufen nennt man auch *vollautomatisiert*.

Einige Beispiele:

- GoA 0 entspricht dem typischen Straßenbahnbetrieb.
- GoA 1a entspricht dem Eisenbahnbetrieb mit PZB oder einer Stadtbahn mit punktförmiger Zugsicherung.
- GoA 1b entspricht dem Eisenbahnbetrieb mit LZB oder einer Stadtbahn mit kontinuierlicher Zugsicherung.
- GoA 2 ist in ersten Ansätzen bereits bei LZB möglich (Automatischer Fahrbetrieb AFB). Die AFB kann allerdings nur anhand der Geschwindigkeitskurven fahren und kennt beispielsweise keine Fahrpläne und Fahrgasthalte.
- Recht weit verbreitet ist GoA 2 bei U-Bahnen, beginnend bereits 1962 in Barcelona. Der Fahrzeugführer ist hier noch für die Abfertigung zuständig und gibt die Abfahrt frei, die Automatik fährt dann bis in die nächste Station.
- Der erste Einsatz von GoA 2 bei einer deutschen Eisenbahn (ATO over ETCS) erfolgte im Oktober 2021 auf einem Teilstück der Line 21 der S-Bahn Hamburg.
- Außerhalb Deutschlands wurde GoA 2 ATO over ETCS bereits zuvor im Projekt Thameslink in London eingesetzt.
- GoA 3 wird über kurze Distanzen beispielsweise im Flughafentransfer eingesetzt (sogenannte „People Mover“).
- GoA 4 wird ebenso bei People Movern eingesetzt. Bei der S-Bahn Hamburg wurden Wendefahrten ohne Fahrzeugführer im Oktober 2021 ebenfalls durchgeführt.

ATO benötigt ein Transportmedium. Da das ATO-System in der Regel nicht signaltechnisch sicher ist, wird zudem auch eine überwachende Zugbeeinflussung eingesetzt. ETCS bietet beides, so dass für **ETCS Level 2** inzwischen eine Spezifikation *ATO over ETCS* vorliegt.

11.1.2 B

Balise Kurzform für [Eurobalise](#)

Balisengruppe Eine Gruppe von ein bis acht [Eurobalisen](#), die eine zusammengehörende Nachricht ([Balisenmessage](#)) übertragen, siehe Abschnitt [Balise](#)

Balisenmessage Die Gesamtheit aller [Balisentelegramme](#) einer [Balisengruppe](#), siehe Abschnitt [Eurobalise](#)

Balisentelegramm Die Gesamtheit aller [Packets](#) einer [Eurobalise](#)

Baseline Von englisch „Grundlinie“ oder „Basis“: In der Software- oder Dokumentenverwaltung Bezeichnung für einen definierten Stand einer inhaltlich zusammenhängenden Gruppe von einzelnen Komponenten. ETCS-Baselines bezeichnen Dutzende zusammenhängender Spezifikationen, die einen bestimmten funktionalen Stand ergeben. Siehe Abschnitt [Baseline](#)

Benannte Stelle Notified Body, siehe [NoBo](#)

Betriebsart, ETCS-Betriebsart Deutsche Bezeichnung für [Mode](#)

Bremskurve Vom [Fahrzeuggerät](#) in Abhängigkeit zu einem Ziel berechnete Geschwindigkeitskurve. Es gibt eine Schar von Bremskurven mit unterschiedlicher Funktion, die teilweise untereinander abgeleitet werden. Zudem kann es für das Fahrzeug mehrere Ziele in Form von Geschwindigkeitsreduktionen gleichzeitig geben, so dass sich mehrere Kurvenscharen überlappen können.

Die Reihenfolge und Berechnung der einzelnen Bremskurven ist etwa wie folgt:

Nr.	kurz	Name EN (curve)	Name DE (-kurve)	Bemerkung
1	I	Indication	Informations	9 s vor P
2	P	Permitted speed	Soll	4 s vor SBI
3	W	Warning	Warn	2 s vor SBI
4	GUI	Guidance	Führungs	Wird aus der nominalen Betriebsbremsverzögerung berechnet
5	SBI1	Service brake intervention	Betriebsbremseinsatz	Bremseinmatszeit vor SBD
6	SBI2	Service brake intervention	Betriebsbremseinsatz	Bremseinmatszeit vor EBI
7	SBD	Service Brake Deceleration	Betriebsbremsablauf	Fußpunkt am EOA
8	EBI	Emergency brake intervention	Schnellbremseinsatz	Distanz vor der EBD , die das Fahrzeug unter Berücksichtigung der Beschleunigung bis zum Abschalten der Traktion noch zurücklegen kann
9	EBD	Emergency Brake Deceleration	Schnellbremsablauf	Fußpunkt an der SvL

Sowohl die Nutzung der [GUI](#) als auch die Berücksichtigung der Service Brake bei Annäherung an ein Ziel kann per [NationalValue](#) unterdrückt werden.

Wie ETCS sich auf die Kapazität einer Strecke auswirkt, ist umstritten und von vielen Faktoren abhängig.

Lars Fehlauer schreibt in seiner Diplomarbeit „Auswirkungen flacher ETCS Bremskurven auf zeitabhängige Streckenausrüstungen“ (Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Professur für Verkehrssicherungstechnik, Diplomarbeit 2018, überarbeitete Version vom Februar 2019):

Auswirkungen wurden insbesondere bei Blocklängen der freien Strecke und der Ausrüstung mit ETCS L2 festgestellt. Werden keine Anpassungen vorgenommen, muss mit Leistungseinbußen gegenüber dem Betrieb mit PZB-Zügen gerechnet werden. Teilblocklängen der LZB können dagegen weitestgehend übernommen werden, da die Bremskurven der LZB sowie jene von ETCS L2 ähnliche Charakteristiken aufweisen.

Im „Abschlussbericht der S-Bahn-ETCS-Untersuchung vom 31. Januar 2019“ (bezüglich der S-Bahn Stuttgart) wurde ein mittlerer Abbau der Verspätungen von mindestens 16,6 s gezeigt.

Auf der 26. Sicherungstechnischen Fachtagung der Professur für Verkehrssicherungstechnik (TU Dresden) wurde hingegen konstatiert, dass ETCS  L2 bei der Fahrplanerstellung deutliche Nachteile gegenüber der PZB 90 hat und die LZB gegenüber dieser geringfügig im Vorteil ist. (Vortrag „Leistungsfähigkeit und ETCS“, nicht frei zugänglich)

11.1.3 C

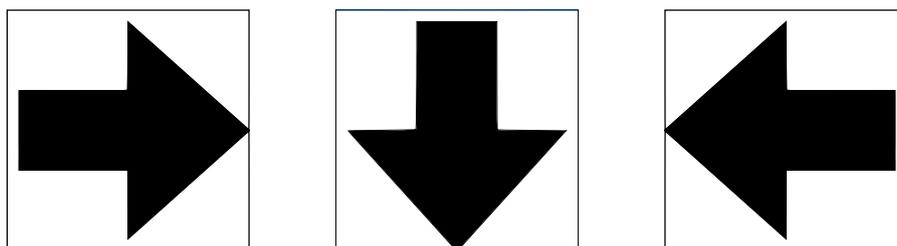
Cold Movement Detection Beim Verlassen von  Mode NP prüft das Fahrzeug, ob im abgeschalteten Zustand eine Bewegung erfolgte. Falls nicht, wird die Fahrzeugposition nach Verlassen des Modes nach  Stand By wieder auf „gültig“ (valid) gesetzt, so dass das  RBC der Fahrzeugposition sofort vertrauen kann.

Class B System nationales Zugbeeinflussungssystem, im engeren Sinne nur bestimmte Systeme, die bei Einführung von ETCS bereits in der Europäischen Union in Gebrauch waren. Entsprechende Strecken können mit einem geeigneten  STM in  Level NTC befahren werden.

11.1.4 E

ETCS Location Marker ETCS-Streckenkilometerzeichen. Harmonisiertes streckenseitiges ETCS-Signal zur Kennzeichnung des Endes eines Blockabschnitts als potenzielles  EOA.

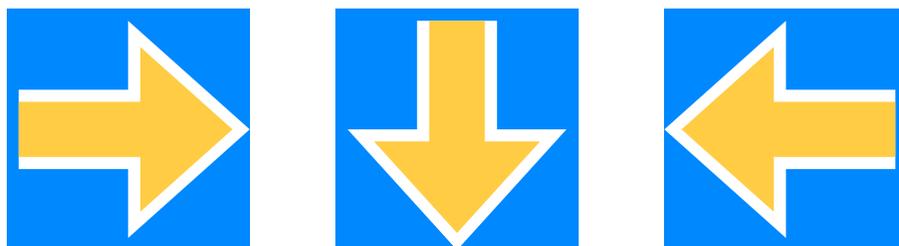
In Deutschland ist der ETCS Location Marker als Blockkennzeichen bekannt. An den ersten ETCS-Strecken wurden noch die von der LZB bekannten Blockkennzeichen genutzt, inzwischen wurde ein an den  ETCS Stop Marker angelehntes Symbol normiert.



ETCS Stop Marker ETCS-Haltezeichen. Harmonisiertes streckenseitiges ETCS-Signal zur:

- Kennzeichnung des Endes eines Blockabschnitts als potenzielles [EOA](#) und
- Kennzeichnung des Orts, an dem ein in SR fahrender Zug halten muss.

In Deutschland ist der ETCS Stop Marker als [Ne 14](#) bekannt und wird als ETCS-Halt-Tafel bezeichnet. Der oben genannte Ausdruck stammt aus Anlage A zur technischen Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung“. Die Pfeilspitze zeigt jeweils auf das Gleis, für das das Zeichen gültig ist.



Ältere Versionen des Zeichens nutzten lediglich ein gelbes Dreieck mit weißem Rand, das in die entsprechende Richtung zeigte und ursprünglich als „Repères TVM“ der französischen Zugbeeinflussung *Transmission voie-machine* bekannt war. Diese Zeichen gibt es außerhalb Frankreichs beispielsweise auch an der HSL Zuid (Niederlande) und in Belgien.

In Italien wurde ein gelber Winkel auf blauem Grund verwendet.

Eurobalise streckenseitige punktförmige Hardware, die Daten an Fahrzeuge überträgt, siehe Abschnitt [Balise](#)

Euroloop streckenseitige linienförmige Hardware, die Daten an Fahrzeuge überträgt, siehe Abschnitt [Loop](#)

European Vital Computer Sicherer ETCS-Fahrzeugrechner, siehe Abschnitt [OBU](#)

Euroradio Die sichere Übertragung von Daten zwischen Fahrzeug und Strecke, siehe Abschnitt [Euroradio](#).

11.1.5 F

Fahrterlaubnis Deutsche Bezeichnung für [Movement Authority](#)

Ferngesteuert Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [Sleeping](#)

Full Supervision ETCS-Mode [Full Supervision](#)

Future Railway Mobile Communication System Sicherer 5G-Mobilfunk für die Eisenbahn, zukünftiges Übertragungsmedium für [Euroradio](#)

11.1.6 H

harmonisiert im Kontext von ETCS: EU-weit vereinheitlichte technische oder betriebliche Regeln

Hybrid Train Detection Bezeichnung für ein Betriebsverfahren, mit dem auf einer Strecke virtuelle Blockabschnitte (*Virtual Sub-section VSS*) definiert sind, die mangels physikalischer Gleisfreimeldung nur von Fahrzeugen mit Zungintegritätsmeldung freigemeldet werden können. Der Blockabschnitt als solcher wird jedoch freigemeldet (*Trackside Train Detection TDD*). Auf solchen Strecken kann ein Zug mit Integritätsmeldung schneller von einem Zug gefolgt werden. Dieser Folgezug kann ebenfalls mit gemeldeter Integrität fahren, aber auch ohne ist es möglich (theoretisch sogar jeder Level, das schafft allerdings erhebliche zusätzliche Probleme). Das Prinzip ist somit ähnlich zu LZB/ETCS-Teilblöcken auf PZB-Ganzblock; dort wird allerdings auch der Teilblock physikalisch freigemeldet.

Vorteile von HTD sind:

- Erhöhung der Streckenkapazität ohne zusätzliche Hardware (außer evtl. [Location Marker](#))
- Die Strecke bleibt für Züge ohne Integritätsmeldung befahrbar.
- Wesentlich besseres Störungsverhalten, da der Blockabschnitt nach Freifahren physikalisch freigemeldet wird (z. B. nach Ausfall der Zugvollständigkeitsmeldung, Funkausfall, Neustart des [RBC](#) ...)
- Einheitliche Spezifikation und Sicherheitsbetrachtung

11.1.7 I

Infill wörtlich „Auffüllen“. In [Level 1](#) das Aktualisieren der ab dem folgenden Signal geltenden [Movement Authority](#). Wurde dem Fahrzeug zunächst eine [Movement Authority](#) auf das Signal in Halt ausgegeben, so überwacht dieses das Signal als [EOA](#) und berechnet seine [Bremskurven](#) entsprechend. Mit Infill kann das [EOA](#) weiter verschoben werden (mindestens auf das Ziel der folgenden Fahrstraße), so dass das Fahrzeug nicht unnötig bremsen muss. Infill kann per [Balisengruppe](#), [Euroloop](#) oder [RIU](#) erfolgen. Die beiden letzten Varianten dürfen allerdings nicht mehr neu vorgesehen werden.

Integrity Train integrity, siehe [Zugvollständigkeit](#)

Isolation ETCS-Mode [Isolation](#)

11.1.8 K

Key Schlüssel, im Kontext von ETCS eine Zeichenkette, mit dem eine per [Euroradio](#) versendete [Message](#) gesichert wird. Für jede [OBU](#) muss der Key im [RBC](#) hinterlegt werden, so dass Fahrzeuge auch bewusst ausgeschlossen werden können.

ETCS nutzt DES-Keys (DES = Data Encryption Standard) von 64 Bit Länge mit Parität, also 56 Nutzbits, von denen jeweils drei zu einem Key von 168 Nutzbits zusammengefasst werden. Es gibt unterschiedliche Keys:

- für die Übertragung von Keys zwischen [KMC](#) und [RBC Transport keys](#) (KTRANS)
- für die Authentifizierung einer Verbindung. Diese *Authentication keys* (KMAC) sind die eigentlichen in den ETCS-Geräten ([OBU](#), [RBC](#)) gespeicherten Keys.
- für die aktuelle Kommunikationssitzung zwischen [OBU](#) und [RBC](#) wird aus dem KMAC der [OBU](#) ein *Session key* KSMAC ermittelt. Hierfür liefern beide Kommunikationspartner jeweils eine (Pseudo-) Zufallszahl mit 64-Bit Länge, so dass die Kommunikation auch bei ungewollter Kenntnis des KMAC nicht verfälscht werden kann.

Jeder Key hat ein Ablaufdatum, kann aber auch vorzeitig gelöscht werden.

11.1.9 L

Level „Anwendungsstufe“ von ETCS, siehe Abschnitt [Level](#)

Limited Supervision ETCS-Mode [Limited Supervision](#) (ab [Systemversion 2.0](#))

Linking Das Verbinden von [Balisengruppen](#) einer [Movement Authority](#), siehe Abschnitt [Linking](#).

Location Marker siehe [ETCS Location Marker](#)

11.1.10 M

Message Zusammenhängende ETCS-Nachricht, entweder als [Balisenmessage](#), Message einer [Euroloop](#) oder als [Euroradio-Funknachricht](#).

Eine Message enthält im „Kopf“ immer bestimmte technische Variablen (ausgenommen die [Balisenmessage](#), die keinen übergeordnete Kopf hat). Eine [Euroloop-](#) oder [Euroradio-](#)Message kann verpflichtende und optionale [Packets](#) haben. Einige [Euroradio-](#)Messages enthalten zudem auch Nutzdaten außerhalb eines [Packets](#).

Mit Störschalter abgeschaltet Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [Isolation](#)

Mode Zustand des Fahrzeugs, der das aktuelle betriebliche Verfahren beschreibt, siehe Abschnitt [Modes](#)

Movement Authority Deutsch: Fahrerlaubnis (ÖBB, SBB), Fahrterlaubnis (DB), Fahrtgenehmigung ([↻ TSI OPE](#))

1. Per ETCS erteilte Erlaubnis, eine bestimmte Distanz zu fahren.
2. Die [↻ Message](#), mit der diese Erlaubnis einschließlich der erforderlichen und optionalen Streckeninformationen in [↻ Level 2](#) übertragen wird, siehe [↻ M3/Movement Authority](#) bzw. [↻ M33/MA with Shifted Location Reference](#).
3. Das [↻ Packet](#), mit der diese Erlaubnis übertragen wird, siehe [↻ P12/Level 1 Movement Authority](#) bzw. [↻ P15/Level 2 Movement Authority](#).

11.1.11 N

National System ETCS-Mode [↻ National System](#)

National Value Ein Parameter, der das Verhalten des Fahrzeugs an nationale Regeln anpasst, siehe [↻ P3/National Values](#)

Nicht führendes Fahrzeug Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [↻ Non Leading](#)

No Power ETCS-Mode [↻ No Power](#)

Non Leading ETCS-Mode [↻ Non Leading](#)

Notified Body Benannte Stelle, siehe [↻ NoBo](#)

11.1.12 O

Odometrie Geschwindigkeits- und Wegstreckenmessung, siehe Abschnitt [↻ Odometrie](#)

On Sight ETCS-Mode [↻ On Sight](#)

Overlap Durchrutschweg, siehe [↻ Supervised Location](#)

Override Das [↻ EOA](#) darf nach Bedienung von „Override“, also der Befehlstaste, passiert werden. Dazu wechselt das Fahrzeug in Mode [↻ SR](#).

Am [↻ DMI](#) wird folgendes Symbol gezeigt:



11.1.13 P

Packet Kleinste einzeln übertragbare Nachrichtenstruktur, die aus mehreren Variablen (Nutzen und technische Daten) besteht. Ein oder mehrere Packets werden zu einem [↻ Telegram](#) oder einer [↻ Message](#) zusammengefasst.

Passive Shunting ETCS-Mode [Passive Shunting](#)

Position Report

1. Die Meldung der Fahrzeugposition an das [RBC](#), bezogen auf die [LRBG](#). Neben der eigentlichen Position sind auch wesentliche Fahrzeugzustände wie [Mode](#), [Level](#) und Geschwindigkeit enthalten.
2. Die [Message M136/Train Position Report](#) zur Übertragung von Position Reports.
3. Eines der [Packets](#) zur Übertragung von Position Reports:
 - [P0/Position Report](#)
 - [P1/Position Report based on two balise groups](#)

Post Trip ETCS-Mode [Post Trip](#)

Profile Daten, die für eine bestimmte Distanz gültig sind. Man unterscheidet

1. kontinuierliche Profile, die die gesamte Länge des Profils mit Werten abdecken.
Beispiel: [P27/International Static Speed Profile](#)
2. diskontinuierliche Profile, die innerhalb der Ausdehnung des Profils Lücken aufweisen. In diesen Lücken gelten dann die gleichen Werte, die auch ohne das Profil gelten würden.
Beispiel: [P80/Mode Profile](#)

11.1.14 R

Rangieren Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [Shunting](#)

Release Speed (wörtlich) Entlassungsgeschwindigkeit oder ([TSI OPE](#)) Freigabegeschwindigkeit. Die DB nutzt eher die Schreibweise „Releasespeed“. In der Nähe des [EOA](#) schaltet das Fahrzeug auf Release Speed Monitoring um, d. h. die Überwachung der [Bremskurven](#) geht in die Überwachung der Release Speed als Höchstgeschwindigkeit über. Auch unter Release Speed Monitoring wechselt das Fahrzeug beim Passieren des [EOA](#) nach [Trip](#).

In [Level 1](#) ohne [Infill](#) ist Release Speed erforderlich, damit das Fahrzeug die [Balisengruppe](#) am [Signal](#) passieren kann, um eine neue [Movement Authority](#) aufzunehmen. Wegen dieser Funktion wird die Release Speed auch *Fahrerlaubnis-Aufnahmegeschwindigkeit* genannt.

In [Level 2](#) kann Release Speed erforderlich sein, damit das Fahrzeug sich dem [Signal](#) hinreichend nähern kann, um beispielsweise den Halteplatz am Bahnsteig zu erreichen.

Eine [Movement Authority](#) kann eine Release Speed für den [Danger Point](#) (z. B. 0 km/h) und eine andere für den [Overlap](#) (z. B. 15 km/h) enthalten. Mit Auflösung des [Overlaps](#) wird die entsprechende Release Speed gelöscht.

Reversing ETCS-Mode [Reversing](#)

11.1.15 S

Schlüssel Deutsch für [Key](#)

Shunting ETCS-Mode [Shunting](#)

Signal Normalerweise verfügen ETCS-Strecken über normale Stellwerke, auch wenn diese teilweise Zusatzfunktionen besitzen, um insbesondere die erweiterten Möglichkeiten von [Level 2](#) auszunutzen (z. B. optimierte Rücknahme von Durchrutschweg und Fahrstraße). Das Stellwerk ist somit weiterhin für die Fahrwegsicherung und (teilweise) die Zugfolgesicherung zuständig und liefert dem [RBC](#) lediglich Weichenlagen und Signalbegriffe zu. Für das [RBC](#) werden alle Fahrwege durch Signale gedeckt, auch wenn diese in der Außenanlage nicht unbedingt als optische Signale realisiert sind. In Deutschland führt dies beispielsweise dazu, dass die Blechtafel eines [Ne 14](#) aus [RBC-Sicht](#) „Fahrt dunkel“ signalisieren kann.

Sicherheitsreaktion aufheben Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [Post Trip](#)

Sicherheitsreaktion Zwangsbremmung Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [Trip](#)

Signalgeführt, ETCS signalgeführt Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [Limited Supervision](#)

Sleeping ETCS-Mode [Sleeping](#)

Staff Responsible ETCS-Mode [Staff Responsible](#)

Stand By ETCS-Mode [Stand By](#)

STM European ETCS-Mode [STM European](#) (nur [Baseline 2](#))

Stop Marker siehe [ETCS Stop Marker](#)

System Failure ETCS-Mode [System Failure](#)

Systemfehler Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [System Failure](#)

11.1.16 T

Telegram Die Gesamtheit der [Packets](#) einer [Eurobalise](#), siehe Abschnitt [Balise](#), oder einer [Euroloop](#)

Track Condition Eine der besonderen Streckeneigenschaften:

1.  P39/Track Condition Change of traction system
2.  P40/Track Condition Change of allowed current consumption
3.  P67/Track Condition Big Metal Masses
4.  P68/Track Condition
5.  P69/Track Condition Station Platforms

Transition Übergang, z. B. auch Zustandsübergang in der Informatik. Die wichtigsten Transitionen im Kontext von ETCS sind:

1.  Leveltransitionen, z. B. die Transition von  LNTC nach  L2
2.  Modetransitionen, z. B. die Transition von  On Sight nach  Full Supervision
3.  RBC-Transitionen, also die Transition vom  RBC_{HOV} in das  RBC_{ACC}

Darüber hinaus gibt es weitere definierte Transitionen, z. B. zwischen verschiedenen Arten der Geschwindigkeitsüberwachung.

Transparentdatenbalise Eine  Eurobalise, deren  Balisentelegramm durch eine  LEU geändert werden kann, so dass situationsabhängig unterschiedliche Daten übertragen werden können.

Englisch: Offiziell *Switchable balise*, aber auch *Controllable balise* oder *Transparent data balise* wird genutzt.

Trip ETCS-Mode  Trip. Man spricht auch von *Train Trip* oder kurz Trip, wenn das Fahrzeug eine Sicherheitsreaktion einleitet, die in diesen Mode führt. „Das Fahrzeug wird getrippt.“

Trusted Area Ein Gebiet, in dem durch die Ausrüstung mit  Balisengruppen sichergestellt ist, dass das Fahrzeug sich tatsächlich an der gemeldeten Position und nicht etwa (nach Fahrt in  Shunting) in einem Nachbargleis aufhält. Es handelt sich hierbei nicht um eine harmonisierte Funktion, das Prinzip ist aber unter den Infrastrukturbetreibern weit verbreitet.

11.1.17 U

Unfitted ETCS-Mode  Unfitted

Unüberwacht Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode  Unfitted

11.1.18 V

Vertrauensintervall Confidence Interval, die Aufweitung der Zugposition (vorn und hinten) durch den anzunehmenden Fehler der [Odometrie](#). Für die Zugspitze und das Ende des Zuges gibt es jeweils eine minimale (hintere) und eine maximale (vordere) Position. Der reine Messwert bestimmt die angenommene (*estimated*) Position.

Vollüberwachung Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [Full Supervision](#)

Vorsichtauftrag, ETCS-Vorsichtauftrag Deutsche Bezeichnung für ETCS-Mode [On Sight](#)

11.1.19 W

Wurfbalise Gelegentlich genutzter Begriff für eine [Eurobalise](#), die nur temporär verlegt wird, z. B. zur Geschwindigkeitsbegrenzung in Baustellen. Wegen der Richtungsabhängigkeit ist es normalerweise erforderlich, eine [Balisengruppe](#) mit mindestens zwei [Balisen](#) zu installieren. Wurfbalisen werden als *unlinked* gekennzeichnet.

11.1.20 Z

Zugvollständigkeit Prüfung, dass der Zug noch seine ursprüngliche Reihung hat, also kein Fahrzeug (Wagen) unbemerkt verloren wurde. Die Zugvollständigkeit oder Zugintegrität *Train integrity* ist eine Voraussetzung für das 'Hinterherfahren mit [Hybrid Train Detection](#) – eigentlich nicht für den betroffenen Zug, sondern für den folgenden Zug (der auch einen anderen Level haben könnte).

11.2 Abkürzungen

11.2.1 A

AD ETCS-Mode [Automatic Driving](#)

ATO [Automatic Train Operation](#)

11.2.2 B

BTM [Balise Transmission Module](#)

11.2.3 C

CES Conditional Emergency Stop, Bedingter Nothalt, siehe Abschnitt [M15](#)

CR Change Request, Änderungsanfrage zur Funktionserweiterung oder Fehlerkorrektur. Change Requests zu [ETCS](#) werden durch mehrere Gremien bearbeitet. Verantwortlich ist die [ERA](#).

CS Circuit Switched, verbindungsorientierte Datenübertragung. Siehe [GSM-R](#)

11.2.4 D

DMI Driver Machine Interface, ETCS-Bedienplatz im Fahrzeug, siehe Abschnitt [DMI](#)

DP Danger Point, Gefahrenpunkt, siehe Abschnitt [Supervised Location](#)

11.2.5 E

EBA Eisenbahn-Bundesamt, deutsche Aufsichts- und Genehmigungsbehörde für Eisenbahnen

EBD Kurzzeichen für die *Emergency brake Deceleration curve*, siehe [Bremskurve](#)

EBI Kurzzeichen für die *Emergency brake intervention curve*, siehe [Bremskurve](#)

EDOR ETCS Data Only Radio, ETCS-Funkgerät im Fahrzeug, siehe Abschnitt [Euroradio](#)

EMA End Of Movement Authority, das Ende der Movement Authority unabhängig von der Zielgeschwindigkeit in [B3R2](#). Siehe Abschnitt [EOA und LOA](#).

EOA End Of Authority, das Ende der Movement Authority mit Zielgeschwindigkeit = 0 (ab [B3R2](#)) bzw. unabhängig von der Zielgeschwindigkeit in älteren [Baselines](#). Siehe Abschnitt [EOA und LOA](#).

ERA European Union Agency for Railways, Eisenbahnagentur der Europäischen Union. Die ERA ist in allen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union eine juristische Person und hat neben organisatorischen und beratenden Aufgaben die Zuständigkeit für

- Genehmigungen für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen
- Genehmigungen für das Inverkehrbringen von Fahrzeugtypen
- Inbetriebnahme streckenseitiger Teilsysteme für die Zugsteuerung, Zugsicherung und Signgebung.

Rechtsgrundlage ist die Verordnung (EU) 2016/796 des Europäischen Parlaments und des Rates. Internetpräsenz: <https://www.era.europa.eu/>

ERTMS European Rail Traffic Management System, Oberbegriff für [ETCS](#) und [GSM-R](#). Ursprünglich war unter dem Namen *European Traffic Management Layer* (ETML) zudem eine einheitliche Leittechnik vorgesehen.

ESG Deutsche Abkürzung für „ETCS signalgeführt“, was den ETCS-Mode [Limited Supervision](#) bezeichnet.

ETCS European Train Control System, Europäisches Zugbeeinflussungssystem, siehe [Einleitung](#) zu diesem Dokument.

EUG ERTMS Users Group, Zusammenschluss verschiedener Infrastrukturbetreiber zur Förderung und Weiterentwicklung von ERTMS/ETCS und den relevanten Anteilen von [GSM-R](#). Internetpräsenz: <https://ertms.be/>

EVC [European Vital Computer](#)

11.2.6 F

FRMCS [Future Railway Mobile Communication System](#)

FS ETCS-Mode [Full Supervision](#)

11.2.7 G

GoA Abkürzung für *Grade of Automation*, siehe [ATO](#)

GPRS General Packet Radio Service, paketbasierte Datenübertragung (hier: für [Euroradio](#)). GPRS erhöht im Vergleich zur klassischen verbindungsorientierten Kommunikation den Datendurchsatz und ist in [GSM-R](#) Baseline 1 der aktuellen [TSI](#) enthalten. Voll unterstützt wird es ab [ETCS Baseline 3 Release 2](#) bzw. [Systemversion 2.1](#). Die Spezifikation erlaubt zudem Enhanced GPRS, auch als EDGE bekannt.

GSM-R Global System for Mobile Communications – Rail, herkömmliches Übertragungsmedium für [Euroradio](#)

GUI Kurzzeichen für die *Guidance curve*, siehe [Bremskurve](#)

11.2.8 H

HTD Abkürzung für [Hybrid Train Detection](#)

11.2.9 I

I Kurzzeichen für die *Indication curve*, siehe [Bremskurve](#)

IS ETCS-Mode [Isolation](#)

11.2.10 K

KMAC Authentication key, siehe [Key](#)

KMC Key Management Centre, Schlüsselzentrale. Normalerweise werden die [Keys](#) nicht direkt in die [RBC](#) eingespielt, sondern zentral verwaltet. Es gibt eine harmonisierte Offline-Schnittstelle (hier werden die Schlüssel per USB-Stick o. ä. transportiert) und ab [B3R2](#) auch eine Online-Schnittstelle zur Verteilung der [Keys](#) auf die [RBC](#), aber auch auf die [OBU](#). Ältere ETCS-Systeme nutzen auch proprietäre Schlüsselschnittstellen.

KSMAC Session key, siehe [Key](#)

KTRANS Transport key, siehe [Key](#)

11.2.11 L

LEU Lineside Electronic Unit, siehe Abschnitt [LEU](#)

LOA Limit Of Authority, das Ende der Movement Authority mit Zielgeschwindigkeit > 0 . Siehe Abschnitt [EOA und LOA](#).

LRBG Last Relevant Balise Group, letzte relevante [Balisengruppe](#). Die [Balisengruppe](#), die das Fahrzeug zuletzt in einem [Position Report](#) an das [RBC](#) gemeldet hat. Die [Balisengruppe](#) muss die Information *linked* haben und falls das Fahrzeug [Linking](#) nutzt auch angekündigt sein, damit sie als LRBG genutzt werden kann. Aufgrund von Laufzeiten können Fahrzeug und [RBC](#) zur gleichen Zeit unterschiedliche LRBG haben, die dann auch als $LRBG_{ONB}$ und $LRBG_{RBC}$ bezeichnet werden.

LS ETCS-Mode [Limited Supervision](#) (ab [Systemversion 2.0](#))

LSSMA Lowest Supervised Speed within the Movement Authority, die niedrigste Geschwindigkeit in der Ausdehnung einer [Movement Authority](#), die nur in Mode [Limited Supervision](#) angezeigt wird. Siehe [P180/LSSMA display toggle order](#)

LX Level Crossing, Bahnübergang

11.2.12 M

MA [↻ Movement Authority](#)

MRSP Most Restrictive Speed Profile, ein im [↻ Fahrzeuggerät](#) aus den für alle Orte jeweils restriktivsten Geschwindigkeitseinschränkungen gebildetes Profil, das zur Überwachung der Höchstgeschwindigkeit und zur Berechnung der [↻ Bremskurven](#) genutzt wird. Das MRSP berücksichtigt beispielsweise:

- das statische Geschwindigkeitsprofil [↻ P27/International Static Speed Profile](#)
- Geschwindigkeitseinschränkungen durch den aktuellen [↻ Mode](#)
- temporäre Langsamfahrstellen [↻ P65/Temporary Speed Restriction](#)
- die Höchstgeschwindigkeit des Zuges

11.2.13 N

Ne 14 Nebensignal 14 – ETCS-Halt-Tafel (ETCS Stop marker). Das Ne 14 bedeutet „Halt für Züge in ETCS-Betriebsart SR.“ (siehe [↻ ETCS Stop Marker](#) und [↻ Mode SR](#))

NL ETCS-Mode [↻ Non Leading](#)

NoBo Notified Body, Benannte Stelle. In der Regel von einem EU-Mitgliedsstaat ernannte unabhängige Institution, die die Übereinstimmung einer Anlage oder eines Produkts (genauer: des Teilsystems oder einer Interoperabilitätskomponente) mit Konformitätsanforderungen bestätigt. Der NoBo bestätigt beispielsweise, dass ein [↻ RBC](#) die Anforderungen der [↻ TSI ZZS](#). Ein Gutachten (in Deutschland von einem vom [↻ EBA](#) anerkannten Gutachter) hat das [↻ RBC](#) zu diesem Zeitpunkt schon.

NP ETCS-Mode [↻ No Power](#)

11.2.14 O

OBU On-Board Unit, Fahrzeuggerät, siehe [↻ OBU](#)

ORBG Other Relevant Balise Group, eine ehemalige [↻ LRBG](#). Das Fahrzeug muss Nachrichten verstehen, die auf die [↻ LRBG](#) oder eine der letzten sieben ORBG bezogen sind. Das heißt vor allem, dass die Ortsreferenz auf das aktuelle Koordinatensystem umgerechnet werden können muss.

OS ETCS-Mode [↻ On Sight](#)

11.2.15 P

P Kurzzeichen für die *Permitted speed curve*, siehe [Bremskurve](#)

PS

1. ETCS-Mode [Passive Shunting](#)
2. Packet Switch, paketorientierte Datenübertragung, siehe [GPRS](#)

PT ETCS-Mode [Post Trip](#)

11.2.16 R

RBC Radio Block Centre, Funkstreckenzentrale, siehe [RBC](#). Es wird häufig die amerikanische Schreibweise „Radio Block Center“ genutzt, obwohl die britische Form offiziell ist.

RBC_{ACC} Accepting RBC, das annehmende [RBC](#) bei einer RBC-Transition, d. h. der Fahrt über eine RBC-Grenze. Wird manchmal auch ACC-RBC geschrieben.

RBC_{HOV} Handing Over RBC, das übergabende [RBC](#). Wird manchmal auch HOV-RBC geschrieben.

RIU Radio Infill Unit, Funkeinrichtung für semikontinuierliche Datenübertragung, siehe Abschnitt [RIU](#)

RV ETCS-Mode [Reversing](#)

11.2.17 S

SB ETCS-Mode [Stand By](#)

SBD Kurzzeichen für die *Service Brake Deceleration curve*, siehe [Bremskurve](#)

SBI Kurzzeichen für die allgemeine *Service brake intervention curve*, siehe [Bremskurve](#)

SBI1 Kurzzeichen für die aus der [SBD](#) abgeleitete *Service brake intervention curve*, siehe [Bremskurve](#)

SBI2 Kurzzeichen für die aus der [EBD](#) abgeleitete *Service brake intervention curve*, siehe [Bremskurve](#)

SE ETCS-Mode [STM European](#) (nur [Baseline 2](#))

SF ETCS-Mode  [System Failure](#)

SH ETCS-Mode  [Shunting](#)

SL ETCS-Mode  [Sleeping](#)

SM ETCS-Mode  [Supervised Manoeuvre](#)

SN ETCS-Mode  [National System](#)

SR ETCS-Mode  [Staff Responsible](#)

SRS System Requirements Specification, System-Anforderungsspezifikation. Im Fall ETCS ist dies das Subset-026, das im Fall von  [B4R1](#), also der SRS 4.0.0, aus neun Kapiteln besteht (Zahlen in Klammern geben die Veränderung gegenüber der  [SRS 3.6.0](#) an):

1. Introduction, 9 Seiten (+1, nur die *Modification History*)
2. Basic System Description, 25 Seiten (+0)
3. Principles, 252 Seiten (+48)
4. Modes and Transitions, 93 Seiten (+18)
5. Procedures, 112 Seiten (+12)
6. Management of older System Versions, 82 Seiten (+36)
7. ERTMS/ETCS language, 91 Seiten (+4)
8. Messages, 36 Seiten (+3)
9. Classification of clauses, 148 Seiten (+25)

Die Kapitel werden auch als Subset-026-1 usw. bezeichnet.

Von den insgesamt 848 Seiten gehen natürlich administrative Anteile wie Deckblatt und Änderungshistorie ab. Kapitel 6 beschreibt im Wesentlichen die Änderungen der anderen Kapitel für den Fall, dass nicht die höchste in der SRS definierte  [Systemversion](#), also aktuell die  [Systemversion 3.0](#) genutzt werden soll. Kapitel 9 gibt an, welche Textstellen als Anforderungen für die Strecke bzw. das Fahrzeug zu werten sind, enthält aber inhaltlich keine neuen Anforderungen.

Die Anforderungen des Subset-026 und der wesentlichen anderen Subsets auf die Software beispielsweise eines  [RBC](#) zu mappen, insbesondere die Anwendung des Subset-026-6, überlassen wir dem Leser als Übungsaufgabe. ☺

STM Specific Transmission Module, sinngemäß etwa „Modul für spezifische Übertragung“, Einrichtung, die Empfangseinrichtungen und Auswertung für ein nationales Zugbeeinflussungssystem zur Verfügung stellt und damit die ETCS- [OBU](#) in  [Level NTC](#) ansteuert, siehe Abschnitt  [STM](#).

SR ETCS-Mode [↻ Staff Responsible](#)

SvL [↻ Supervised Location](#)

11.2.18 T

TAF Track Ahead Free, Anfrage ob bzw. Bestätigung durch den Triebfahrzeugführer, dass der Fahrweg bis zum Signal frei ist, siehe Abschnitt [↻ M34/Track Ahead Free Request](#)

TED Train End Device, Gerät zur Feststellung der [↻ Zugvollständigkeit](#)

TR ETCS-Mode [↻ Trip](#)

TSI Technical Specification for Interoperability, Technische Spezifikation für die Interoperabilität. Europäische Verordnung, die den grenzüberschreitenden Eisenbahnverkehr erleichtern soll. Für ERTMS/ETCS ist vor allem die TSI ZZS *Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung*, engl. CCS *Control/Command and Signalling* maßgebend. Siehe Abschnitt [↻ TSI](#).

Einige betriebliche Festlegungen gibt es in der [↻ TSI OPE](#) (*Operation and Traffic Management*, deutsch *Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung*).

TSR Temporary Speed Restriction, Temporäre Langsamfahrstelle. Die Abkürzung wird genutzt für

1. Eine in der Streckenzentrale ([↻ RBC](#) oder [↻ Z-LEU](#)) eingerichtete Langsamfahrstelle, unabhängig davon, wie sie an die Fahrzeuge übertragen wird
2. [↻ P65/Temporary Speed Restriction](#).

TTD Trackside Train Detection, streckenseitige Gleisfreimeldung, Begriff für physikalische Freimeldeabschnitte bei ([↻ Hybrid Train Detection](#))

11.2.19 U

UES Unconditional Emergency Stop, Unbedingter Nothalt, Nothaltbefehl ([↻ TSI OPE](#)), siehe [↻ M16/Unconditional Emergency Stop](#)

UN ETCS-Mode [↻ Unfitted](#)

UNISIG Union Industry of Signalling, Zusammenschluss von Signaltechnikunternehmen, die zur Spezifikation von ETCS gegründet wurde. Siehe auch die Beschreibung in der [↻ Einleitung](#). Internetpräsenz: [↗ https://www.ertms.net/](https://www.ertms.net/)

11.2.20 V

VSS *Virtual Sub-Section*, virtueller Teilabschnitt, Begriff für virtuelle Freimeldeabschnitte bei [Hybrid Train Detection](#)

11.2.21 W

W Kurzzeichen für die *Warning curve*, siehe [Bremskurve](#)

11.3 Wichtige Variablen

Übersicht An dieser Stelle sollen nicht alle rund 200 ETCS-Variablen im Detail besprochen werden. Die nachfolgend aufgeführten Variablen sind aber so bedeutend, dass sie eine Erwähnung verdienen.

M.VERSION Die Systemversion. Die Variable hat sieben Bits, von denen die ersten drei die nicht kompatible Version (X) und die anderen vier die kompatible Version (Y) angeben.

M.VERSION	SV	Bemerkung
000 XXXX		alte nicht mehr kompatible Versionen
001 0000	1.0	siehe Systemversion 1.0
001 0001	1.1	siehe Systemversion 1.1
010 0000	2.0	siehe Systemversion 2.0
010 0001	2.1	siehe Systemversion 2.1
010 0010	2.2	siehe Systemversion 2.2
010 0011	2.3	siehe Systemversion 2.3
011 0001	3.0	siehe Systemversion 3.0

NID_C Wegen des „C“ eigentlich der *Country Code*, also die Kennung für ein Land. Tatsächlich werden NID_C aber auch als Kennung für eine Region genutzt. In Deutschland hat bislang jedes [RBC](#) ein eigenes NID_C.

Für ein gegebenes NID_C müssen die Kennungen aller streckenseitigen Einrichtungen wie [Balisengruppen](#) und [RBC](#) eindeutig sein.

NID_ENGINE Die eindeutige Kennung eines ETCS-Fahrzeuggeräts ([OBU](#)). Lokomotiven haben in der Regel nur ein Fahrzeuggerät für beide Fahrtrichtungen, längere Triebzüge können ein Gerät pro Triebkopf bzw. Steuerwagen haben und bekommen dann auch zwei NID_ENGINE. Die Nummern werden entweder den Fahrzeugherstellern oder den Betreibern zugeordnet und von diesen an die Fahrzeuge vergeben. Sie haben in der Regel nichts mit den Fahrzeugnummern zu tun, allerdings tragen die ES64U2 der ÖBB („Taurus“) passende Nummern, z. B. hat die Lok 1116 002 auch NID_ENGINE) = 1116002.

NID_NTC Die Kennung für ein NTC, das in ([Level NTC](#)) genutzt werden kann. Einige Beispiele:

0	ASFA	Spanien
1	ATB	Niederlande (ATB-EG, optional auch ATB-NG)
6	PZB 90	Deutschland (nicht LZB-fähig)
9	PZB/LZB	Deutschland
10	LZB	Spanien (einschließlich ASFA)
27	INDUSI I 60	Kroatien, Slovenien u. a.
36	INDUSI I 60	Rumänien u. a.

NID_OPERATIONAL Die Zugnummer, die nicht dem Fahrzeug zugeordnet ist, sondern von dessen Zugfahrt. In [Systemversion X=1](#) meldet der Zug sie als Teil der Zugdaten ([P11/Validated train data](#)), in höheren Versionen separat in ([P5/Train running number](#)).

Außerdem kann sie mit [P140/Train running number from RBC](#) vom [RBC](#) vorgegeben werden.

T_NVCONTACT Die Überwachungszeit für die sichere Funkverbindung aus den [National Values](#). Falls die [OBU](#) nach dieser Zeit keine neue [Message](#) vom [RBC](#) empfangen hat, wird die Sicherheitsreaktion eingeleitet, entweder Zwangsbremmung ([Trip](#)) oder Zwangsbetriebsbremsung