

Landquart, 06. Januar 2023

Systemführung ZBMS

Projektierungsgrundlagen Zugbeeinflussung

für Eisenbahnunternehmen, welche eine Zugbeeinflussung gemäss ZBMS einsetzen

Version: Nr. 4.0
Inkraftsetzung: 01. Februar 2023
Dokument-Nummer: 21187

erstellt:	geprüft / verifiziert:	Freigabe:
Pierre-Yves Kalbfuss P-PE-VZ	Rico Zanchetti Leiter I-EA-SR	Christian Florin Leiter Infrastruktur

Dokumentinformation

1.0	11.10.2016	Pierre-Yves Kalbfuss (RhB) Rico Zanchetti (RhB) Samuel Keller (RhB) Stefan Sidler (Siemens) Hansueli Reich (AB)	Erstausgabe
1.1	01.05.2017	Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)	Titel angepasst
2.0	12.01.2018	Pierre-Yves Kalbfuss (RhB) Rico Zanchetti (RhB) Stefan Sidler (Siemens) Hansueli Reich (AB)	Weiterentwickelte Ausgabe
3.0	01.12.2020	Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)	Weiterentwickelte Ausgabe
4.0	01.02.2023	Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)	Weiterentwickelte Ausgabe

Änderungen gegenüber der letzten Ausgabe

Aufgelistet werden die materiellen Änderungen und Ergänzungen gegenüber der Version 3.0 vom 01.12.2020. Reine formelle Anpassungen werden nicht erläutert.

4.4.2 Verlegung der Euroloop-Komponenten

- Es wird empfohlen das Jumperkabel mindestens auf einer Länge von 3 m in der Schienenkehle zu verlegen.
- Die Vorgaben zur Verlegung des Leckkabels wurden mit einem Hinweis zur Behebung von Empfangslücken ergänzt. Zusätzlich wird die Auslegung in einem Dreischienengleis aufgeführt.

5.8 Ausgänge

- Die Vorgaben zur Anwendung der zusätzlichen Digitalausgänge am Fahrzeugrechner wurden aufgrund der praktischen Erfahrungen ergänzt. Durch die unterschiedlichen Anwendungen der Ausgänge, muss auf die Kompatibilität geachtet werden. Dies gilt insbesondere, wenn ein Fahrzeug auf den Netzen mehrerer Infrastrukturbetreiber eingesetzt wird.

6.5.3 Vereinfachung des Neigungsprofils aufgrund der Systemeigenschaften

- Die Methodik wird präzisiert.

6.5.4 Vereinfachung des Neigungsprofils aufgrund der Bremskurven

- Die Auswirkung unterschiedlicher Gefälle im Bereich einer Bremskurve wird erklärt.

6.6.2 Befreiung durch Euroloop

- Massnahmen zur Vermeidung von Empfangslücken im Bereich von Abschlusswiderständen werden aufgeführt.
- Die Auslegung der Zugbeeinflussung in einem Bahnhof mit Rückfallweichen wird beschrieben.

6.6.4 Wiederholungssignal mit geteilten Gleisen

- In dieser neuen Ziffer wird die Umsetzung der Anforderungen aus den AB-EBV und des Kompendium Sicherungsanlage beschrieben. Wenn eine differenzierte Ansteuerung des Wiederholungssignals nicht erforderlich ist, erübrigt sich auch diese aufwändige Auslegung der Zugbeeinflussung.

6.12.5 Anpassung der Signalisierung

- Die Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve muss neu mit Dreiecken gestaltet werden.

6.12.6 Auswirkung des Vertrauensintervalls auf das Geschwindigkeitsprofil

- Es wird empfohlen die Notwendigkeit von Eichbalisengruppen ab einer Distanz von 800 m zwischen zwei Balisengruppen zu überprüfen.

6.14 Massnahmen bei Adhäsionsschwierigkeiten

- Neues Kapitel

6.16.1 Massnahmen bei knapper Vorsignaldistanz, Grundsatz

- Die Bedingungen zur Berechnung von Vorsignaldistanzen werden aufgeführt.

6.16.2 Kurze Vorsignaldistanzen

- Bei einem längeren Euroloop ist die Sichtbarkeit des Vorsignals und des Hauptsignals zu überprüfen.

7.2.4 Plangenehmigungsverfahren

- Die Anforderung bei Anwendung der Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve wird präzisiert.

7.2.5 Anlagedokumentation

- Neue Ziffer

7.4.3 Systembremsung

- Neue Ziffer

7.6.2 Fahrzeugparameter

- Die ETCS-Länderkennungen für die Zugbeeinflussung ZSI 127 (NID_C) Nr. 452 wird auch angewendet, weil die Zuteilung unter 453 und 454 vollständig ausgenutzt ist.
- Die Weg- und Rückrolldistanz soll wegen der Abfahrtverhinderung mittels Euroloop auf ≤ 2 m projiziert werden.
- Der Parameter zur Systembremsung bei Abfahrtverhinderung mittels Euroloop wird aufgeführt.
- Der mit dem Release 5.4 eingeführte Parameter zur Beibehaltung der Streckendaten wird aufgeführt.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	9
1.1	Ziele der Regelung	9
1.2	Anwendungsbereich	9
1.3	Umsetzung des Standards ZBMS	9
1.4	Aktualisierung	9
2	Grundlagen	11
2.1	Hoheitliche Regelungen	11
2.2	RTE-Regelungen	11
2.3	Signalsystem	11
3	Abkürzungen und Begriffe	13
3.1	Abkürzungen	13
3.2	Begriffe	13
4	Streckenausrüstung	17
4.1	Systemkomponenten	17
4.2	Aufstellung der Eurobalisen	18
4.3	Verkabelung zum ETCS-Streckengerät	23
4.4	Installation der Euroloop-Komponenten	24
5	Fahrzeugausrüstung	27
5.1	Fahrzeugrechner	27
5.2	Bedien- und Anzeigeelement (DMI)	27
5.3	Externe Quittierungstaste	27
5.4	Überbrückungsschalter	27
5.5	ETCS-Antenne	28
5.6	Magnetempfänger	30
5.7	Wegimpulsgeber	30
5.8	Ausgänge	30
6	Auslegung des Systems	31
6.1	Art der Überwachung	31
6.2	Wechsel der Überwachungsart	31
6.3	Fahrerlaubnis (MA)	34
6.4	Geschwindigkeitsprofil (SSP)	38
6.5	Neigungsprofil	41
6.6	Befreiung	43
6.7	Loop-Ankündigung	50
6.8	Höchstgeschwindigkeiten in der reduzierten Überwachung	52
6.9	Rangieren	54
6.10	Linking	55
6.11	Vertrauensintervall / Erwartungsfenster	55
6.12	Zielpunkt der Fahrerlaubnis	57
6.13	Durchrutschwege	65
6.14	Massnahmen bei Adhäsionsschwierigkeiten	66
6.15	Fahrbeginn-Tiefhaltung	70
6.16	Massnahmen bei knapper Vorsignaldistanz	71
6.17	Fehlendes Vorsignal	74
6.18	Besetzte Einfahrt	74
6.19	Einfahrt in einen Bahnhof ohne schienenfreie Zugänge	76

6.20	Rückfall-Fahrbeurteilungen.....	76
6.21	Bahnübergangsanlagen.....	77
6.22	Hilfssignal	78
6.23	Strassenbahnbereich.....	80
6.24	Vorübergehende Langsamfahrstellen	80
6.25	Punktförmige Überwachung mit Eurobalisen	81
6.26	Abgestellte Fahrzeuge	81
6.27	Betriebsartumschaltung für die Traktion mittels Balisengruppe	82
6.28	Betriebsartumschaltung für die Traktion mit Magneten	83
6.29	Geschwindigkeitsüberwachung auf Zahnstangenabschnitten	84
6.30	Default- und Störungs-Telegramme	85
6.31	Abfahrtverhinderung bei Normalspurzügen.....	85
7	Systemintegration beim Betreiber.....	87
7.1	Voraussetzungen.....	87
7.2	Projektierung der Streckenausrüstung	87
7.3	Montage, Inbetriebsetzung	90
7.4	Projektierung der Fahrzeugausrüstung	90
7.5	Bremsmodelle.....	92
7.6	Festlegung der Fahrzeugparameter.....	96
7.7	Betriebsvorschriften	98
7.8	Schulungen.....	99

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Mögliche Auslegung der Streckenkomponenten	17
Abbildung 2:	Aufstellung unter Beibehaltung der Magnete	18
Abbildung 3:	Einbaubeispiel Fangschiene	19
Abbildung 4:	Einbaubeispiel Zahnstange.....	20
Abbildung 5:	Luftspalt im Zahnstangenbereich	20
Abbildung 6:	Beispiel der Abmessungen einer Eurobalise (Siemens S21).....	21
Abbildung 7:	Beispiel der Freiräume.....	22
Abbildung 8:	Einbaubeispiel Y-Schwellen / Eurobalise mittels Abschirmblech abgedeckt....	22
Abbildung 9:	Montagevorrichtung für Zahnstangenbereich.....	23
Abbildung 10:	Im Strassenkörper versenkte Balise	23
Abbildung 11:	Bedarf an LEU	24
Abbildung 12:	Einbaubeispiel Bedien- und Anzeigeelement	27
Abbildung 13:	Metallfreier Raum unter dem Fahrzeug	29
Abbildung 14:	Wechsel bei Doppelausrüstung der Strecke.....	32
Abbildung 15:	Wechsel bei alternierender Ausrüstung der Strecke	33
Abbildung 16:	Wechsel bei Doppelausrüstung der Strecke	33
Abbildung 17:	Wechsel bei alternierender Ausrüstung der Strecke	34
Abbildung 18:	Fahrerlaubnis am Ausfahrtsignal.....	36
Abbildung 19:	Fahrerlaubnis bei der Durchfahrt und bei fehlendem Vorsignal	36
Abbildung 20:	Fahrerlaubnis bei kurzer Fahrt	37
Abbildung 21:	Geschwindigkeitsschwelle.....	39
Abbildung 22:	Beispiel SSP	40
Abbildung 23:	Durchschnittliches Gefälle	42
Abbildung 24:	Befreiung durch ein Euroloop	45
Abbildung 25:	Auslegung in einem Bahnhof mit Rückfallweichen	45
Abbildung 26:	Projektierung der manuellen Befreiung	47
Abbildung 27:	Ausrüstung eines Wiederholungssignals bei geteiltem Gleis.....	48
Abbildung 28:	Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis	49
Abbildung 29:	Loopankündigung.....	51
Abbildung 30:	Weichenverbindungen ohne Hauptsignale	52
Abbildung 31:	Fahrt ohne Streckendaten.....	53
Abbildung 32:	Vergleich Odometrie - Vermessung.....	55
Abbildung 33:	Balisengruppe im Erwartungsfenster erfasst	56
Abbildung 34:	Balisengruppe ausserhalb Erwartungsfenster	56
Abbildung 35:	Zielpunkt-Berechnung	58
Abbildung 36:	Zielpunkt im Durchrutschweg	58
Abbildung 37:	Durchrutschweg nicht ausreichend.....	59
Abbildung 38:	Eichbalise vor dem Prellbock	60
Abbildung 39:	Annäherungsgeschwindigkeit vor dem Prellbock.....	60
Abbildung 40:	Zielpunkt hinter dem Prellbock	61
Abbildung 41:	Aufstellung der Gruppensignal-Halttafel	61
Abbildung 42:	Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve.....	62
Abbildung 43:	Aufstellung der Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve	62
Abbildung 44:	Projektierung von Geschwindigkeitseinschränkungen	63

Abbildung 45:	Projektierung bei einer Weichenspitze	64
Abbildung 46:	Auswirkungen von Adhäsionsschwierigkeiten	66
Abbildung 47:	Projektierung bei Adhäsionsschwierigkeiten.....	68
Abbildung 48:	Fahrbegriff-Tiefhaltung.....	70
Abbildung 49:	Auswirkung eines grossen Vertrauensintervalls	73
Abbildung 50:	Massnahmen bei grossem Vertrauensintervall.....	74
Abbildung 51:	Besetzte Einfahrt.....	75
Abbildung 52:	Hilfssignal.....	79
Abbildung 53:	Abstellsituationen	81
Abbildung 54:	Zwangsbremung einheitlicher Zug.....	94
Abbildung 55:	Zwangsbremung gemischter Zug	95

1 Allgemeines

1.1 Ziele der Regelung

Im vorliegenden Dokument werden die Projektierungsregeln der Zugbeeinflussung Meterspur (ZBMS) festgelegt. Als Grundlage gilt der durch das Bundesamt für Verkehr am 24. Juni 2013 erlassene nationale Standard Zugbeeinflussung für Bahnen, die nicht zu ETCS migrieren. Diese Projektierungsgrundlagen sollen eine optimale Umsetzung der im Standard definierten Systemfunktionen in der kontinuierlichen Überwachung ermöglichen.

Diese Projektierungsgrundlagen richten sich an die Projektleiter der Eisenbahnunternehmen und Lizenznehmer. Voraussetzung für eine optimale Auslegung ist eine Grundkenntnis des ZBMS-Standards und des eingesetzten Systems.

1.2 Anwendungsbereich

Diese Projektierungsgrundlagen sind bei der Auslegung von Strecken- und Fahrzeugausrüstungen einzusetzen, die den Standard ZBMS erfüllen müssen.

Für die Verwirklichung des Projektes durch den Systemlieferant müssen aber die Projektierungsrichtlinien des System-Herstellers zusätzlich beachtet werden.

Die Streckenausrüstung und die Überwachungsfunktionen des Systems sind im Standard eingehend festgelegt. In diesem Dokument wird deren Verwirklichung vertieft festgehalten.

Bei der Fahrzeugausrüstung wird dem Standard ZBMS entsprechend auf allgemein gültige Eigenschaften verwiesen.

Die punktförmige Überwachung mittels Magneten wird in diesen Projektierungsgrundlagen nicht behandelt. Die Projektierungsgrundlagen des bestehenden Systems sind ebenfalls zu berücksichtigen. Nur die Projektierung der in der Migration erforderlichen Wechsel der Überwachungsart wird aufgeführt.

1.3 Umsetzung des Standards ZBMS

In verschiedenen Abbildungen ist die Anzeige am Anzeigeelement im Führerstand aufgeführt. Diese Darstellung stützt sich auf das aktuelle Anzeigekonzept nach Standard ZBMS, das bei neuen Anwendungen einzusetzen ist. Einzelne Eisenbahnunternehmen wenden weiterhin das ursprüngliche Anzeigekonzept an.

In den Projektierungsunterlagen wird die Überwachung der Zuglänge allgemein gefordert. Bei einzelnen Eisenbahnunternehmen wird aufgrund der Entwicklungsgeschichte des Systems die anfänglich nicht überwachte Zuglänge weiterhin nicht überwacht.

1.4 Aktualisierung

Diese Projektierungsgrundlagen werden laufend aufgrund neuer Erkenntnisse sowie Überarbeitungen der hoheitlichen Vorschriften weiterentwickelt. In der Regel dürfen bestehende und auf einer älteren Version abgestützte Projektierungen unbefristet beibehalten werden. Eine Neuprojektierung wäre nur nach Erkennung einer allfälligen Sicherheitslücke erforderlich und müsste gesondert angeordnet werden.

2 Grundlagen

2.1 Hoheitliche Regelungen

Als übergeordnete hoheitliche Regelungen gelten insbesondere:

- Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahn (EBV, SR 742.141.1)
- Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV, SR 742.141.11)
- Schweizerische Fahrdienstvorschriften (FDV, SR 742.173.001)
- Nationaler Standard: Zugbeeinflussung für Bahnen, welche nicht zu ETCS migrieren (ZBMS-Standard).

2.2 RTE-Regelungen

Als Grundlage gilt das Kompendium Sicherungsanlagen R RTE 25000 bis 25064 insbesondere:

- R RTE 25036 Zugbeeinflussung.

2.3 Signalsystem

In der Schweiz werden die Signalsysteme L und N angewendet. Bei der Meterspur kommt allerdings das Signalsystem N nur vereinzelt in Gemeinschaftsbahnhöfen zum Einsatz. Die Beispiele sind daher alle auf dem meistverbreiteten Signalsystem L abgestützt. Sie sind aber grundsätzlich unabhängig des Signalsystems anwendbar. Das entsprechende Signalsystem wird nur erwähnt, falls spezifische Bestimmungen erforderlich sind.

3 Abkürzungen und Begriffe

3.1 Abkürzungen

BG	Balise Group	Eurobalisengruppe
BAV		Bundesamt für Verkehr
DMI	Driver Machine Interface	Bedien- und Anzeigeelement
ELM	Euroloop-Modem	Euroloop-Modem
ETCS	European Train Control System	Europäisches Zugbeeinflussung- und Zugsteuerungssystem
FS	Full Supervision	Betriebsmodus "Vollüberwachung"
GP	Gradient Profile	Neigungsprofil
IS	Isolation	Betriebsmodus "abgetrennt"
LEU	Lineside Electronic Unit	ETCS-Streckengerät
MA	Movement Authority	Fahrerlaubnis
NL	Non Leading	Betriebsmodus "nicht zugführend"
ODM	Odometry	Odometrie, Messung des befahrenen Wegs
SH	Shunting	Betriebsmodus "rangieren"
SL	Sleeping	Betriebsmodus "ferngesteuert"
SR	Staff Responsible	Betriebsmodus "reduzierte Überwachung"
SSP	Static Speed Profile	statisches Geschwindigkeitsprofil
TSR	Temporary Speed Restriction	temporäre Langsamfahrstelle
UN	Unfitted	Betriebsmodus "punktuell überwacht mit Magneten" oder "punktuell überwacht mit Eurobalisengruppen"
ZBMS		Zugbeeinflussung Meter- und Spezialspur

3.2 Begriffe

Abgetrennt	Im Betriebsmodus "abgetrennt" (IS) hat die Zugbeeinflussung keine Verbindung mehr nach aussen und die Bremsausgänge der Zugbeeinflussung sind inaktiv geschaltet.
Fahrerlaubnis	Die Fahrerlaubnis (MA) ist der Teil der Daten aus dem Telegramm einer Eurobalisengruppe, welcher die Fahrt in einen Gleisabschnitt erlaubt. Die Fahrerlaubnis gibt der Fahrzeugausrüstung die Distanz an, welche der Zug befahren darf. In der Regel entspricht die im System generierte Fahrerlaubnis der durch das Zugsignal angezeigten Zustimmung zur Fahrt bis zum nächsten Hauptsignal.

Ferngesteuert	Im Betriebsmodus "Ferngesteuert" (SL) ist kein Lokführer auf dem Triebfahrzeug oder dem Steuerwagen, welches/welcher auch nicht als vorderstes Fahrzeug des Zuges eingereiht ist.
Infill	Bezeichnung einer Eurobalisengruppe für die Übertragung einer Fahrerlaubnis zur Befreiung aus der Bremskurve im Gleisbereich vor dem Hauptsignal.
Kontinuierliche Überwachung	Punktuelle oder kontinuierliche Übertragung von Informationen auf das Fahrzeug mit kontinuierlicher Überwachung von Bedingungen, die sich abhängig vom Standort des Fahrzeugs verändern können. Reaktion der Zugbeeinflussung, sobald diese Bedingungen nicht eingehalten sind.
Linking	Logische Verknüpfung von Eurobalisengruppen untereinander
Magnete	Für die punktuelle Überwachung sind verschiedene bestehende Zugbeeinflussungssysteme mit spezifischen Permanent- und Elektromagneten im Einsatz. Die Information wird mittels einer Kombination der Nord- und Südpole der Magnete auf die Fahrzeuge übertragen.
Nicht Zugführend	Im Betriebsmodus "Nicht Zugführend" (NL) bedient ein Lokführer ein Triebfahrzeug oder einen Steuerwagen, welches/welcher nicht als vorderstes Fahrzeug des Zuges eingereiht ist.
Punktuelle Überwachung	Punktuelle Übertragung von Informationen auf das Fahrzeug mit unmittelbarer Reaktion der Zugbeeinflussung auf die momentan anliegende Information.
Rangieren	Der Betriebsmodus "Rangieren" (SH) wird für Rangierbewegungen im Bahnhof und auf der Strecke verwendet. Der zulässige Abschnitt kann von der Zugbeeinflussung vorgegeben werden. Durch die Zugbeeinflussung wird die maximal zulässige Geschwindigkeit für die Rangierbewegung überwacht.
Reduzierte Überwachung	Der Betriebsmodus "Reduzierte Überwachung" (SR) entspricht einer Teilüberwachung. Der Betriebsmodus "Reduzierte Überwachung" gilt, wenn keine Fahrerlaubnis von einer Infrastrukturausrüstung übermittelt wurde oder wenn nach dem Wenden eine Aufwertung durch einen Euroloop erfolgt. Im letzteren Fall sind noch keine vollständigen Streckendaten vorhanden. Das Fahrzeug wird von der Zugbeeinflussung auf eine festgelegte Geschwindigkeit überwacht. Die Position des Fahrzeugs und damit die Länge der Fahrerlaubnis, werden nicht überwacht.

Repositioning	<p>Genauere Erfassung der Fahrzeugposition zwecks</p> <ul style="list-style-type: none">– fahrwegabhängige Korrektur der Fahrerlaubnis bei unterschiedlich entfernten Zielpunkten sowie– Rückstellung des fahrwegabhängigen Vertrauensintervalls innerhalb der Fahrerlaubnis. <p>Nach einer Repositionierung wird die dynamische Bremskurve am Ende der Fahrerlaubnis beziehungsweise vor einer Geschwindigkeitsschwelle auf den neu festgelegten Zielpunkt erneut berechnet.</p>
Telegramm	<p>Ein Telegramm enthält einen Header (Kopfteil) und einen identifizierten und zusammenhängenden Satz von Paketen.</p> <p>Pakete sind mehrere Variablen, die in einer einzigen Einheit mit einer definierten internen Struktur zusammengefasst sind.</p> <p>Eine Balise übermittelt dem vorbeifahrenden Fahrzeug eine Nachricht, welche aus einem oder mehreren Telegrammen besteht.</p>
Vertrauensintervall	<p>Fahrwegabhängige Toleranz gegenüber dem tatsächlichen Standort eines Zuges aufgrund der Ungenauigkeiten der Odometrie.</p>
Vollüberwachung	<p>Im Betriebsmodus "Vollüberwachung" (FS) werden anhand der Streckendaten und der eingegebenen Zugdaten das Ende der Fahrerlaubnis und das Einhalten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit dauernd überwacht. Die Vollüberwachung kann bei Beginn einer Fahrt frühestens nach Überfahrt der ersten Eurobalisengruppe erfolgen.</p>

4 Streckenausrüstung

4.1 Systemkomponenten

Die Streckenausrüstung besteht aus Komponenten gemäss untenstehender Abbildung.

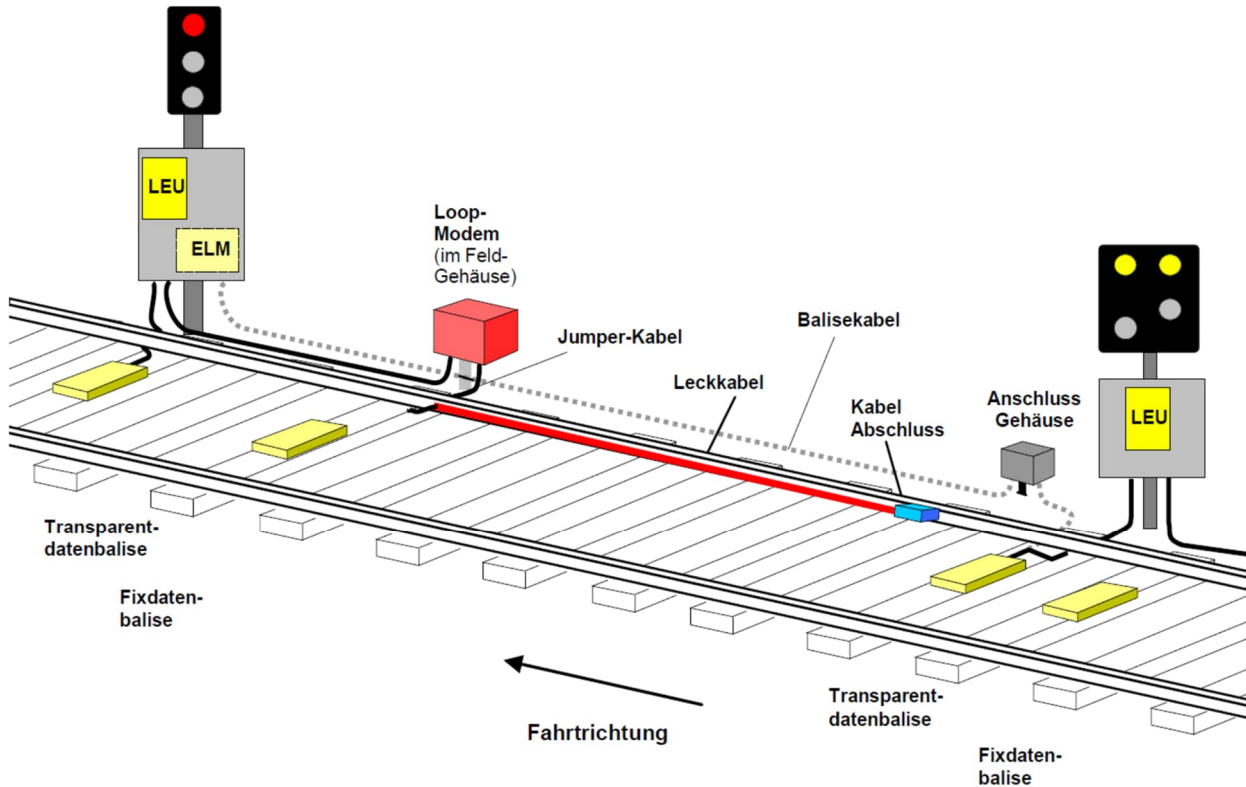


Abbildung 1: Mögliche Auslegung der Streckenkomponenten

Im Normalfall wird eine oder mehrere LEUs zusammen mit dem Euroloop-Modem in einem Relaiskasten am Hauptsignal montiert. Die Eurobalisengruppe beim Vorsignal wird in der Regel von der LEU am Hauptsignal angesteuert. Dies hat den Vorteil, dass spezielle Fahrbeurteilungen, welche am Vorsignal nicht angezeigt werden können (zum Beispiel ein Besetzttsignal), bereits am Vorsignal über die Balisengruppe dem Fahrzeug übermittelt werden können. Dazu muss eine Kabelverbindung zwischen Vor- und Hauptsignal vorhanden sein. In der Abbildung sind beide Einbindungsvarianten des Vorsignals sowie beide üblichen Anordnungsmöglichkeiten des Loop-Modems (ELM) dargestellt.

Werden mit einem Fahrbeurteilung verschiedene Fahrstrassen angezeigt, kann es vorkommen, dass eine Fahrwegauscheidung benötigt wird. Die Kriterien müssen in diesem Fall vom Stellwerk abgegriffen werden und zum entsprechenden Signal übertragen werden. Nur so können Zuglängenüberwachungen oder genaue Geschwindigkeitsschwellen programmiert werden.

4.2 Aufstellung der Eurobalisen

4.2.1 Normalfall

Eine Balisengruppe besteht aus mindestens zwei Eurobalisen. Bei reinen ZBMS-Anwendungen werden immer zwei Eurobalisen eingesetzt. Als Ausnahme kann die Wegmessung mit einer einzigen Fixdatenbalise geeicht werden.

Die erste Eurobalise in der Fahrtrichtung ist eine Fixdatenbalise. Sie benötigt keine Verkabelung. Die zweite Eurobalise ist eine Transparentdatenbalise. Sie wird am ETCS-Streckengerät angeschlossen.

Ein Streckenpunkt kann auch nur aus zwei Fixdatenbalisen ohne LEU bestehen. Solche Balisengruppen können fahrtrichtungsabhängige Informationen an das Fahrzeug übermitteln, welche unabhängig von der Signalanlage sind. Dies sind z.B. Ortungsinformationen für das Repositioning, (temporäre) Langsamfahrstellen, Euroloop-Ankündigungen.

Bei einem Gruppensignal wird eine Balisengruppe pro Gleis vor dem spätesten Halteort aufgestellt.

Bei Adhäsionsbahnen werden die rechteckigen Eurobalisen in der Gleisachse verlegt und quer ausgerichtet.

Der Abstand zwischen den einzelnen Eurobalisen einer Balisengruppe beträgt in der Fahrtrichtung:

- in der Regel 3 m
- Minimum 2.3 m
- Maximum 6 m.

Die letzte Eurobalise der Balisengruppe wird im Normalfall 1-2 m vor dem zugehörigen ortsfesten Signal aufgestellt. Die Einhaltung der Minimalabstände zu elektrischen Leitern sowie Hindernissen im Gleis, wie z.B. Weichen, bedingt zum Teil grössere Abweichungen.

Der Minimalabstand zwischen Eurobalisen unterschiedlicher aufeinanderfolgender Balisengruppen beträgt unabhängig von der Fahrtrichtung:

- in der Regel 8 m (Höchstgeschwindigkeit bis 120 km/h)
- kürzere Werte zwischen zwei Balisengruppen sind bei engen Verhältnissen und niedriger Höchstgeschwindigkeit möglich. Immer einzuhalten ist:

$$s_{\min} = 2.6 + 0.03 \cdot v$$

s_{\min} Minimalabstand [m]

v Höchstgeschwindigkeit [km/h]

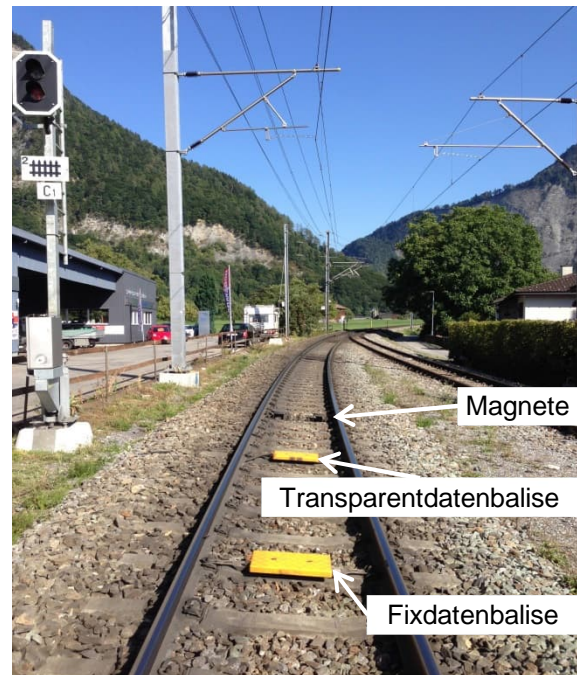


Abbildung 2: Aufstellung unter Beibehaltung der Magnete

4.2.2 Drei- oder Vierschienengleis

Im Drei- oder Vierschienengleis können die Streckendaten der unterschiedlichen Systeme ZBMS, ETCS L1LS, Euro-ZUB und Euro-Signum durch eine Eurobalisengruppe übertragen werden. In der Regel kann die erforderliche Datenmenge nicht durch eine einzige Transparentdatenbalise übertragen werden. In diesem Fall wird die Balisengruppe durch zwei Transparentdatenbalisen gebildet, damit die unterschiedlichen Datenpakete P44 der Anwendungen ZBMS, Euro-ZUB und Euro-Signum übertragen werden können.

4.2.3 Zahnstange und Hindernisse im Gleis

Die Eurobalisen werden grundsätzlich in der Gleisachse verlegt. Eine seitliche Verschiebung ist bei Hindernissen wie Zahnstange oder Fangschiene nötig. In diesem Fall müssen der seitliche Versatz zur Fahrzeugantenne sowie der metallfreie Raum geprüft werden.

Die Eurobalisen werden grundsätzlich quer zur Gleisachse aufgestellt. Bei engen Platzverhältnissen ist eine Montage in der Längsrichtung möglich.



Abbildung 3: Einbaubeispiel Fangschiene

Der seitliche Versatz aufgrund der Zahnstange bedingt, dass die Fahrzeugantenne aus der Fahrzeugachse seitlich versetzt angeordnet wird. Wegen der asymmetrischen Montage können die Fahrzeuge nicht abgedreht werden.

Die Eurobalisen werden im Zahnstangenbereich zwangsläufig längs zur Fahrtrichtung angeordnet.

Grundsätzlich werden die Eurobalisen in den Adhäsionsabschnitten auch entsprechend seitlich versetzt.



Abbildung 4: Einbaubeispiel Zahnstange

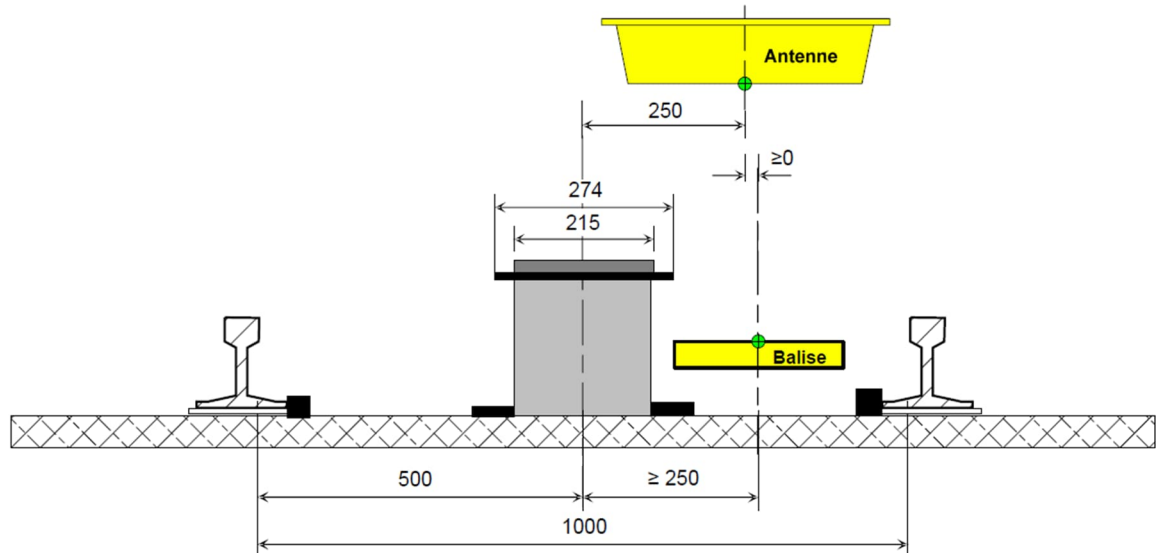


Abbildung 5: Luftspalt im Zahnstangenbereich

Im Zahnstangenbereich werden die Eurobalisen möglichst um 250 mm aus der Gleisachse versetzt. Bei den sehr breiten Leiterzahnstangen System Riggenbach muss der Versatz weiter erhöht werden. Detaillierte Angaben insbesondere die Einbauhöhen sind in den Installationsrichtlinien des Herstellers nachzulesen.

4.2.4 Abmessungen

Bei der Projektierung muss auf die Minimalabstände einer Eurobalise gegenüber ferromagnetischen Elementen sowie stromführenden Leitungen geachtet werden. Insbesondere ist die Einhaltung der Minimalabstände gegenüber Querungen von elektrischen Leitungen im Gleiskörper oder unterhalb der Fahrbahn massgebend.

Die Abmessungen einer Eurobalise und die einzuhaltenden Freiräume können je nach Hersteller unterschiedlich sein. In diesem Abschnitt werden die Abmessungen der Siemens-Eurobalisen S21 als Beispiel aufgezeigt.

Die nachfolgende Zeichnung stellt die wesentlichen Abmessungen einer Eurobalise (Beispiel Eurobalise Siemens S21) dar:

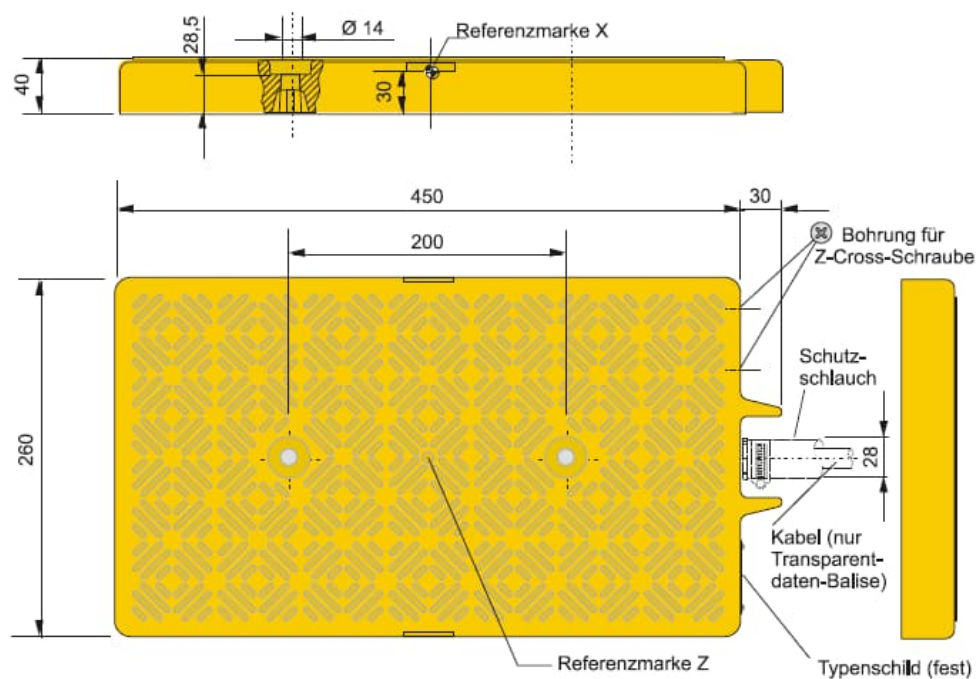


Abbildung 6: Beispiel der Abmessungen einer Eurobalise (Siemens S21)

Freiräume zur Eurobalise müssen eingehalten werden:

- damit das Programmiergerät über der Eurobalise aufgesetzt werden kann
- wegen den elektromagnetischen Einflüssen von Eisenteilen und elektrischen Leitern muss der entsprechende Bereich frei von Eisenteilen und elektrischen Leitungen gehalten werden:
 - Auf die Einhaltung der Freiräume ist insbesondere in der Nähe von Isolierstößen wegen den stromführenden Querungen zu achten.
 - Gegenüber grösseren Stahlkonstruktionen ist ein besonderer Minimalabstand einzuhalten. Beispielsweise kann auf einer Stahlbrücke keine Eurobalise verlegt werden.
 - Bei der Montage auf Stahlschwellen oder ferromagnetischen Trägern ist ein senkrechter Minimalabstand einzuhalten. Bei Siemens beträgt dieser senkrechte Abstand 60 mm von der Referenzmarke x der Eurobalise.

Detaillierte Angaben müssen in der Installationsrichtlinie der Eurobalise des Herstellers nachgelesen werden.

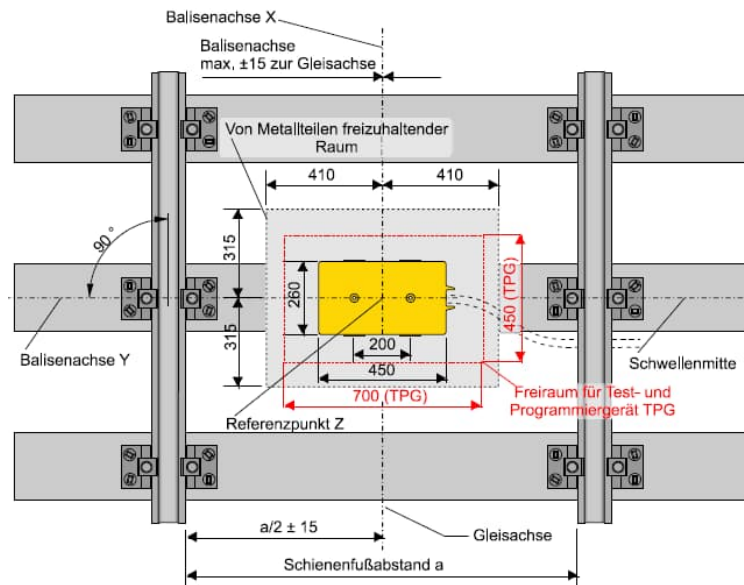


Abbildung 7: Beispiel der Freiräume

4.2.5 Befestigungsarten

Wegen den magnetischen Einflüssen sind die vom Balisen-Hersteller vorgegebenen Befestigungselemente zu verwenden. Die aufgelisteten Befestigungsarten stützen sich als Beispiel auf die Siemens Eurobalisen.

In der Regel wird die Montage der Eurobalisen mit dem VORTOK-Träger vorgenommen. Der VORTOK-Träger ist für die Schienenbefestigungssysteme Ae, Aei oder Aek, Aeki einsetzbar.

Ein VORTOK-Träger ist auch für Gleisabschnitte mit Y-Schwellen verfügbar. Er wird auf einer Seite unter dem Schienenfuß befestigt. Auf der anderen Seite wird der Träger wie üblich mit der Schienenbefestigung verschraubt.



Abbildung 8: Einbaubeispiel Y-Schwellen / Eurobalise mittels Abschirmblech abgedeckt

In Zahnstangenabschnitten sowie im Bereich von Fangschiene werden die Eurobalisen mit einer Abstandplatte zwischen zwei Schwellen geschraubt.

Der seitliche Abstand zur Gleisachse ist durch die Breite der Zahnstange bestimmt. Der Höhenabstand zum Schienenkopf steht in Abhängigkeit mit dem eingesetzten Schienenprofil und der eingesetzten Abstandplatte.



Abbildung 9: Montagevorrichtung für Zahnstangenbereich

Im Strassenbahnbereich wird ein im Strassenkörper versenkter Einbaurahmen aus Polymerbeton mit einem Deckel aus demselben Werkstoff eingesetzt.



Abbildung 10: Im Strassenkörper versenkte Balise

Detaillierte Angaben müssen in der Installationsrichtlinie der Eurobalise des Herstellers nachgelesen werden

Von der Montage bis zur Inbetriebsetzung werden die Eurobalisen mit einem Abschirmblech abgedeckt. Bei Montage der Eurobalise auf einer Platte dürfen deren Abmessungen das Einrasten des Abschirmbleches unter der Eurobalise nicht verhindern.

4.3 Verkabelung zum ETCS-Streckengerät

4.3.1 Zuleitungslänge

Die Speisung des ETCS-Streckengerätes (LEU) kann über längere Distanzen ab Stellwerk erfolgen. Dabei ist auf den Spannungsabfall in der Leitung und auf den Leitungsschutz bei einem Kurzschluss am Leitungsende zu achten.

4.3.2 Kaskadierung

Die LEU ist standardmässig mit Ausgängen für Eurobalisen und Euroloop- Modems ausgestattet. Werden mehr Ausgänge als vorhanden benötigt, kann die Master-LEU mit Erweiterungseinheiten kaskadiert werden.

4.3.3 Anbindung an das Stellwerk

Die LEU wird direkt beim Signal angeordnet. Die Eingänge werden in den entsprechenden Signalstromkreis in Serie angeschlossen. Vom Stellwerk muss lediglich die Spannungsversorgung zu den jeweiligen Signalen sichergestellt werden.

Die Telegramme werden anhand der Anschaltungen der Signallampen generiert. Je nach Fahrbegriff wird ein anderes Telegramm erzeugt.

Es wird empfohlen die Balisengruppe eines Vorsignals an die LEU des zugehörigen Hauptsignals anzuschliessen. Ein alleinstehendes Vorsignal, das mit mehreren Hauptsignalen verknüpft ist, muss aber mit einer eigenen LEU ausgerüstet werden.

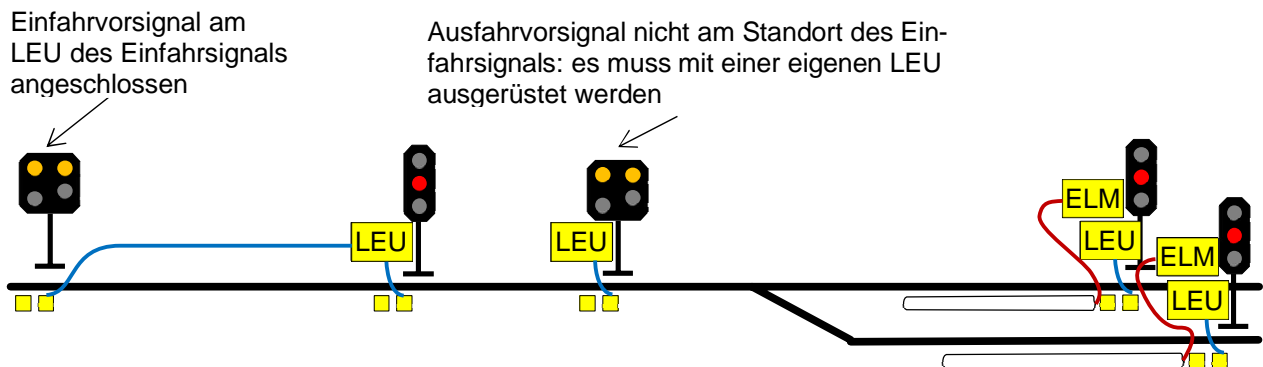


Abbildung 11: Bedarf an LEU

Wenn ein Euroloop verlegt wird, muss an die LEU ein Euroloop-Modem (ELM) angeschlossen werden.

4.3.4 Anbindung an ein elektronisches Stellwerk

Bei elektronischen Stellwerken erfolgt die Datenübertragung vom Stellwerk zu den einzelnen Signalen teilweise seriell (abgesetzter Stellteil). Eine direkte Anbindung der Transparentdaten-Balise an die Datenübertragung bzw. an das abgesetzte Stellteil ist vorteilhaft.

4.4 Installation der Euroloop-Komponenten

4.4.1 Komponenten

Unter den Komponenten des Euroloops versteht man im Wesentlichen:

- Euroloop-Modem (ELM)
- Jumperkabel (Verbindung vom ELM zum Euroloop)
- Leckkabel (Euroloop)
- Loop-Kabelabschluss.

Der Euroloop kann grundsätzlich in beliebigen Längen installiert werden. Die maximale Länge eines Euroloops beträgt 800 m.

4.4.2 Verlegung

Das Leckkabel wird im Normalfall am Schienenfuss mit Schienenfussklemmen befestigt.

Ist die Befestigung am Schienenfuss durch eingedeckte Gleise oder dergleichen nicht möglich, so kann auch ein Kunststoffrohr zum Einsatz kommen. Der Werkstoff des Rohres muss isolierend und amagnetisch sein. Im Bereich von Bahnübergängen ist dies die normale Verlegeart.

Allgemein müssen beim Einbau der Loop-Komponenten folgende Punkte beachtet werden:

- Signalkasten:
 - möglichst kurzes Kabel zur Personenschutzerdung an LEU und ELM
 - Interconnect-Kabel mit Klappdrossel versehen
 - Klappdrossel so nahe wie möglich bei der Schrankdurchführung
 - Stecker des Interconnect-Kabels mit Signalkasten verbinden (Durchführung nicht isolieren!)
- Jumperkabel:
 - Das Jumperkabel soll mindestens 3 m lang sein und in der Schienenkehle verlegt werden. Diese Massnahme erleichtert die Behebung allfälliger Funkamateurstörungen
 - kein überschüssiges Jumperkabel (Reserve) im Schienenbereich liegen lassen
 - Es dürfen keine Schlaufen mit dem Jumperkabel gebildet werden.
 - Der minimale Biegeradius des Jumperkabels muss eingehalten werden.
 - Das Jumperkabel wird rechtwinklig zum Gleis geführt.
- Gleisquerung:
 - Querungen sind soweit möglich zu vermeiden.
 - Das Umgehungskabel wird auf jeder Seite mindestens 3 m in der Schienenkehle verlegt.
- Hindernisumgehung:
 - Grössere Hindernisse wie Weichen, Kreuzungen, usw. sind mit Hilfe eines Umgehungskabels zu umfahren.
- Leckkabel:
 - Es dürfen keine Schlaufen mit dem Leckkabel gebildet werden.
 - Die Länge des Leckkabels wird tendenziell abgerundet.
 - Beim Verlegen eines geteilten Leckkabels wird immer von der Mitte (Unterbrechungspunkt, Trennstelle) ausgegangen.
 - Das Leckkabel wird in der Regel am Schienenfuss in der Aussenkehle verlegt. Es kann wahlweise an der rechten oder linken Schiene verlegt werden. Die Gleisseite wird aufgrund der Hindernisse im Gleis (Weiche, Querungen vermeiden) festgelegt.
 - Überschneiden sich in einem Gleis die Euroloops beider Fahrtrichtungen, wird in der Regel ein Leckkabel an jeder Schiene verlegt.
 - In einem Bereich wo wiederholt Empfangslücken festgestellt werden, kann das Leckkabel des betroffenen Euroloops in ein geschlitztes Wellrohr verlegt werden. Dadurch wird der Pegel des Euroloops angehoben und die Empfangsqualität entsprechend verbessert.
 - Das Leckkabel darf nicht zerquetscht werden (keine mechanische Belastung). Der Einbau muss entsprechend sorgfältig erfolgen.
 - Ein Spielraum für die temperaturabhängige Längenausdehnung des Leckkabels muss bei der Verlegung vorgesehen werden.
 - Für die Verlegung des Leckkabels bei Temperaturen zwischen -10° und $+5^{\circ}\text{C}$ müssen die speziellen Bedingungen des Herstellers eingehalten werden.
 - Unter -10°C sollte kein Leckkabel verlegt werden

- In einem Dreischienengleis wird das Leckkabel an der gemeinsamen Schiene verlegt
 - Bei Überlappung zweier Euroloops, welche durch die Fahrzeuge beider Spurweiten ausgewertet werden müssen, soll der zweite Euroloop an der Innenkehle der gemeinsamen Schiene verlegt werden
 - Ein an der Meterspurschiene verlegtes Leckkabel bewirkt mindestens für Meterspurfahrzeuge einen guten Empfang. Erfahrungen mit Normalspurfahrzeugen fehlen.
 - Ein an der Aussenkehle der Normalspurschiene verlegtes Leckkabel bewirkt keinen zuverlässigen Empfang.

4.4.3 Gleisunterhalt

Das Leckkabel muss gegen mechanische Beschädigungen geschützt werden. Das heisst, dass bei Unterhaltsarbeiten am Gleis (Schotterablad, Krampen, Schienenschleifen etc.) das Leckkabel vorgängig ausgebaut werden muss.

5 Fahrzeugausrüstung

5.1 Fahrzeugrechner

Der Fahrzeugrechner ist in einem Apparatekasten zu montieren, wo er vor Staub und Feuchtigkeit geschützt ist. Es ist auf eine genügende Belüftung zu achten, allenfalls ist eine forcierte Belüftung (Lüfteretage) einzubauen. Für den Unterhalt und das Auslesen der Daten ist auf eine gute Zugänglichkeit zu achten.

Der Fahrzeugrechner besitzt auf der Frontplatte diverse farbige Leuchtdioden, die im Betrieb leuchten oder blinken. Es ist darauf zu achten, dass sich diese Leuchtdioden nicht an der Frontscheibe spiegeln und so den Lokführer irritieren können.

Befindet sich der Apparatekasten im Publikumsbereich, so muss dieser Kasten mit einem Sicherheitsschloss ausgerüstet sein.

Bei sehr langen Fahrzeugen (Triebzügen) müssen auf Grund der maximal zulässigen Länge des Antennenkabels zwei Zentralgeräte eingebaut werden.

5.2 Bedien- und Anzeigeelement (DMI)

Das Bedien- und Anzeigeelement muss im Sichtfeld des Lokführers, möglichst in der Nähe des Tachometers, angeordnet werden. Das Bedienelement und das Anzeigeelement können neben- oder übereinander angeordnet sein. Sie müssen aus der normalen Sitzposition des Lokführers heraus gut sichtbar sein und die Bedienung muss hindernisfrei erfolgen können. Dabei soll die Hand bei der Bedienung das Anzeigeelement nicht verdecken.



Abbildung 12: Einbaubeispiel Bedien- und Anzeigeelement

5.3 Externe Quittierungstaste

Während der Migrationsphase von punktueller zu kontinuierlicher Überwachung soll die allenfalls vorhandene, bisher verwendete Quittierungstaste weiterhin bestehen bleiben. Die Quittierung über das Bediengerät ist möglich.

5.4 Überbrückungsschalter

Der externe Überbrückungsschalter bewirkt (z. B. bei einem Hardware-Defekt) die Überbrückung der Kontakte der Zwangs- und Betriebsbremsen. Der Schalter ist in der Regel plombiert. Die bei Überbrückung einzuhaltenden Bestimmungen sind in den Fahrdienstvorschriften aufgeführt.

Der Überbrückungsschalter darf durch den Lokführer während der Fahrt nicht direkt bedienbar sein. In der Regel wird er in einem Apparatekasten angeordnet.

Bei der Auswahl des Überbrückungsschalters ist darauf zu achten, dass mindestens vier getrennte und unabhängig voneinander betätigte Schalteebenen vorhanden sind (drei Öffner und ein Schliesser).

Bei Fahrzeugen mit zwei Führerständen müssen nicht zwingend zwei Überbrückungsschalter installiert werden.

Der Überbrückungsschalter ist wie der Fahrzeugrechner vor dem Zugriff durch das Publikum zu schützen.

5.5 ETCS-Antenne

5.5.1 Anordnung

Die ETCS-Antenne ist möglichst am Fahrzeugkasten zu montieren. Je nach Fahrzeuggeometrie sind eine oder zwei Antennen notwendig. Ein einteiliges Fahrzeug wird in der Regel mit einer Antenne ausgerüstet. Bei einem mehrteiligen Fahrzeug sind zwei Antennen erforderlich. Die minimale Distanz zwischen Fahrzeugfront und ETCS-Antenne beträgt 2 m. Die maximale Distanz zwischen der ersten Achse des Fahrzeugs und der ETCS-Antenne beträgt 12.5 m.

Bei der Anordnung ist auf einen möglichst kleinen seitlichen Versatz in Bogen zu achten. Die Antenne ist dazu idealerweise am Fahrzeugkasten unmittelbar vor oder hinter einem Drehgestell anzuordnen. Der Versatz in Bogen wird bei Montage am Drehgestell reduziert. Die Verkabelung ist aber aufwändiger.

Für die Montage der Antenne sind die Vorgaben des Herstellers bezüglich Höhe, seitlichem Versatz und anderen Einbautoleranzen sowie eisenfreien Räumen einzuhalten.

5.5.2 Metallfreier Raum

Der metallfreie Raum der ETCS-Fahrzeugantenne ist in der UNISIG Dokumentation verbindlich spezifiziert. Es dürfen sich keine Metallteile in diesem Bereich befinden oder in diesen eindringen.

Die einzuhaltenden Abstände sind:

- minimaler senkrechter Abstand d_{Za} der Antennenoberseite zu Metallobjekten über der Antenne; Elemente der Antennenhalterung sind ausgenommen
- minimaler Abstand d_{Xm} der Antennenmitte zu Metallobjekten unterhalb der Antennenunterkante in Längsrichtung. Ausserhalb des Abstandes d_{Xm} dürfen sich Metallobjekte nicht unterhalb der 45°-Linie befinden
- minimaler Abstand d_{Ym} der Antennenmitte zu Metallobjekten unterhalb der Antennenunterkante in Querrichtung. Ausserhalb des Abstandes d_{Ym} dürfen sich Metallobjekte nicht unterhalb der 45°-Linie befinden.

Die nominalen Werte der einzuhaltenden Abstände sind in den Vorgaben des Herstellers nachzulesen.

Wird der beschriebene Raum unterschritten, ist in vielen Fällen immer noch ein Einsatz des Systems möglich. Hierzu ist durch den Systemlieferant eine detaillierte Analyse der Einbaubedingungen durchzuführen.

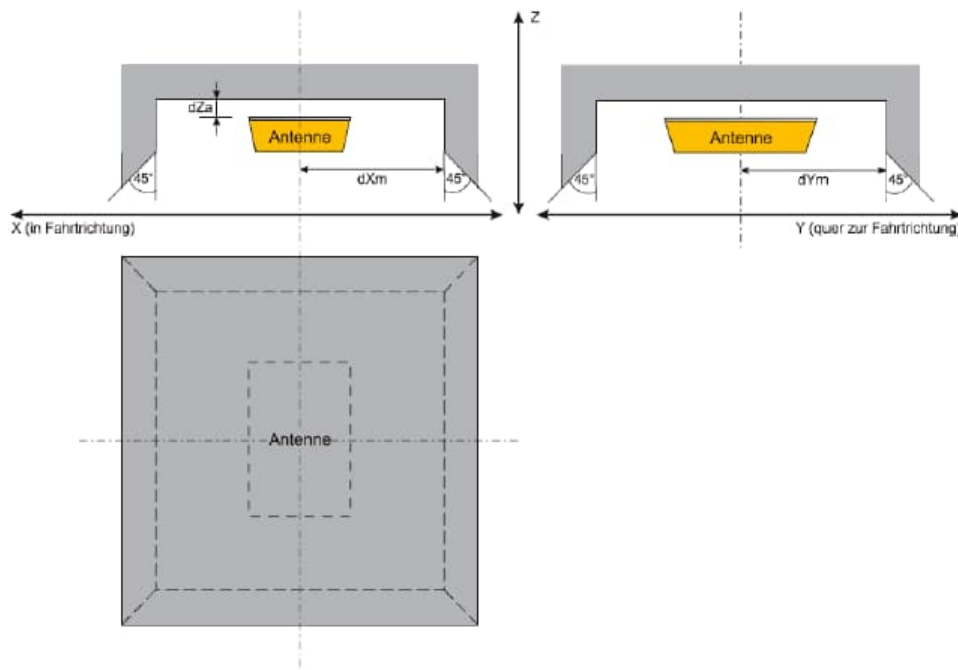


Abbildung 13: Metallfreier Raum unter dem Fahrzeug

5.5.3 Anordnung bei Zahnradfahrzeugen

Bei Zahnradfahrzeugen wird die ETCS-Antenne in der Regel so ausserhalb der Fahrzeugachse angeordnet, dass der Versatz zu den dezentriert angeordneten Eurobalisen im Zahnstangenbereich minimiert wird. In der Regel wird die Fahrzeugantenne um 250 mm aus der Fahrzeugachse verschoben. Die Ausrichtung der ETCS-Antenne wird für die längs zur Fahrtrichtung angeordneten Eurobalisen optimiert.

Wenn die Fahrzeuge abgedreht werden können, muss die Fahrzeugantenne in der Fahrzeugachse angeordnet werden. Dies trifft zu, wenn Fahrzeuge über ein Gleisdreieck oder eine Schleife betrieblich abgedreht werden. Auch können Fahrzeuge auf einer Drehscheibe abgedreht werden. In diesem Fall können keine Eurobalisen im Bereich einer Zahnstange installiert werden. In den Zahnstangenabschnitten ist nur eine punktuelle Überwachung mittels Magneten möglich.

5.5.4 Tolerierbarer seitlicher Versatz zwischen Eurobalise und Antenne

Insbesondere in Bogen entsteht ein seitlicher Versatz zwischen einer im Gleis verlegten Eurobalise und der Fahrzeugantenne eines vorbeifahrenden Fahrzeugs. Der maximale Versatz wird durch den Hersteller der Fahrzeugantenne bestimmt. Dieser für die Anordnung der Fahrzeugantenne wichtige Parameter muss aus den Anleitungen des Herstellers entnommen werden.

Bei der Projektierung ist auf die Summierung des statischen Versatzes sowie der aufgrund der Wege der Federung dynamischen Bewegungen zu achten.

5.5.5 Verschiebbare ETCS-Antenne

Fahrzeuge, die auf mehreren Infrastrukturnetzen mit unterschiedlichen Balisanordnungen verkehren müssen, können mit einer auf einem seitlich verschiebbaren Träger installierten Fahrzeugantenne ausgerüstet werden.

Die ETCS-Antenne muss unmittelbar nach dem Überstellen von einem Netz zum anderen oder nach dem Abdrehen in die erforderliche Lage gestellt und verriegelt werden. Eine Rückmeldung über die effektive Antennenstellung muss im Führerstand erfolgen. Die Prüfung der korrekten Stellung muss in geeigneter Weise vor dem ersten Einsatz in der Betriebsvorschrift des Fahrzeugs festgelegt werden.

5.5.6 Antennenkabel

Die Länge eines Antennenkabels beträgt 4.47 m oder ein Vielfaches davon, maximal aber 35.76 m. Der Grund ist die durch die Wellenlänge ($\lambda/2 = 4.47$ m) der Trägerfrequenz verursachte Reflexion. Bei der Montage am Drehgestell ist ein spezielles, flexibles Antennenkabel zu verwenden, welches eine reduzierte Störfestigkeit aufweist.

5.6 Magnetempfänger

Je nach Anwendung werden die bisherigen Magnetempfänger benötigt. Mindestens während der Migrationsphase zum neuen Zugbeeinflussungssystem werden Magnetempfänger benötigt.

Es ist mit dem Hersteller zu klären, ob die bisher verwendeten Magnetempfänger mit dem neuen Rechner kompatibel sind. Unter anderem ist die Speisung der Magnetempfänger je nach Bauart unterschiedlich.

Der Mindestabstand zwischen den Magnetempfängern und der ETCS-Antenne beträgt 50 cm. Dabei sind alle bisherigen Einbauvorschriften weiterhin zu beachten.

5.7 Wegimpulsgeber

Es werden Wegimpulsgeber auf zwei unabhängigen Achsen benötigt. Jeder Wegimpulsgeber muss zwei um 90° versetzte Kanäle besitzen, welche galvanisch vom Rest des Fahrzeugs getrennt sind. Die gleichzeitige Nutzung der Impulse durch andere Geräte ist nicht zulässig.

Wenn möglich sind nicht angetriebene Achsen zu verwenden. Ist dies nicht möglich, so sollten nicht führende Achsen bevorzugt werden.

Die Wegimpulsgeber müssen vom Hersteller für diese Anwendung zugelassen sein.

5.8 Ausgänge

Abgesehen vom sicherheitsrelevanten Ausgang für die Zwangsbremse sowie vom Ausgang für die Betriebsbremse bietet die Zugbeeinflussung zwei weitere Ausgänge für bahnspezifische Funktionen. Die Sicherheit darf nicht nur von der Funktion der Ausgänge abhängig sein. Die bekannten Anwendungen werden im Dokument der Systemführung "Übersicht der netzspezifischen Bedingungen" aufgeführt.

Die benötigten Ausgänge sind konzeptionell gesamthaft zu analysieren und die Schnittstellen mit der Fahrzeugsteuerung im Projekt festzulegen. Beim Einsatz von Fahrzeugen auf mehreren Infrastrukturnetzen ist die Kompatibilität zwischen der Anwendung im Fahrzeug und der örtlichen Projektierung zu beachten.

6 Auslegung des Systems

6.1 Art der Überwachung

Im Rahmen des Standards ZBMS kann die Art der Überwachung aus technischer Sicht frei gewählt werden:

- kontinuierliche Überwachung mit Eurobalisen und Euroloops
- punktuelle Überwachung mit Magneten oder Eurobalisen.

Innerhalb einer Strecke kann vom System her zwischen beiden Überwachungsarten mehrmals gewechselt werden.

Bestimmend für die Festlegung der erforderlichen Überwachung sind die Bestimmungen der AB-EBV, AB 39.3.c. Abgeleitet aus diesen Bestimmungen wird durch die Infrastrukturbetreiberin eine Risikoanalyse sämtlicher potenzieller Gefahrenpunkte erstellt. Sie dient als Grundlage zur Erstellung eines Einsatzkonzeptes der Zugbeeinflussung. Im Einsatzkonzept wird festgehalten, wo eine kontinuierliche Überwachung erforderlich ist.

Konzeptbeispiele:

- kontinuierliche Überwachung im Bahnhofsbereich und punktförmige Überwachung auf der Strecke
- doppelte Ausrüstung der Streckenpunkte mit Magneten und Eurobalisen für die Dauer der Migration, bis alle Triebfahrzeuge und Steuerwagen umgebaut sind
- kontinuierliche Überwachung aller Strecken und Bahnhöfe
- punktuelle Überwachung ergänzt mit Geschwindigkeitsüberwachung an Orten mit grossem Gefährdungspotential, zum Beispiel:
 - punktuelle Geschwindigkeitsprüfungen
 - kontinuierliche Überwachung der Bremskurve vor bestimmten Signalen
 - kontinuierliche Geschwindigkeitsüberwachung in starken Gefällen als Ergänzung zur Sicherheitssteuerung
 - kontinuierliche Geschwindigkeitsüberwachung in ausgewählten Kurvenabschnitten.

Bei der Auslegung ist auf die Systematik zu achten, damit die Lokführer die Übersicht behalten können. In der Migrationsphase soll die Anzahl der Wechsel zwischen bisheriger Ausrüstung und abgeschlossener Umsetzung des Konzeptes möglichst klein gehalten werden. Die Infrastrukturbetreiberin legt in den Betriebsvorschriften standortbezogen fest, wie der Lokführer die Art der Überwachung bei der Inbetriebnahme des Fahrzeugrechners zu wählen hat.

6.2 Wechsel der Überwachungsart

6.2.1 Allgemeines

In diesem Dokument werden nur die allgemeinen Grundsätze zur Umschaltung dargestellt. Detaillierte Umschaltbedingungen sind den jeweiligen Herstellerdokumenten zu entnehmen.

Beim Wechsel der Überwachungsart sind Minimalabstände zwischen den Streckenpunkten beider Systeme zu beachten. Diese Abstände werden durch die Umschaltzeit

des Fahrzeugrechners sowie die Distanz zwischen Magnetempfänger und ETCS-Antenne unter dem Fahrzeug bestimmt.

Die minimale Distanz zwischen Magnet- und Balisengruppen für die Umschaltung von mit Magneten ausgerüsteten Streckenabschnitten zu Streckenabschnitten mit Eurobalisen beträgt bei einer Streckenmaximalgeschwindigkeit von 90 km/h in der entsprechenden Fahrtrichtung 50 m. Ein kleinerer Abstand ist bei niedrigerer Geschwindigkeit und engen Verhältnissen möglich. Die Situation muss fallweise betrachtet und beurteilt werden.

Bei Streckenpunkten mit Doppelausrüstung (Magnete und Eurobalisen) muss für die Umschaltung von punktueller Überwachung zu kontinuierlicher Überwachung und umgekehrt eine Fixdaten-Balisengruppe vorgesehen werden.

Innerhalb des Bereiches mit punktueller Überwachung können anstelle von Magneten Eurobalisen verlegt werden. Diese übernehmen die gleichen Funktionen wie die Magnete. Diese Variante kann beispielsweise eingesetzt werden,

- wenn der Minimalabstand zwischen einer Eurobalise und einem Magneten nicht eingehalten werden kann
- als Vorinvestition bei Umbauten, um nicht für eine kurze Zeit Magnete einzubauen.

Bedingung ist, dass sämtliche Fahrzeuge für die Erfassung von Eurobalisen ausgerüstet sind.

6.2.2 Wechsel aus der punktuellen in die kontinuierliche Überwachung

Wenn der Fahrzeugrechner in der punktuellen Überwachung geschaltet ist, werden Magnete und Eurobalisen vom Fahrzeug gelesen und ausgewertet. Das Befahren der ersten Balisengruppe eines Vor- oder Hauptsignals bewirkt den Wechsel in die kontinuierliche Überwachung. Ab diesem Punkt werden die Magnetinformationen vom Fahrzeugrechner nicht mehr ausgewertet.

Die Quittierung einer "Magnet-Warnung" muss abgeschlossen sein, bevor ein Wechsel in die kontinuierliche Überwachung erfolgt. Die maximale Zeit für die Quittierung der Warnung ist projektierbar. Sie beträgt in der Regel 5 Sekunden, was zum Beispiel bei 90 km/h eine Distanz von 125 m ergibt. Diese Einschränkung entfällt bei Bahnen, welche die Funktion "Warnung" nicht anwenden.

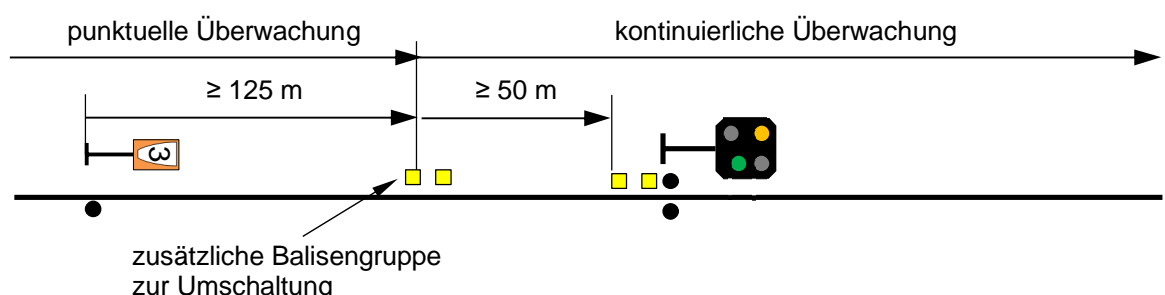


Abbildung 14: Wechsel bei Doppelausrüstung der Strecke

In diesem Beispiel werden die Magnete der bisherigen punktuellen Überwachung im Abschnitt mit kontinuierlicher Überwachung beibehalten. Wegen dem Vorhandensein der Magnete am gleichen Standort kann die Umschaltung nicht mit der Balisengruppe des Vorsignals realisiert werden. Aus diesem Grund muss eine zusätzliche Fixdaten-Balisengruppe zur Umschaltung mindestens 50 m vor dem Vorsignal gesetzt werden.

Die Minimaldistanz ab der letzten Magnetgruppe, welche eine Warnung übertragen kann, bis zur ersten Balisengruppe beträgt 125 m bei Quittierung innerhalb von 5 Sekunden mit einer Geschwindigkeit von 90 km/h. Ein typisches Beispiel zu dieser Situation kann mit einer vorübergehenden Langsamfahrstelle entstehen.

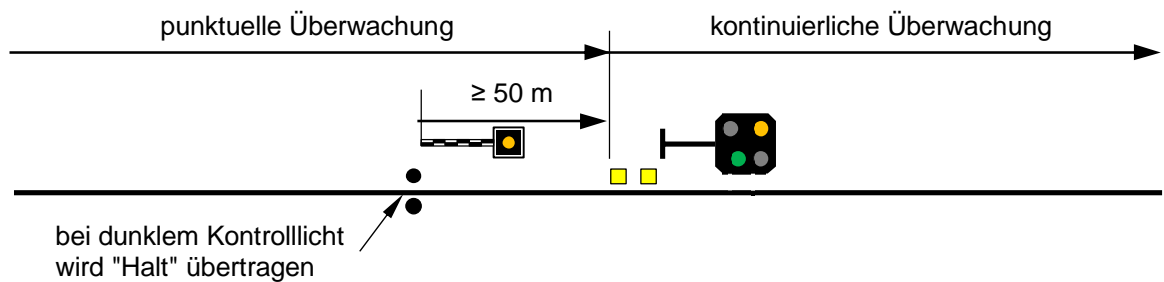


Abbildung 15: Wechsel bei alternierender Ausrüstung der Strecke

Wenn alle Triebfahrzeuge für die kontinuierliche Überwachung ausgerüstet sind, werden die Streckenpunkte entweder mit Eurobalisen oder mit Magneten ausgerüstet. In diesem Fall kann der Wechsel der Überwachung mit der ersten Balisengruppe des kontinuierlich überwachten Abschnitts projektiert werden.

6.2.3 Wechsel aus der kontinuierlichen in die punktuelle Überwachung

Der Wechsel durch den Fahrzeugrechner von der kontinuierlichen in die punktuelle Überwachung muss abgeschlossen sein, bevor die nächste Magnetgruppe befahren wird. Dazu ist eine minimale Distanz von 50 m vorzusehen.

In der kontinuierlichen Überwachung werden Magnete erfasst, aber nicht ausgewertet. Der Wechsel aus der kontinuierlichen in die punktuelle Überwachung wird im Datentelegramm der entsprechenden Balisengruppe programmiert. Während dem Wechsel dürfen keine Magnetinformationen empfangen werden. Dies muss insbesondere bei doppelter Ausrüstung der Strecke beachtet werden.

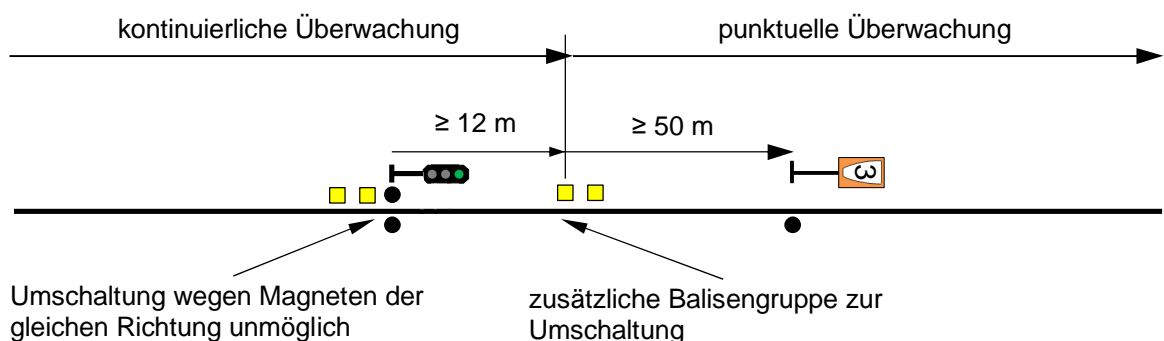


Abbildung 16: Wechsel bei Doppelausrüstung der Strecke

Der Minimalabstand von der letzten befahrenen Magnetgruppe bis zur Balisengruppe für die Umschaltung muss grösser als der Maximalabstand zwischen Magnetempfänger und ETCS-Antenne unter allen Fahrzeugen sein. Die ETCS-Antenne darf bis zu 12,5 m hinter der Fahrzeugfront angeordnet werden, daher ist der Abstand zwischen ETCS-Antenne und Magnetempfänger jedenfalls kleiner als 12 m.

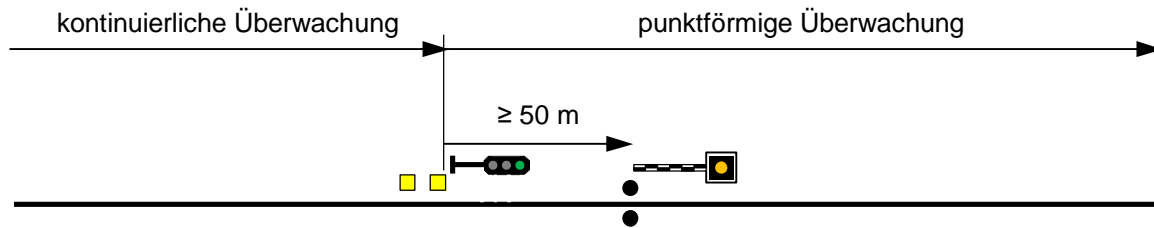


Abbildung 17: Wechsel bei alternierender Ausrüstung der Strecke

Wenn alle Triebfahrzeuge für die kontinuierliche Überwachung ausgerüstet sind, werden die Streckenpunkte entweder mit Eurobalisen oder mit Magneten ausgerüstet. In diesem Fall kann der Wechsel der Überwachung mit der letzten Balisengruppe des kontinuierlich überwachten Abschnitts umgesetzt werden.

6.3 Fahrerlaubnis (MA)

6.3.1 Gültigkeit der Fahrerlaubnis

Bei jedem Datentelegramm, das eine Fahrerlaubnis erteilt, wird die zu fahrende Strecke projektiert. Üblicherweise entspricht die Fahrerlaubnis der Distanz bis zum nächsten Hauptsignal.

Vor dem Ende der Fahrerlaubnis muss die nächste Balisengruppe erfasst werden, welche die Fahrerlaubnis in den folgenden Abschnitt übermittelt. Das Ende der Fahrerlaubnis kann auch durch den spätesten Halteort vor einem *Halt* zeigenden Hauptsignal oder durch einen Prellbock gebildet werden.

Eine mittels Kontrolllicht gesicherte Bahnübergangsanlage hat keine Funktion zur Sicherung der Fahrstrasse (z.B. Block). Deshalb soll die Fahrerlaubnis, auch wenn an einem Kontrolllicht im Abschnitt vorbeigefahren wird, bis zum nächsten Hauptsignal erteilt werden.

Das Ende der Fahrerlaubnis wird fallweise als EOA (end of authority) oder als LOA (limit of authority) projektiert. Diese Unterscheidung wirkt sich auf die mögliche Art der Befreiung am Ende des Abschnitts sowie auf die Anzeige am DMI aus.

- Bei EOA können alle Arten der Befreiung projektiert werden.
Die Zielgeschwindigkeit ist 0 km/h.
Am DMI wird angezeigt:
- Bei LOA können das Vorziehen am Ende des Abschnitts sowie die manuelle Befreiung nicht projektiert werden.
Die Zielgeschwindigkeit kann jeden Wert betragen.
Am DMI wird angezeigt:



6.3.2 Zielgeschwindigkeit am Ende der Fahrerlaubnis

Die Zielgeschwindigkeit am Ende der Fahrerlaubnis sowie die Art der Endung der Fahrerlaubnis werden wie folgt projektiert:

- 0 km/h, EOA, bei einem
 - *Warnung* zeigenden Vorsignal, auch wenn sich ein Haupt- und ein Vorsignal am gleichen Standort befinden
 - *kurze Fahrt* zeigenden Hauptsignal
 - Besetztsignal
 - dunklen Vorsignal
 - Hilfssignal
 - Hauptsignal ohne Vorsignal am gleichen Standort, für alle Fahrbegriffe, wenn das nächste Signal ein Hauptsignal ist, welches *Halt* zeigen kann z.B. bei einem Ausfahrtsignal, wenn der nächste Bahnhof kein Einfahrvorsignal besitzt
 - wenn die Fahrstrasse vor einem Prellbock endet
- 0 km/h, LOA, bei einem
 - Hauptsignal ohne Vorsignal am gleichen Standort für alle Fahrbegriffe. Das nächste Signal muss ein Vorsignal sein
- Die signalisierte Höchstgeschwindigkeit gegebenenfalls die Anlage-Höchstgeschwindigkeit bei einem
 - Vorsignal
 - Haupt- und Vorsignal am gleichen Ort, wenn das Vorsignal *Ankündigung freie Fahrt* oder *Geschwindigkeitsankündigung* zeigt
 - Hauptsignal, das *freie Fahrt* oder *Geschwindigkeitsausführung* zeigt. Das nächste Signal muss gleichzeitig ein Fahrbegriff zeigen.

Beispiele:

Bei der Vorbeifahrt an einem Ausfahrtsignal wird die Fahrerlaubnis bis zum nächsten Hauptsignal erteilt. Sie endet als LOA mit Zielgeschwindigkeit 0 km/h. In der Bremswegdistanz vor dem nächsten Hauptsignal ist ein Vorsignal aufgestellt.

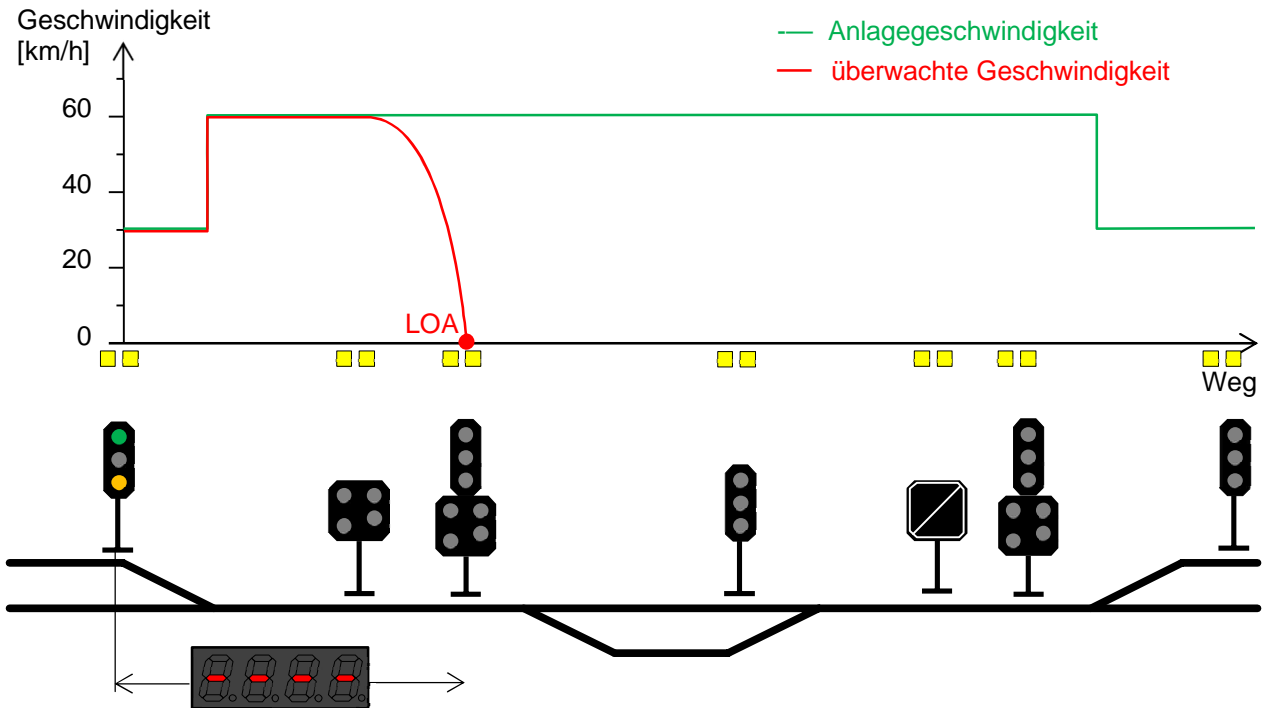


Abbildung 18: Fahrerlaubnis am Ausfahrtsignal

Bei der Durchfahrt in einem Bahnhof werden jeweils beim Einfahrsvorsignal und beim Einfahrtsignal eine Fahrerlaubnis bis zum nächsten Signal erteilt. Sie endet mit der entsprechenden Höchstgeschwindigkeit als LOA. Bei der Vorbeifahrt am Ausfahrtsignal wird die Fahrerlaubnis bis zum nächsten Hauptsignal erteilt. In diesem Fall endet sie als EOA. Ein Vorsignal fehlt vor dem nächsten Hauptsignal.

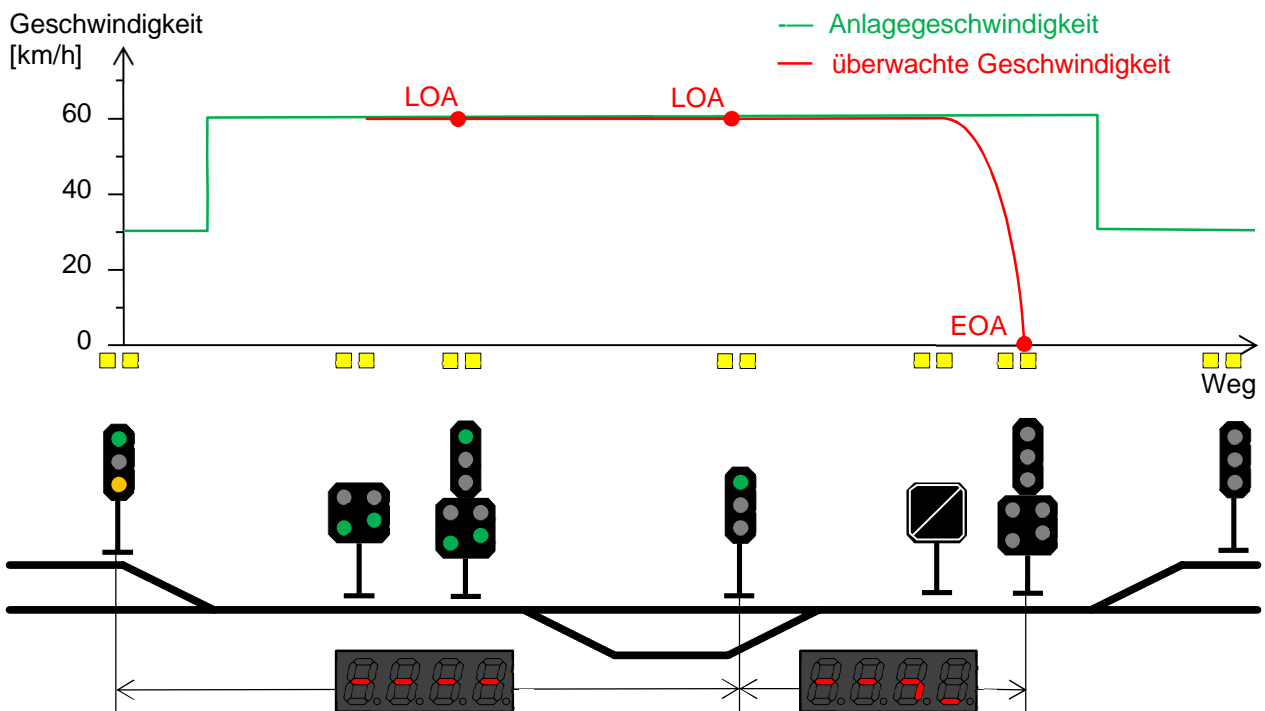


Abbildung 19: Fahrerlaubnis bei der Durchfahrt und bei fehlendem Vorsignal

In diesem Beispiel erfolgt die Befreiung bei fehlendem Vorsignal mit einer Infill-Balisen-Gruppe. Beim Fahrbegriff *kurze Fahrt* endet die Fahrerlaubnis beim Halt zeigenden Signal als EOA.

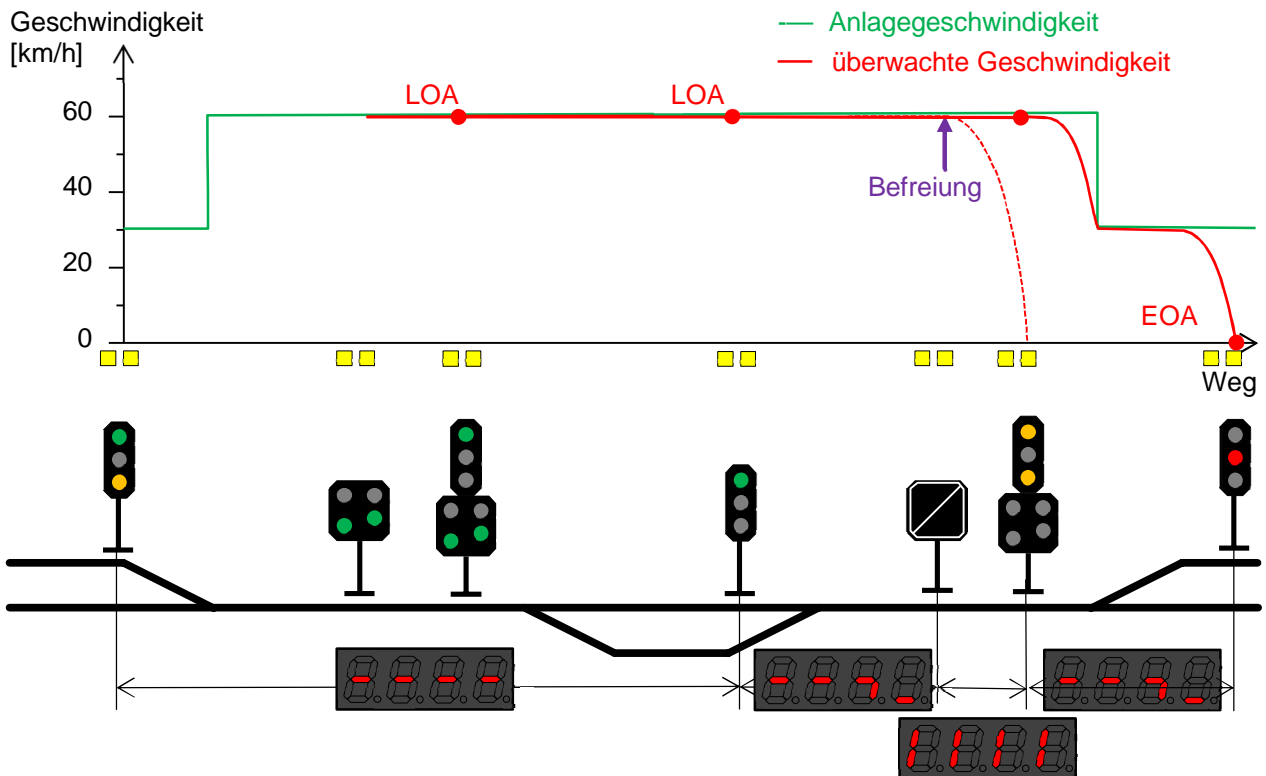


Abbildung 20: Fahrerlaubnis bei kurzer Fahrt

6.3.3 Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis

Der Zielpunkt der Fahrerlaubnis (MA) liegt beim fahrdienstlich spätesten Halteort der Zufahrstrasse. Um den Auswirkungen der Wegmess-Toleranzen entgegenzuwirken, darf der Zielpunkt hinter dem spätesten Halteort im Durchrutschweg projiziert werden.

Das Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis mit der Annäherungsgeschwindigkeit wird projiziert, wenn:

- am Zielpunkt kein Euroloop installiert ist
- gegen einen Prellbock gefahren wird, damit trotz Wegmess-Toleranzen überhaupt bis zum Prellbock gefahren werden kann.

6.3.4 Keine Fahrerlaubnis

Im Telegramm wird ein absoluter Halt projiziert bei:

- *Halt* zeigendem Hauptsignal
- dunklem Hauptsignal.

6.3.5 Mehrere Ziele

Wenn mehrere Fahrwege mit unterschiedlich entfernten Zielen mit dem gleichen Fahrwegbegriff möglich sind, wird grundsätzlich die kleinste Entfernung im Datentelegramm berücksichtigt. Eine Wegkorrektur zu den weiter entfernten Zielen erfolgt durch Eurobalisen im Fahrweg.

Falls mehrere Fahrstrassen mit dem gleichen Fahrwegbegriff signalisiert sind, muss eine Fahrwegausscheidung vorgesehen werden:

- Wenn die gleichen Geschwindigkeiten und Geschwindigkeitsschwellen für alle Fahrwege gelten, können alle Fahrwege mit dem gleichen Telegramm abgedeckt werden. Bei unterschiedlich entfernten Zielen genügt eine Wegkorrektur mittels im Fahrweg verlegten Eurobalisen.
- Wenn unterschiedliche Geschwindigkeiten überwacht werden sollen, muss ein zusätzliches Kriterium verwendet werden. Diese Funktion muss in der Verkabelung berücksichtigt werden, weil sie bis zum ETCS-Streckengerät beim Signal geführt werden muss. Als Kriterium kann zum Beispiel verwendet werden:
 - die Anzeige eines Gleisnummernsignals oder Richtungssignals
 - die Fahrtstellung eines bestimmten Zwergsignals
 - die Lage einer Weiche
- Bei elektronischen Stellwerken kann die Fahrwegausscheidung ab Stellwerk über die Datenkommunikation übertragen werden. Dies bedingt eine entsprechend angepasste Stellwerkprojektierung.

6.4 Geschwindigkeitsprofil (SSP)

6.4.1 Überwachte Geschwindigkeiten

Das System lässt Geschwindigkeiten bis 160 km/h zu.

Im Datentelegramm werden Geschwindigkeiten übertragen. Das statische Geschwindigkeitsprofil wird als Static Speed Profile (SSP) bezeichnet und projiziert. Es umfasst:

- die Höchstgeschwindigkeit bis am Ende der Fahrerlaubnis
- die Zielgeschwindigkeit am Ende der Fahrerlaubnis
- bis zu vier Abschnitte mit verminderter Geschwindigkeit, die sich überlappen können, pro Telegramm. Sollten diese vier Abschnitte nicht ausreichen, können mit zusätzlichen Balisengruppen weitere Geschwindigkeitsprofile projiziert werden.

Als verminderte Geschwindigkeit werden undifferenziert alle Arten von Einschränkungen gegenüber der allgemeinen Höchstgeschwindigkeit bezeichnet:

- signalisierte Kurveinschränkungen,
- Ein- und Ausfahrgeschwindigkeit eines Bahnhofs gemäss Streckentabellen
- signalisierte Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von den Signalbegriffen.

Die verminderten Geschwindigkeiten können auch in den nachfolgenden Streckenabschnitt reichen. Deren Anfang kann sogar im folgenden Abschnitt projiziert werden.

Temporäre Langsamfahrstellen werden in der Regel nicht im Paket 44 sondern mittels ETCS-Paket 65 programmiert.

Im Allgemeinen darf die statisch überwachte Geschwindigkeit nicht restriktiver als die fahrdienstlich erlaubte Geschwindigkeit sein. Dies muss insbesondere bei den Geschwindigkeitsschwellen beachtet werden. Dem Lokführer wird die überwachte Geschwindigkeit nicht angezeigt und er hat keine Möglichkeit sich an eine restriktivere Überwachung anzupassen.

Soweit möglich wird die Überwachung einer reduzierten Geschwindigkeit auf den sicherheitsrelevanten Bereich begrenzt. Es ist nicht nötig das Einhalten einer fahrdienstlichen Geschwindigkeitsschwelle zu kontrollieren, wenn der tatsächliche Gefahrpunkt weniger restriktiv ist.

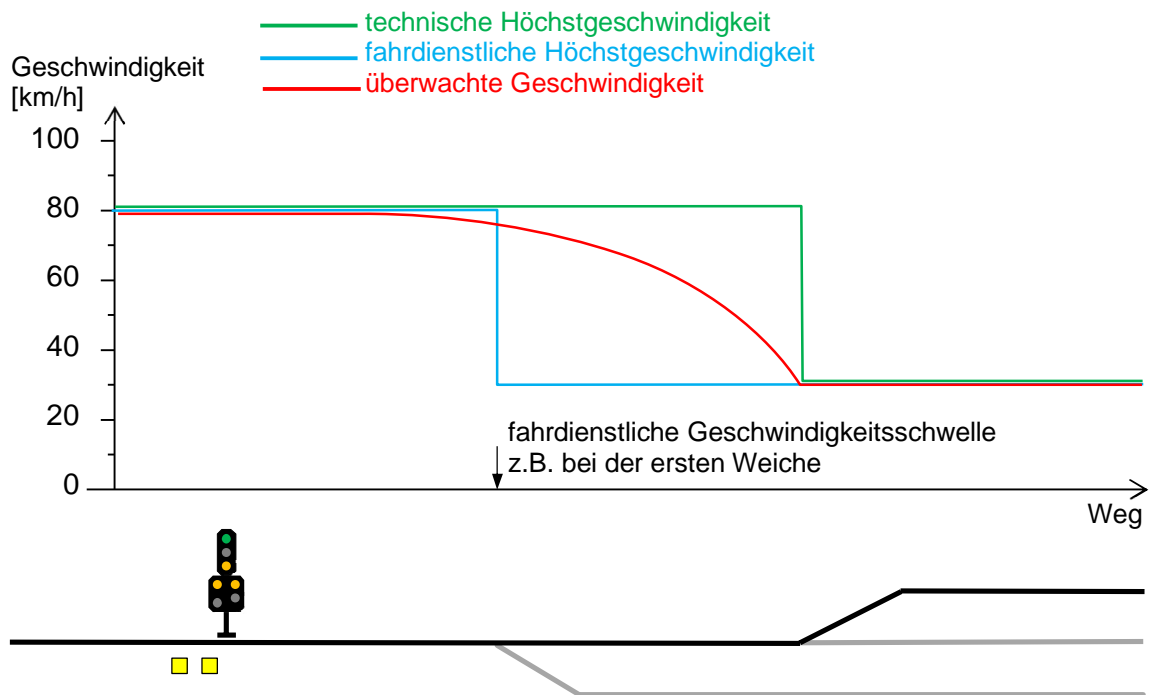


Abbildung 21: Geschwindigkeitsschwelle

Wenn die dynamische Bremskurve der verminderten Geschwindigkeit eines Abschnitts vor dem Anfang dieses Abschnitts ansetzt, muss diese Langsamfahrstelle im vorliegenden Abschnitt projiziert werden. Alternativ kann eine Zielgeschwindigkeit am Ende des Abschnitts projiziert werden, die das Abbremsen vor der nächsten Geschwindigkeitsschwelle gewährleistet.

6.4.2 Überwachung der Zuglänge

Die Zuglänge wird bei einer Geschwindigkeitserhöhung grundsätzlich überwacht.

Keine Überwachung der Zuglänge wird gezielt programmiert:

- bei einer Geschwindigkeitsverminderung wegen Fahrbegriff-Tiefhaltung.
Wenn ein tieferer Fahrbegriff wegen gleichzeitigen Einfahrten oder kurzem Bremsweg im folgenden Abschnitt signalisiert wird, soll der Zug nach dem Nachschalten des Signales sofort beschleunigen können.
- bei der Überwachung einer Bahnübergangsanlage
- am Ende eines Abschnittes mit Fahrt auf Sicht
 - am Ende eines Strassenbahnbereiches, sofern die Geschwindigkeit nicht zusätzlich durch die Gleisgeometrie begrenzt wird
 - im Perronbereich bei nichtschienenfreien Zugängen
 - bei Einfahrt in ein besetztes Gleis. Die Abfahrt des Zugs bei Fahrt zeigendem Ausfahrtsignal soll ungehindert erfolgen.
 - bei Anwendung des Hilfssignals. Die Abfahrt des Zugs bei Fahrt zeigendem Ausfahrtsignal soll ungehindert erfolgen.

6.4.3 Beispiel

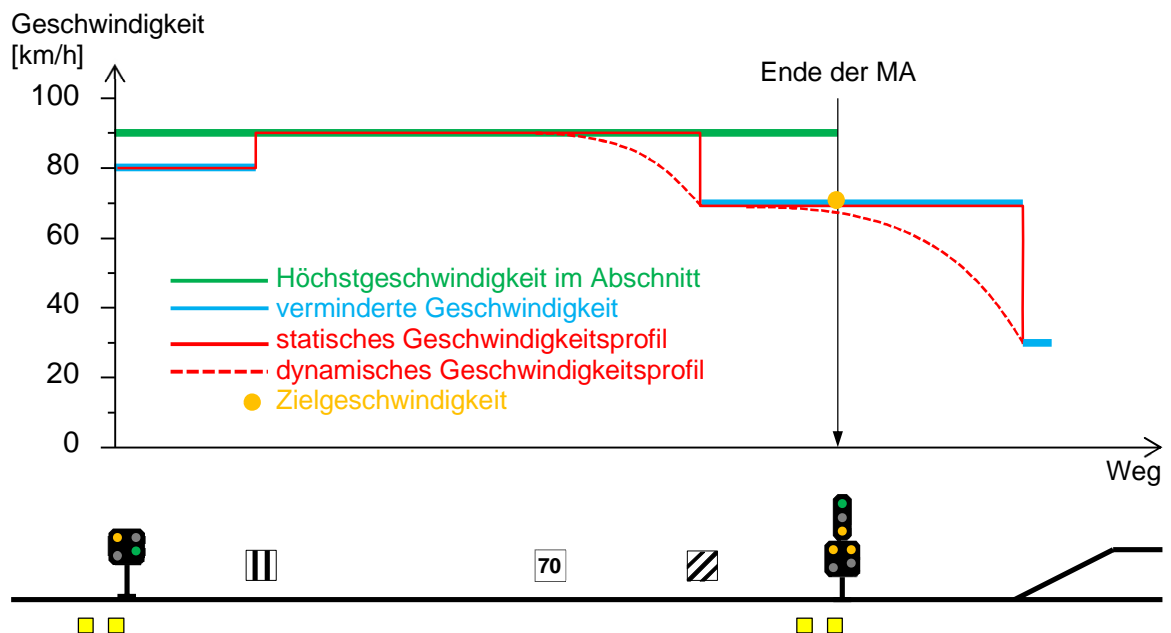


Abbildung 22: Beispiel SSP

Im aufgezeichneten Abschnitt beträgt die allgemeine Höchstgeschwindigkeit 90 km/h. Die durch die Balisengruppe am Vorsignal erteilte Fahrerlaubnis gilt bis zum Hauptsignal. Die Zielgeschwindigkeit am Ende der MA beträgt 70 km/h. Drei verminderte Geschwindigkeiten sind programmiert:

- die erste verminderte Geschwindigkeit von 80 km/h beginnt sofort und endet im Abschnitt
- die zweite verminderte Geschwindigkeit von 70 km/h beginnt im Abschnitt und endet nach dem Abschnittende
- die dritte verminderte Geschwindigkeit von 30 km/h beginnt nach dem Abschnittende. Sie wird programmiert, damit die dynamische Bremskurve rechtzeitig vor dem Abschnittende anfängt.

Die Balisengruppe beim Hauptsignal erteilt die Fahrerlaubnis in den folgenden Abschnitt mit dem entsprechenden SSP. Diese neuen Daten ersetzen die noch gültigen Daten aus der Balisengruppe des Vorsignals.

6.5 Neigungsprofil

6.5.1 Aufbau des Neigungsprofils

Für jeden Streckenabschnitt muss das Neigungsprofil (oder Gradientenprofil GP) projektiert werden. Das Neigungsprofil muss den Abschnitt bis zum Ende der Fahrerlaubnis voll abdecken.

Falls das Geschwindigkeitsprofil über das Ende der Fahrerlaubnis projektiert wird, muss das Neigungsprofil mindestens bis zum Ende des Geschwindigkeitsprofils verlängert werden. Dies ist für eine korrekte Berechnung der Bremskurven notwendig.

Steigungen werden als positive Neigungen erfasst. Gefälle werden als negative Neigungen erfasst. Es können ein bis drei Gradienten pro Balisengruppe und Signalbegriff übertragen werden.

Das Neigungsprofil wird nach den gleichen Grundlagen wie in den Fahrdienstvorschriften für signalisierte Neigungen beschrieben, berechnet und gerundet. Neigungsänderungen kleiner als 2 ‰ werden dabei ignoriert. Das Neigungsprofil soll soweit möglich nicht zusätzlich vereinfacht werden.

6.5.2 Berücksichtigung durch den Fahrzeugrechner

Der Fahrzeugrechner berechnet die Bremskurve aufgrund des grössten Gefälles beziehungsweise der kleinsten Steigung im Bremsweg. Neigungen, die sich bereits hinter der minimal erreichten, angenommenen Position des Zugsschlusses befinden, werden nicht mehr berücksichtigt.

6.5.3 Vereinfachung des Neigungsprofils aufgrund der Systemeigenschaften

Falls das Längenprofil des Streckenabschnittes in mehr als drei Gradienten unterteilt ist, muss ein vereinfachtes, äquivalentes Profil berechnet und projiziert werden. Bei einer kompromisslosen Vereinfachung des Neigungsprofils wird das grösste Gefälle bzw. die kleinste Steigung des Abschnittes angenommen. Abweichungen von diesem Grundsatz sind situativ erforderlich:

- In einem Bereich, wo keine Bremskurve vor einer Geschwindigkeitsschwelle oder vor einem Signal entsteht, hat die im System erfasste Neigung keine Auswirkung. Diese Neigung darf ignoriert werden. Es darf die in der vorhergehenden oder in der darauffolgenden Bremskurve geltende Neigung eingesetzt werden.
- Muss die Neigung in einem Bereich umgerechnet werden, wo eine Bremskurve entsteht, darf der Durchschnitt der Steigung oder des Gefälles in diesem Bereich berechnet werden. Der Bereich einer Bremskurve entspricht dem Bremsweg oder der Vorsignaldistanz zuzüglich der Länge der längsten Züge.
- Das grösste Gefälle, beziehungsweise die kleinste Steigung in den letzten 100 m vor einem Hauptsignal darf nicht ignoriert werden.
- Das Neigungsprofil kann je Fahrtrichtung spezifisch projiziert werden.

6.5.4 Vereinfachung des Neigungsprofils aufgrund der Bremskurven

Bei unregelmässigem Längenprofil wird die Zwangsbremskurve entsprechend früher oder später angesetzt. Dies ist insbesondere der Fall, wenn ein kurzes steiles Gefälle in einen allgemein weniger geneigten Bremsweg einbezogen wird. Das kurze, steile Gefälle wirkt dermassen restriktiv auf die Bremskurvenberechnung ein, dass zwei unerwünschte Zustände auftreten können:

- die Bremskurve setzt sogar vor dem Vorsignal ein
- ein Anfahren des Zielpunktes nur noch mit geringer Geschwindigkeit möglich ist.

In diesem Fall ist es empfehlenswert eine durchschnittliche Neigung zu berechnen und das Längenprofil entsprechend zu vereinfachen.

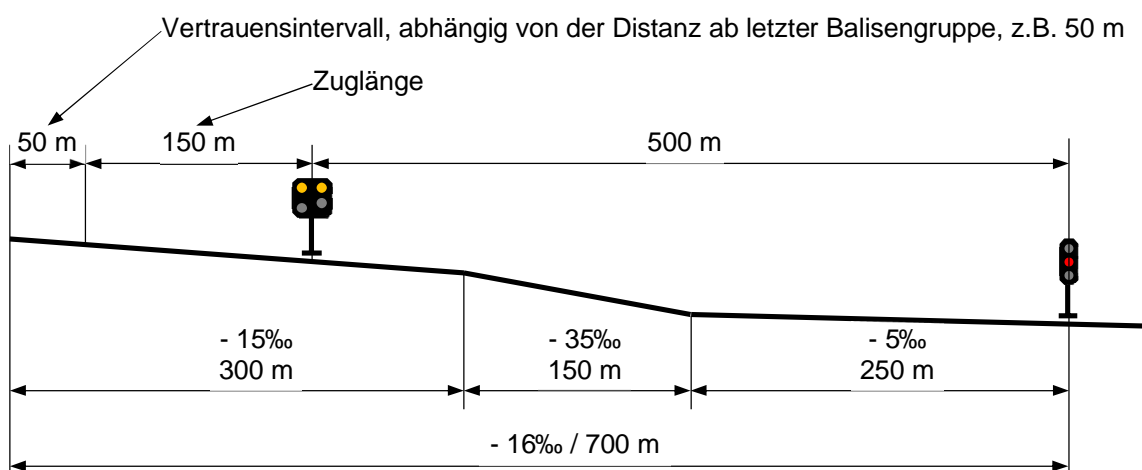


Abbildung 23: Durchschnittliches Gefälle

In diesem Beispiel würde das System die Bremskurve vor dem Signal aufgrund eines Gefälles von 35‰ berechnen, wenn alle effektiven Gradienten projiziert werden. Erst wenn die minimal angenommene Position des Zugschlusses das 5‰ Gefälle erreicht hat, wird mit diesem Wert berechnet. Die Bremskurve würde daher früher als

erforderlich ansetzen. Eine optimale Bremskurve wird berechnet, wenn mit dem durchschnittlichen Gefälle des Bremswegs projiziert wird.

6.6 Befreiung

6.6.1 Grundsätze

Die Art der Befreiung aus der Bremskurve ist für jeden Zielpunkt einer Fahrerlaubnis zu projektieren. Die Befreiung kann erfolgen mittels:

- Euroloop
- manueller Befreiung
- Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis mit der Annäherungsgeschwindigkeit
- Balisengruppe im Bremsweg.

Die geeignete Art der Befreiung hängt von den örtlichen Verhältnissen und von den betrieblichen Bedingungen ab.

Eine Abfahrtsverhinderung kann nur mit einem Euroloop verwirklicht werden.

Wird ein Euroloop installiert, sind das Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis sowie die manuelle Befreiung ausgeschlossen.

6.6.2 Befreiung durch Euroloop

Ein Euroloop ist zwingend zu projektieren, wo eine Abfahrtsverhinderung verwirklicht werden soll:

- vor einem Gleissignal
 - allgemein, wenn sich ein betrieblicher Halteort (Perron) vor dem Gleissignal befindet.
Wenn der Durchrutschweg bis zum Gefahrenpunkt für den sicheren Halt ab Freigabegeschwindigkeit genügt, darf von der Sicherheit her eine manuelle Befreiung projiziert werden. Diese Bedingung ist nur in den wenigsten Fällen erfüllt. Häufige Zwangsbremssungen wegen unterbleibender manueller Befreiung durch den Lokführer sind zu erwarten, wenn die manuelle Befreiung nur an wenigen Orten zulässig ist. Es wird empfohlen ein Euroloop zur automatischen Befreiung ohne Bedienung durch den Lokführer einzubauen.
- vor einem Gruppensignal
 - in jedem Gleis bei freier Gleisbenutzung
 - im der Fahrtrichtung entsprechenden Gleis bei vorgeschriebener Gleisbenutzung.

Bei den übrigen Signalen wird die Notwendigkeit von Euroloops aufgrund mehrerer Entscheidungskriterien festgelegt:

- wenn eine manuelle Befreiung zulässig ist, sind betriebliche Kriterien massgebend
 - mit einem Euroloop entsteht kein Fahrzeitverlust wegen Einhalten der Freigabegeschwindigkeit
- wenn die manuelle Befreiung unzulässig ist, wird in der Regel ein Euroloop verbaut. Es kann davon abgewichen werden, wenn die Vorbeifahrt am Signal mittels Vorziehen mit der Annäherungsgeschwindigkeit betrieblich annehmbar ist.

Die maximale Länge eines Euroloops wird aufgrund der untenstehenden Kriterien festgelegt:

- Beim Loopanfang muss bei normalen Sichtverhältnissen (Tag, kein Nebel) das Signal sichtbar sein.
- Bei mehrgleisiger Anlage muss zudem die eindeutige Zuordnung des Signals für den Lokführer möglich sein
- Wenn ein Wiederholungssignal oder ein Fahrtstellungsmelder dem Hauptsignal vorausgestellt ist, darf der Loopanfang in der Sichtweite von diesem projektiert werden.
- Die maximale Looplänge beträgt aus rein technischen Gründen 800 m.

Die minimale Länge eines Euroloops wird aufgrund der untenstehenden Kriterien festgelegt:

- Der Loopanfang muss vor dem üblichen Halteort der kürzesten Züge liegen, damit die Abfahrtsverhinderung wirksam ist.
- Der Loopanfang muss vor dem Halteort kurzer Dienstzüge liegen, wenn der Zielpunkt der Bremskurve nach dem Gefahrenpunkt projektiert wird. Je nach Situation muss der Loopanfang deutlich vor dem Perronanfang liegen.

Die optimale Länge eines Euroloops wird unter Einhaltung der minimalen Länge sowie der maximalen Länge aufgrund der untenstehenden Kriterien festgelegt:

- Wenn keine Züge durchfahren, wird die minimale Länge projektiert.
- Für durchfahrende Züge wird die optimale Looplänge von der Geschwindigkeit bestimmt. Wenn das Hauptsignal vor dem sich nähernden Zug von *Halt* auf *freie Fahrt* schaltet, soll der Lokführer nicht weiter bremsen müssen.
- Da durch Überschneidungen oftmals Empfangslücken entstehen, wird empfohlen Überschneidungen der Euroloops beider Fahrtrichtungen in einem Gleis nach Möglichkeit zu vermeiden.
- Im Bereich des Halteortes von Zügen soll kein Abschlusswiderstand eines Euroloops der Gegenrichtung sowie an der näheren Schiene eines Nachbargleises verlegt werden (+ / - ca. 20 m). Es gilt zu prüfen, ob der betroffene Euroloop verkürzt werden kann oder ob er verlängert werden muss. Der Abschlusswiderstand strahlt mit einem höheren Pegel als das Leckkabel. Das Signal des Euroloops der Gegenrichtung oder des Nachbargleises kann im Bereich des Abschlusswiderstands das Signal des Euroloops der eigenen Fahrtrichtung überdecken.

Durch das Looptelegramm wird die Zielgeschwindigkeit am Ende des Abschnittes aufgehoben und durch die, ab dem Hauptsignal für den folgenden Abschnitt geltende Geschwindigkeit, ersetzt. Allfällige tiefere Überwachungen des statischen Geschwindigkeitsprofils bleiben aktiv.

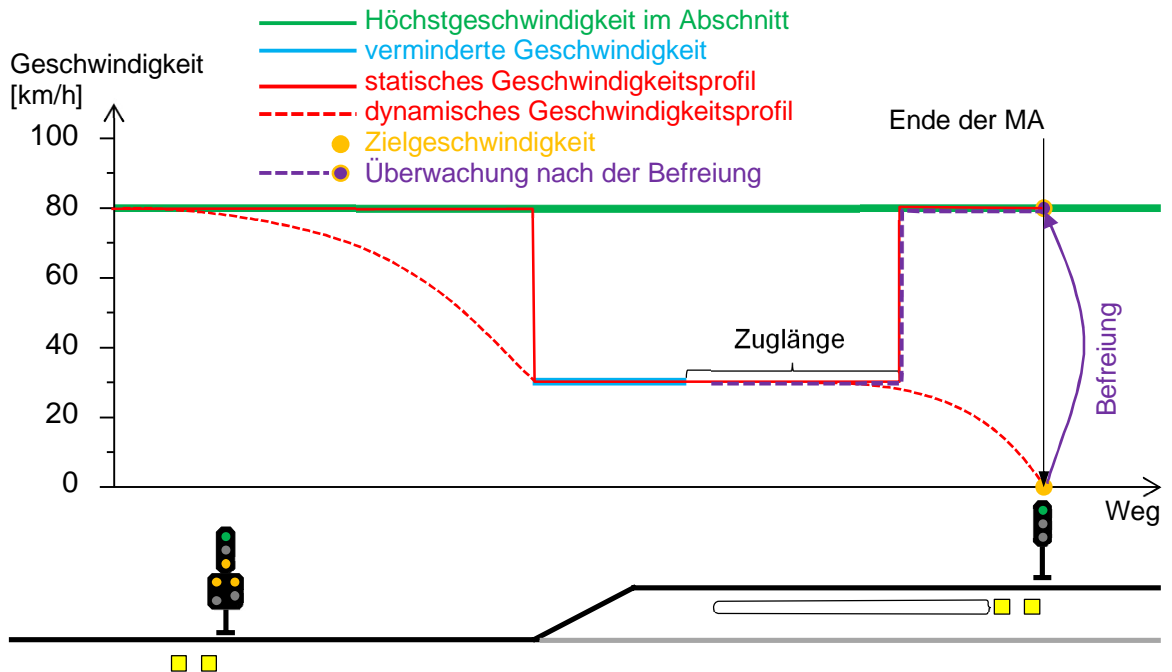


Abbildung 24: Befreiung durch ein Euroloop

Im dargestellten Beispiel wird beim Wechsel von *Halt* auf *freie Fahrt* die Zielgeschwindigkeit von 0 auf 80 km/h angepasst. Die Überwachung auf 30 km/h über die Weiche bleibt aktiv, bis der Zugschluss sie befahren hat.

In einem Bahnhof mit vorgeschriebener Gleisbenützung und Rückfallweichen kann keine gleisspezifische Ansteuerung der Eurobalisen und der Euroloops bei den Ausfahrtsignalen realisiert werden. Die Auslegung muss der Gleiszuordnung entsprechend projiziert werden:

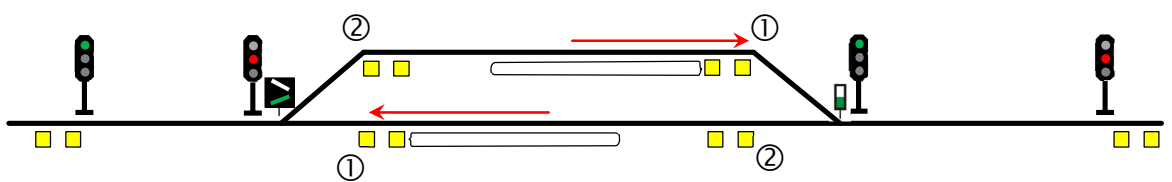


Abbildung 25: Auslegung in einem Bahnhof mit Rückfallweichen

Im "falschen Gleis" kann eine Abfahrtsverhinderung in diesen Anlagen nicht verwirklicht werden. Es wird aber in diesem Gleis bewirkt, dass ein abfahrender Zug in der Annäherung zur Balisengruppe ② auf 10 km/h überwacht wird.

Im Normalfall wird die Ausfahrt nur aus dem für die Einfahrt vorgeschriebenen Gleis ermöglicht. Die Projektierung erfolgt wie folgt:

- ① Transparentdaten-Balisengruppe und Euroloop
 - In Richtung Strecke erfolgt die Ansteuerung aufgrund des Fahrbegriffs am Ausfahrtsignal
 - In der Gegenrichtung wird eine Wegkorrektur übermittelt
- ② Fixdaten-Balisengruppe
 - In Richtung Strecke wird immer Halt übertragen
 - In der Gegenrichtung wird eine Wegkorrektur und die Loopankündigung übermittelt

Falls Ausfahrten aus beiden Gleisen erforderlich sind, müssen im Normalgleis der Gegenrichtung Transparentdatenbalisen verlegt werden. Ein Anwendungsfall ist, wenn Züge in diesem Bahnhof wenden. Die Projektierung erfolgt wie folgt:

- Am *Fahrt* zeigenden Einfahrtsignal im Datentelegramm "Vorziehen am Zielpunkt erlaubt" projiziert
- ① Transparentdaten-Balisengruppe und Euroloop
 - In Richtung Strecke erfolgt die Ansteuerung aufgrund des Fahrbegriffs am Ausfahrtsignal
 - In der Gegenrichtung wird eine Wegkorrektur übermittelt
 - ② Transparentdaten-Balisengruppe
 - In Richtung Strecke erfolgt die Ansteuerung aufgrund des Fahrbegriffs am Ausfahrtsignal
 - In der Gegenrichtung wird eine Wegkorrektur und die Loopankündigung übermittelt. Damit wird auch "Vorziehen am Zielpunkt erlaubt" aufgehoben.

6.6.3 Manuelle Befreiung

Die manuelle Befreiung wird dort erlaubt, wo kein Euroloop eingebaut ist. Bedingung zur manuellen Befreiung ist ein genügend grosser Durchrutschweg bis zum Gefahrenpunkt. Als Gefahrenpunkte gelten insbesondere:

- das Profilzeichen einer Weiche
- eine Weichenspitze
- eine Bahnübergangsanlage
- der Standort des Schlusses eines vorausfahrenden Zuges bei einem Regelhalt, z.B. Perronanfang.

Der zur manuellen Befreiung erforderliche Durchrutschweg wird differenziert bestimmt:

- Sofern kein betrieblicher Haltepunkt zwischen dem Vorsignal und dem Hauptsignal liegt, muss der Durchrutschweg die Bedingungen gemäss AB-EBV, AB 39.3.a, Ziffer 4.3.2 erfüllen, aber mindestens 40 m betragen.
- In den anderen Fällen muss der Bremsweg von der Einleitung der Zwangsbremse bis zum Gefahrenpunkt für das Anhalten aus der Freigabegeschwindigkeit mit den gängigen Bremsreihen genügen. Eine Ausnahme ist unter Analyse der tatsächlichen örtlichen Risiken möglich und ist im Plangenehmigungsverfahren zu deklarieren.

Bei einer Weichenspitze ist das Risiko zu bewerten, ob nach einem allfälligen Überfahren des Hauptsignals der Zug tatsächlich in eine umlaufende Weiche fahren könnte.

Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, ist entweder ein Euroloop zu installieren oder die Vorbeifahrt am Zielpunkt darf nur durch Vorziehen mit der Annäherungsgeschwindigkeit erfolgen.

Die Distanz vor dem Signal, ab welchem die manuelle Befreiung erlaubt wird, ist bei jedem Signal festzulegen. Die manuelle Befreiung darf erst erlaubt werden, wenn bei normalen Sichtverhältnissen (Tag, kein Nebel) das Signal sichtbar ist. Bei mehrgleisiger Anlage muss zudem die eindeutige Zuordnung des Signals für den Lokführer möglich sein.

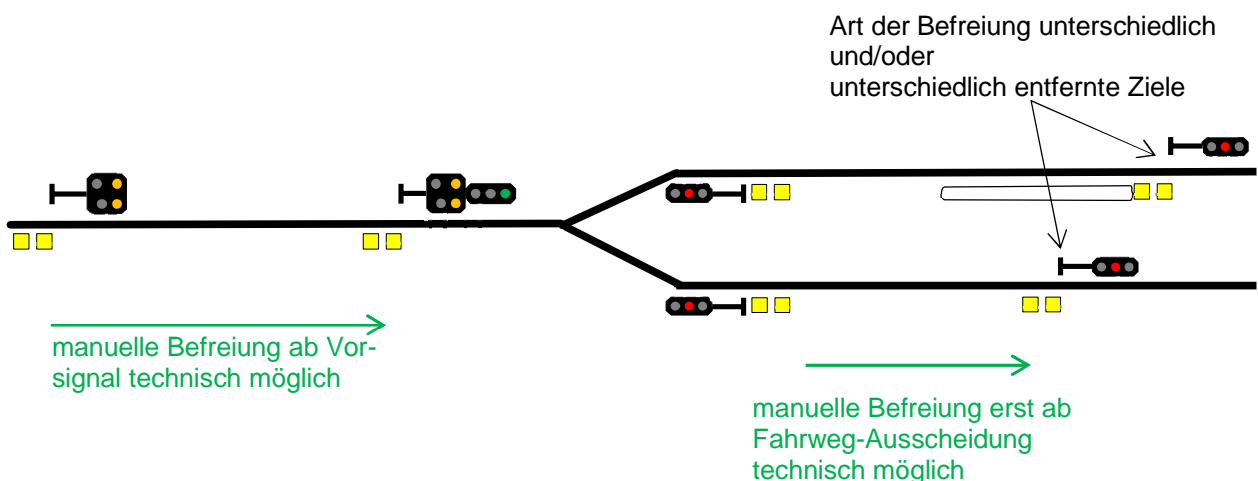


Abbildung 26: Projektierung der manuellen Befreiung

Vom System her kann die manuelle Befreiung bereits ab Vorsignal erlaubt werden. Eine Einschränkung besteht dann, wenn ab einem Vorsignal mit einem identischen Fahrbezug Fahrstrassen mit unterschiedlichen Zielen eingestellt werden können. In diesem Fall kann die manuelle Befreiung erst freigegeben werden, wenn das Ziel zugeordnet ist.

Die Freigabegeschwindigkeit soll auf dem ganzen Netz einheitlich festgelegt werden. Kriterien dazu sind:

- Höchstwert 40 km/h
- Die Freigabegeschwindigkeit soll in der Regel den Halt bei Überfahrt eines Einfahrsignals vor der Einfahrweiche ermöglichen
- Es ist oft vernünftig, die bei signalisiertem Fahrbezug 2 geltende Geschwindigkeit zu übernehmen.

6.6.4 Wiederholungssignal mit geteilten Gleisen

Die Anforderung zur Auftrennung der Gleisfreimeldeeinrichtung und zur Differenzierung der Signalisierung bei Wiederholungssignalen sind in den AB-EBV, AB 39.3.a, Ziffer 2.7 und im Kompendium Sicherungsanlagen R RTE 25026, Ziffer 3 festgelegt. Wenn eine solche Auftrennung erforderlich ist, darf das Wiederholungssignal nur dann einen gültigen Fahrbezug anzeigen, wenn der letzte Gleisfreimeldeabschnitt nicht belegt ist und das Hauptsignal einen gültigen Fahrbezug zeigt. Die Zugbeeinflussung wird der Auslegung der Sicherungsanlage entsprechend projektiert.

Beim Wiederholungssignal ist eine Transparentdaten-Balisengruppe mit einem zweiten Euroloop zu projektieren. Diese Balisengruppe und dieser Euroloop werden dann mit den angezeigten Begriffen des Wiederholungssignals angesteuert.

Die Anbindung der Balisengruppe und des Euroloops beim Wiederholungssignal kann wahlweise projektiert werden:

- Anschluss am LEU bzw. Slave-LEU des Gleissignals mit einem zusätzlichen Euroloop-Modem
 - das erforderliche Zusatzkriterium der Anzeige am Wiederholungssignal muss am Stellwerk abgegriffen und zum Signal geführt werden
- zusätzliches LEU am Wiederholungssignal anschliessen
 - der angezeigte Signalbegriff wird am Wiederholungssignal abgegriffen.

Bei der Vorbeifahrt am Wiederholungssignal in Richtung Hauptsignal darf das Wiederholungssignal erst auf *Warnung* fallen, wenn bei einem Fahrzeug mit Vorbau (z.B. Rangierlok) der Lokführer keine Sicht mehr auf das Wiederholungssignal hat. Sonst müsste der Lokführer *Halt* am Hauptsignal erwarten, obwohl dieses einen gültigen Fahrbegriff zeigt. Auch muss die bis zu 12 m hinter der ersten Achse angeordnete ETCS-Antenne die Balisengruppe beim Wiederholungssignal befahren haben, ehe dieses auf *Warnung* zurückgeschaltet wird.

Aus diesen Gründen muss die Gleisfreimeldeeinrichtung mindestens 15 m nach der Balisengruppe liegen.

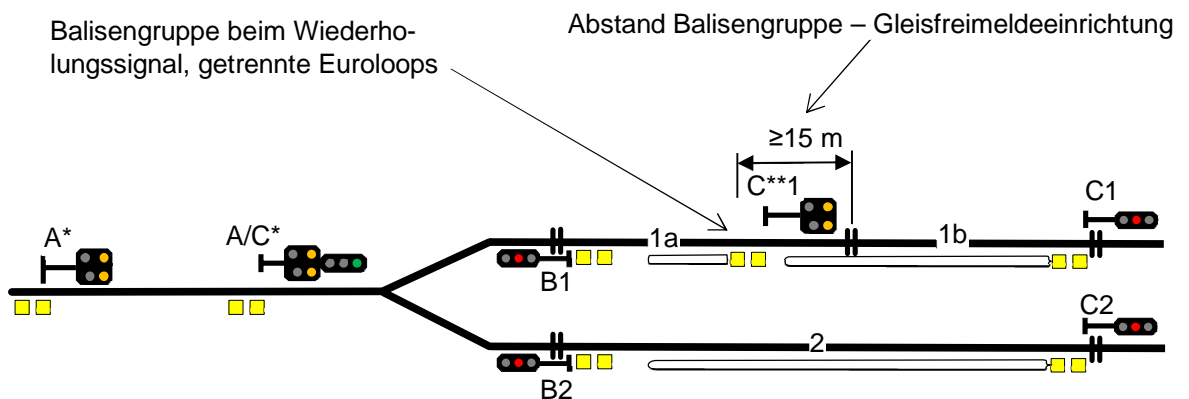


Abbildung 27: Ausrüstung eines Wiederholungssignals bei geteiltem Gleis

Die Signalisierung und die Projektierung der Zugbeeinflussung werden durch die Belegung des Gleisabschnittes nach dem Wiederholungssignal beeinflusst:

Gleis	Wiederholungssignal			Hauptsignal		
	C**1			C1		
	Begriff	BG	Euroloop	Begriff	BG	Euroloop
unabhängig	Warnung	Halt bei C1	Halt	Halt	Halt	Halt
frei	Fahrt	gemäss Fahrbegriff	Befreiung	Fahrt	gemäss Fahrbegriff	Befreiung
belegt	Warnung	Halt bei C1	Halt	Fahrt	gemäss Fahrbegriff	Befreiung

6.6.5 Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis

Die maximale Annäherungsgeschwindigkeit beim Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis soll auf 10 km/h projiziert werden. Die Überhöhungskurven sind bei der Annäherungsgeschwindigkeit reduziert. Das heisst, bereits mit dem Erreichen der Annäherungsgeschwindigkeit wird eine Warnung ausgegeben.

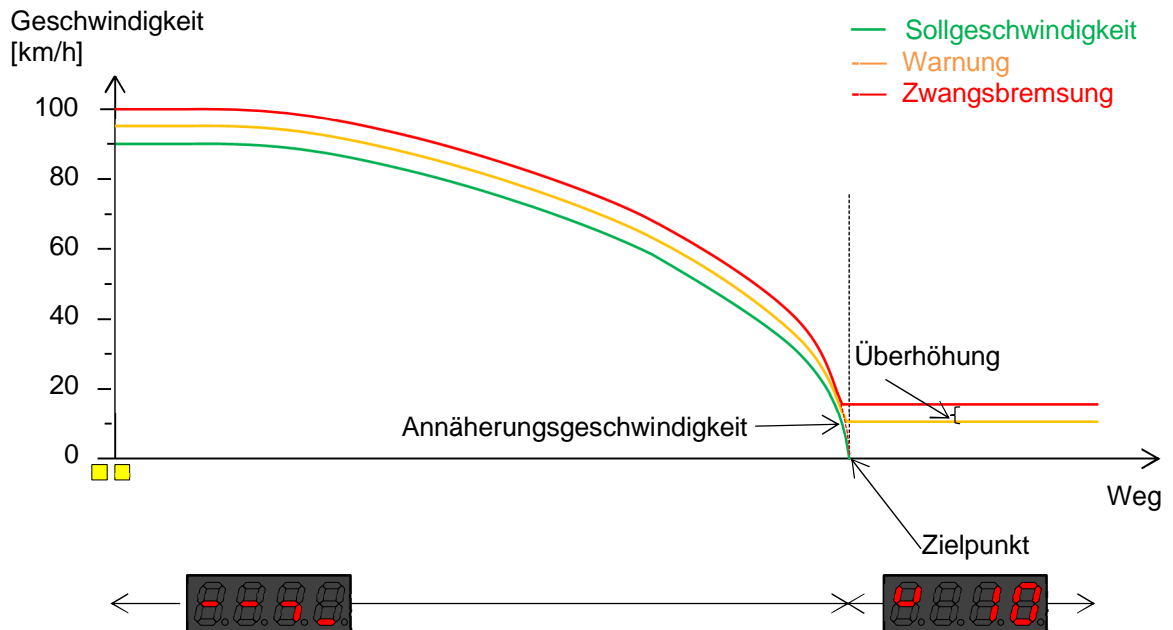


Abbildung 28: Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis

Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis wird projiziert bei:

- einem Hauptsignal, wo die manuelle Befreiung projiziert ist
- einem Hauptsignal, wo weder die manuelle Befreiung erlaubt noch ein Euroloop installiert ist
- Einfahrt in ein Kopfgleis, damit trotz Toleranzen der Odometrie überhaupt bis zum Prellbock gefahren werden kann.

Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis und ein Euroloop am gleichen Zielpunkt sind nicht erlaubt.

6.6.6 Befreiung mittels Eurobalise im Bremsweg

Eine Balisengruppe im Bremsweg ermöglicht eine Befreiung auf die Geschwindigkeit des folgenden Abschnittes wie bei einem Euroloop. Eine Infill-Balisengruppe ist mit allen Befreiungsmöglichkeiten kombinierbar, macht jedoch nur Sinn, wenn kein Euroloop verbaut ist.

Typische Anwendungsfälle:

- automatische Befreiung bei einem Wiederholungssignal, manuelle Befreiung in der Annäherung vom Hauptsignal
- automatische Befreiung an einem bestimmten Punkt in der Annäherung zum Hauptsignal sowie manuelle Befreiung, wenn das Signal erst nach dem Befahren der Balisengruppe auf Fahrt gestellt wird
- automatische Befreiung an einem bestimmten Punkt in der Annäherung zum Hauptsignal sowie Vorziehen mit der Annäherungsgeschwindigkeit am Ende der Fahrerlaubnis, wenn das Signal erst nach dem Befahren der Balisengruppe auf Fahrt gestellt wird
- automatische Befreiung nach einer Haltestelle zwischen Vor- und Hauptsignal, wenn die Ansteuerung für haltende Züge systematisch nach der Vorbeifahrt am Vorsignal erfolgt
- wenn die manuelle Befreiung nicht zugelassen werden kann.

6.7 Loop-Ankündigung

6.7.1 Loop-Ankündigung

Nur ein angekündigter Euroloop wird durch die Fahrzeugausrüstung ausgewertet. Die Loopankündigung umfasst den Loopschlüssel und die entsprechende Fahrtrichtung. Bei der Vergabe der Loopschlüssel ist zu beachten, dass zwei Euroloops mit dem gleichen Schlüssel keinesfalls gleichzeitig empfangen werden können. In Bahnhofgleisen werden die Euroloops beider Fahrtrichtungen angekündigt. Auf der Strecke werden in der Regel nur die Euroloops der eigenen Fahrtrichtung angekündigt, weil ein Fahrtrichtungswechsel von signalmässigen Fahrten nicht möglich ist.

Die Loopankündigung wird im Datentelegramm der letzten vor dem Euroloop befahrenen Balisengruppe übertragen.

Mit der Information zur Art der Befreiung wird für die eigene Fahrtrichtung auch die Auflösedistanz übermittelt. Diese entspricht der Distanz bis zum Punkt, ab welchem die Befreiung ermöglicht wird.

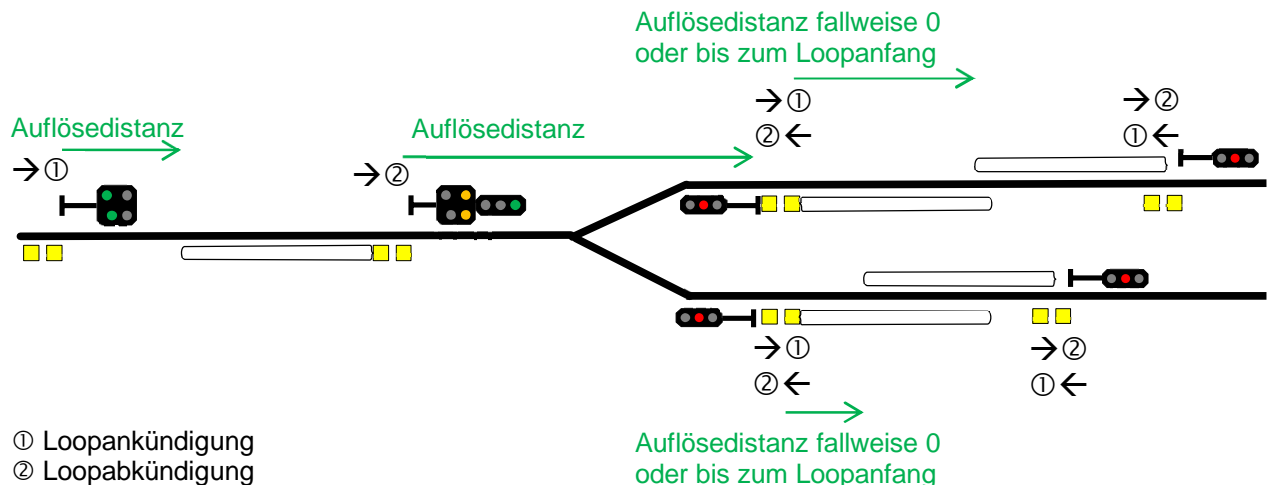


Abbildung 29: Loopankündigung

Die Projektierung mit der Auflösedistanz 0 ist vorteilhaft, wenn ein Euroloop nachträglich verlängert wird. Diese Ergänzung kann ohne Eingriff in die Projektierung der Streckenpunkte umgesetzt werden. Wenn ein Zug hingegen vor dem Loop-Anfang anhält, wird seine Weiterfahrt bis zum Loop-Anfang wie bei einer Störung des Euroloops auf 10 km/h begrenzt.

Die Projektierung mit Auflösedistanz 0 soll angewendet werden, wenn der Zielpunkt über den Gefahrenpunkt projiziert wird. Falls ein Zug vor dem Loop-Anfang anhält und trotz *Halt* zeigendem Signal unzulässiger Weise weiterfährt, wird seine Geschwindigkeit vorerst auf 10 km/h begrenzt. Anschliessend, wenn das Loop-Telegramm empfangen wird, wird unverzüglich eine Zwangsbremse eingeleitet. Das Überfahren des Gefahrenpunkts wird somit ausgeschlossen.

6.7.2 Loop- Abkündigung

Beim Befahren der Balisengruppe des Hauptsignals am Ende des Euroloops wird die Abkündigung aller Euroloops im Datentelegramm projiziert.

Wird ein neuer Euroloop angekündigt, werden bisherige, noch angekündigte Euroloops, unverzüglich von der Software im Fahrzeugrechner abgekündigt.

6.7.3 Weichenverbindungen ohne Hauptsignale

Wenn eine Verbindung zwischen zwei Hauptgleisen besteht, muss beachtet werden, dass die Loopabkündigung sowie die Loopankündigung beim Befahren der Gleisverbindungen entsprechend richtiggestellt werden. Falls im eingestellten Fahrweg keine Balisengruppen zu Hauptsignalen befahren werden, müssen zu diesem Zweck zusätzliche Balisengruppen installiert werden. Typischerweise trifft diese Situation zu:

- in einem Kopfbahnhof, wenn ein Gleiswechsel Seite Streckenende möglich ist
- wenn zwei Hauptgleise mit einem Spurwechsel unterteilt sind.

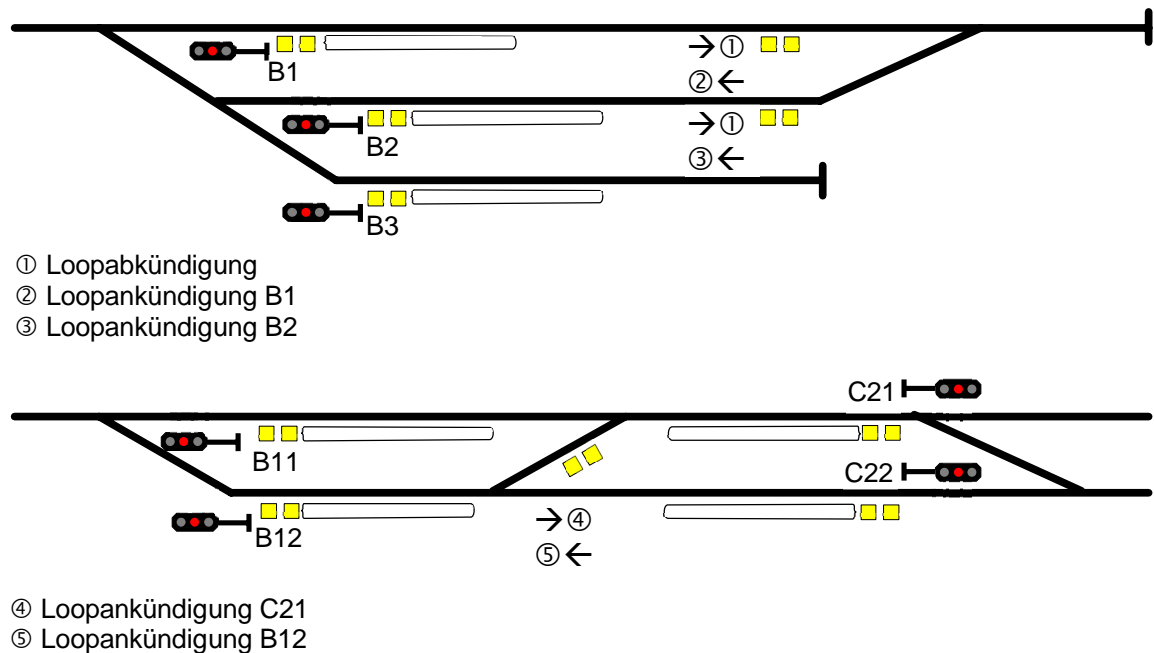


Abbildung 30: Weichenverbindungen ohne Hauptsignale

Diese zusätzlichen Balisengruppen werden aus zwei Fixdatenbalisen gebildet. Diese Situation muss auch beachtet werden, wenn die betroffenen Gleisverbindungen nur als Rangierbewegung befahren werden können.

6.8 Höchstgeschwindigkeiten in der reduzierten Überwachung

6.8.1 Reduzierte Geschwindigkeit

Die reduzierte Geschwindigkeit gilt immer, wenn der Fahrzeugrechner über keine Streckendaten verfügt und keinen Loopkey hat:

- nach dem Besetzen des Führerstandes und Bestätigen der Zugdaten
- nach dem Verlassen des Rangiermodus.

Die reduzierte Geschwindigkeit entspricht dem Betriebsmodus "Staff Responsible (SR)" nach ETCS. Sie soll restriktiv auf 10 km/h gesetzt werden.

6.8.2 Fahrt ohne Streckendaten

Die Bedingungen zur Anwendung der Funktion "Fahrt ohne Streckendaten" sind als Ausführungsbestimmung zu den Fahrdienstvorschriften durch die Infrastrukturbetreiberin festzulegen. Sie wird grundsätzlich angewendet bei:

- Rangierbewegung auf die Strecke
- Rangierbewegung in gesperrte Streckengleise
- Weiterfahrt nach der Vorbeifahrt an einem Halt zeigenden Ausfahr- oder Blocksignal
- Weiterfahrt nach einer Zwangsbremmung auf der Strecke
- Weiterfahrt nach dem Aufrüsten der Fahrzeugausrüstung oder dem Neubesetzen des Führerstands auf der Strecke
- Weiterfahrt nach einer Rückwärtsfahrt auf der Strecke.

Die "Fahrt ohne Streckendaten" darf nach der Vorbeifahrt an einem Einfahr- oder Gleisabschnittsignal nicht angewendet werden.

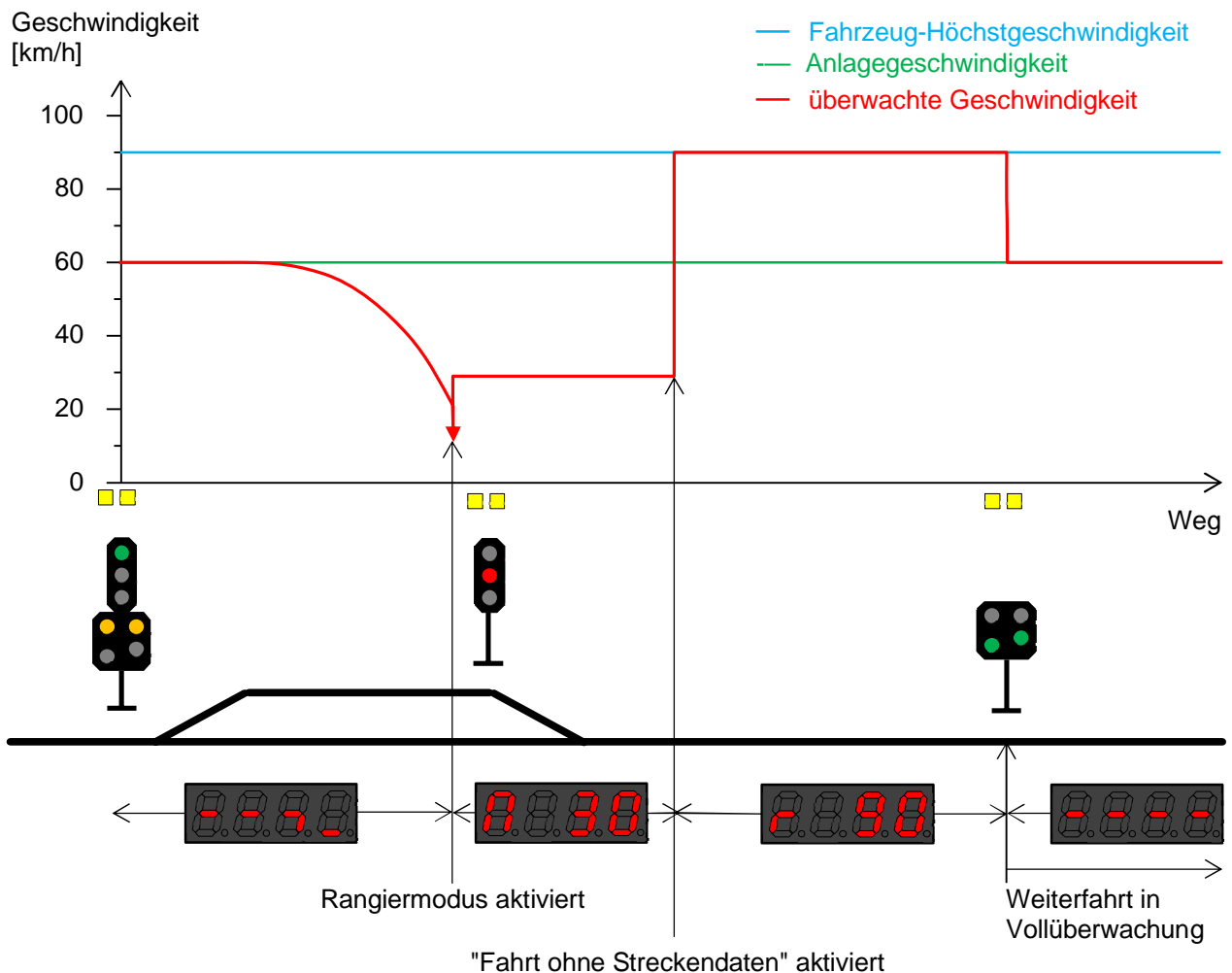


Abbildung 31: Fahrt ohne Streckendaten

Bei Anwendung der Funktion "Fahrt ohne Streckendaten" wird die Fahrzeughöchstgeschwindigkeit bis zur nächsten Balisengruppe überwacht. "Halt" übertragende Magnetgruppen werden auch ausgewertet.

6.9 Rangieren

Im Rangiermodus können zwei unterschiedliche Höchstgeschwindigkeiten als Fahrzeugparameter projiziert werden:

- Im Rangiermodus für Rangierbewegungen im Bahnhof ist die Höchstgeschwindigkeit für Rangierbewegungen im Bahnhof gemäss Fahrdienstvorschriften bzw. Ausführungsbestimmungen zu den FDV zu projizieren
- Im Rangiermodus für Rangierbewegungen auf die Strecke ist die Höchstgeschwindigkeit für Rangierbewegungen auf die Strecke gemäss Fahrdienstvorschriften bzw. Ausführungsbestimmungen zu den FDV zu projizieren.

Die Parameter der Geschwindigkeit beim Aktivieren des Rangiermodus sowie der Geschwindigkeit beim Verlassen des Rangiermodus sind zusätzlich festzulegen.

Die Vorbeifahrt im Rangiermodus kann bei jedem Telegramm einer Balisengruppe und Signalbegriff erlaubt werden. Ist das Manöver nicht erlaubt, wird unmittelbar nach der Überfahrt im Rangiermodus eine Zwangsbremmung eingeleitet.

Die Vorbeifahrt im Rangiermodus wird erlaubt bei:

- Ausfahr-, Gleisabschnitt- oder Blocksignal:
 - für alle Halt-, Stör- und Default-Telegramme
- Einfahrsignal:
 - für alle Halt-, Stör- und Default-Telegramme
 - für Fahrbegriffe, sofern die Zustimmung zur Einfahrt gemäss Ausführungsbestimmungen zu den Fahrdienstvorschriften mit der Fahrtstellung des Einfahrsignals erteilt werden darf
- Deckungssignal:
 - für alle Halt-, Stör- und Default-Telegramme
 - für Fahrbegriffe, sofern das Signal von der Schaltung her für eine Rangierbewegung freie Fahrt zeigen kann. Dies trifft bei einer Bahnübergangsanlage nach manueller Ansteuerung in der Regel zu.
- Kontrolllicht zu einer Bahnübergangsanlage
 - für alle Telegramme
- Vor- oder Wiederholungssignal
 - für alle Telegramme.

Die Vorbeifahrt an einem *Halt* zeigenden Signal kann nur im Rangiermodus erfolgen. Falls bei der Abfahrt als Zug der Rangiermodus noch aktiviert ist, wird eine Zwangsbremmung bei der Vorbeifahrt am *Fahrt* zeigenden Ausfahrtsignal eingeleitet.

6.10 Linking

Ziel des Linkings ist vor allem, dass eine fehlende oder schadhafte Balisengruppe bemerkt wird. Ein Fehler der Odometrie wird ebenfalls durch das Linking offenbart. Sonst könnten solche Störungen unter Umständen unbemerkt bleiben.

Innerhalb eines Bereiches mit kontinuierlicher Überwachung werden die Eurobalisen in der Regel verlinkt. Auf die Verlinkung soll nicht verzichtet werden:

- zwischen Vor- und Hauptsignal
- zwischen Hauptsignalen innerhalb eines Bahnhofs
- das Linking ist zwingend, wenn im Abschnitt ein Euroloop angekündigt wird
- die Balisengruppe eines Kontrolllichts zur Bahnübergangsanlage ist in der entsprechenden Fahrtrichtung zwingend zu verlinken.

Schleudern verfälscht die Wegmessung. Dies trifft insbesondere auf längeren Steigungsstrecken zu. Aus diesem Grund sind Massnahmen auf Abschnitten notwendig, wo häufig und länger geschleudert wird. Zum Beispiel durch:

- zusätzliche Eichbalisen
- Erhöhung des Vertrauensintervalls
- Unterbrechung des Linkings (nur auf der Strecke).

Ein erhöhter Vertrauensintervall führt dazu, dass die Bremskurve vor einer Geschwindigkeitsschwelle sowie vor dem Ende der Fahrerlaubnis bei genauer Wegmessung frühzeitig eingeleitet wird.

6.11 Vertrauensintervall / Erwartungsfenster

Der durch das Fahrzeug befahrene Weg wird durch die Odometrie gemessen. Ungenauigkeiten entstehen durch die Radabnutzung sowie durch Schleudern und Gleiten. Die Verlegegenauigkeit der Eurobalisen hängt von der Vermessung bei der Projektierung ab. Aus diesen Gründen kann der befahrene Weg vom effektiven Abstand zwischen zwei Balisengruppen abweichen.

Beispiel im Idealfall:

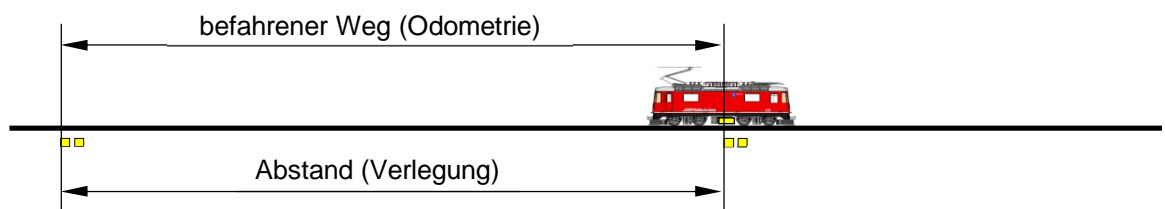


Abbildung 32: Vergleich Odometrie - Vermessung

Das Vertrauensintervall wird aufgrund der annehmbaren Toleranz der Odometrie gerechnet. Das System berechnet das Vertrauensintervall laufend näherungsweise wie folgt:

- grundsätzlich $5\text{ m} + 2\%$ des befahrenen Wegs seit der letzten Balisengruppe
- die Konstante kann fallweise auf einen höheren Wert festgelegt werden, Maximum $63\text{ m} + 2\%$ des befahrenen Wegs
- die Toleranz wird im Fahrzeugrechner automatisch vergrößert, wenn ein Schleudern oder Gleiten detektiert wird.

Nach einer Eichbalise wird das Vertrauensintervall bewusst auf die effektive Verlegegenauigkeit der Balisengruppe zurückgesetzt:

- 1 m + 2% des befahrenen Wegs seit der Eichbalise
- der Minimalwert 1 m für die Verlegegenauigkeit wird bei den Eichbalisen angewendet, die zum Beispiel im Zielgleis innerhalb des Bahnhofs verlegt sind.

Die Ungenauigkeit der Odometrie kann zu einer Verlängerung oder einer Verkürzung des gemessenen Wegs gegenüber dem effektiven Abstand zwischen zwei Balisengruppen führen (\pm Toleranz). Das Erwartungsfenster entspricht daher der doppelten Länge des Vertrauensintervalls.

Beispiel Balisengruppe innerhalb Erwartungsfenster erfasst:

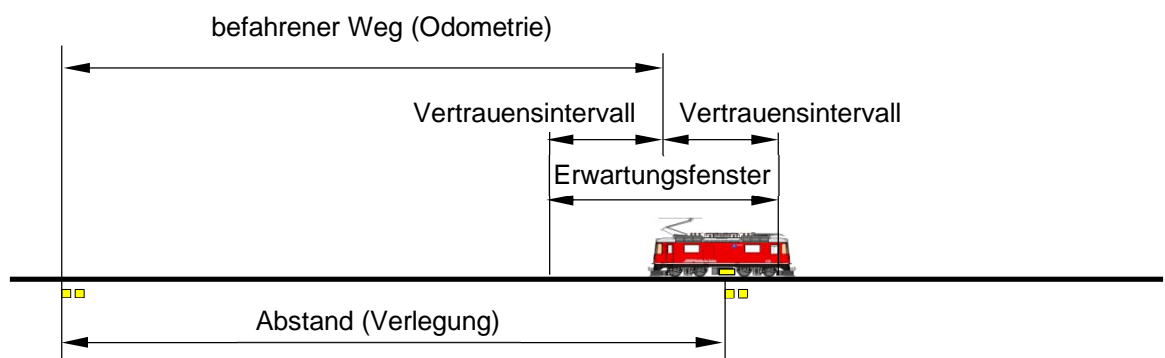


Abbildung 33: Balisengruppe im Erwartungsfenster erfasst

Eine Balisengruppe wird auch ausgewertet, wenn sie ausserhalb des Erwartungsfensters empfangen wird (ab Software-Release 5.3 des Fahrzeugrechners). Dies gilt bei einem Linkingfehler, sofern an diesem Punkt keine Systemreaktion nötig ist.

Beispiel Balisengruppe ausserhalb Erwartungsfenster erfasst:

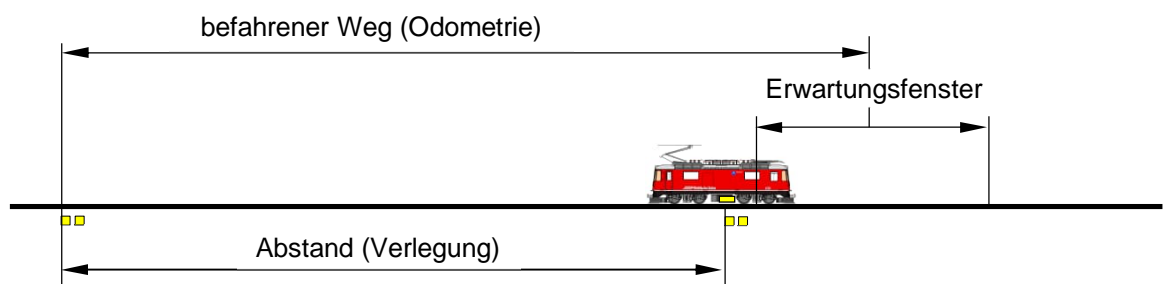


Abbildung 34: Balisengruppe ausserhalb Erwartungsfenster

Wenn eine Balisengruppe ausserhalb des Erwartungsfensters empfangen wird, wird die Systemreaktion unterschiedlich projiziert:

- Bei einer Balisengruppe, die nur der Wegmessungskorrektur dient, erfolgt keine Systemreaktion
Es erfolgt eine genaue Ortung. Das Vertrauensintervall wird zurückgesetzt.
- Bei einer Balisengruppe an einem Vorsignal erfolgt keine Systemreaktion.
Es erfolgt eine genaue Ortung. Das Vertrauensintervall wird zurückgesetzt. Die Streckendaten werden aktualisiert
- Bei einer Balisengruppe an einem Hauptsignal wird eine Zwangsbremung eingeleitet
- Bei einer Balisengruppe an einem Kontrolllicht zur Bahnübergangsanlage wird eine Zwangsbremung eingeleitet
- Bei einer Balisengruppe zur Betriebsartumschaltung für die Traktion wird eine Zwangsbremung eingeleitet.

Wenn keine Eurobalise empfangen wird, wird ein Fehler ausgegeben. Die Systemreaktion wird unterschiedlich projiziert:

- Bei einer Balisengruppe, die nur der Wegmessungskorrektur dient, erfolgt keine Systemreaktion.
Das Vertrauensintervall wird nicht zurückgesetzt
- Bei einer Balisengruppe an einem Vorsignal erfolgt keine Systemreaktion.
Das Ende der Fahrerlaubnis bleibt unverändert. So wird ein Halt vor dem darauffolgenden Hauptsignal erzwungen
- Wenn die Balisengruppe an einem Hauptsignal erwartet wurde, wird eine Zwangsbremung eingeleitet
- Wenn die Balisengruppe an einem Kontrolllicht zur Bahnübergangsanlage erwartet wurde, wird eine Zwangsbremung eingeleitet
- Wenn eine Balisengruppe zur Betriebsartumschaltung für die Traktion erwartet wurde, wird eine Zwangsbremung eingeleitet.

6.12 Zielpunkt der Fahrerlaubnis

6.12.1 Berechnung des Zielpunktes

Die Genauigkeit der im Fahrzeugrechner errechneten Bremskurve wird von der Genauigkeit der Odometrie bestimmt. Um den sicheren Halt vor dem projizierten Zielpunkt immer zu gewährleisten, wird die Bremskurve auf den weitesten Punkt des Vertrauensintervalls ausgelegt, das heisst auf die maximal angenommene Position der Fahrzeugspitze. Demzufolge liegt der effektive Zielpunkt der Bremskurve immer innerhalb des Vertrauensintervalls vor dem projizierten Zielpunkt.

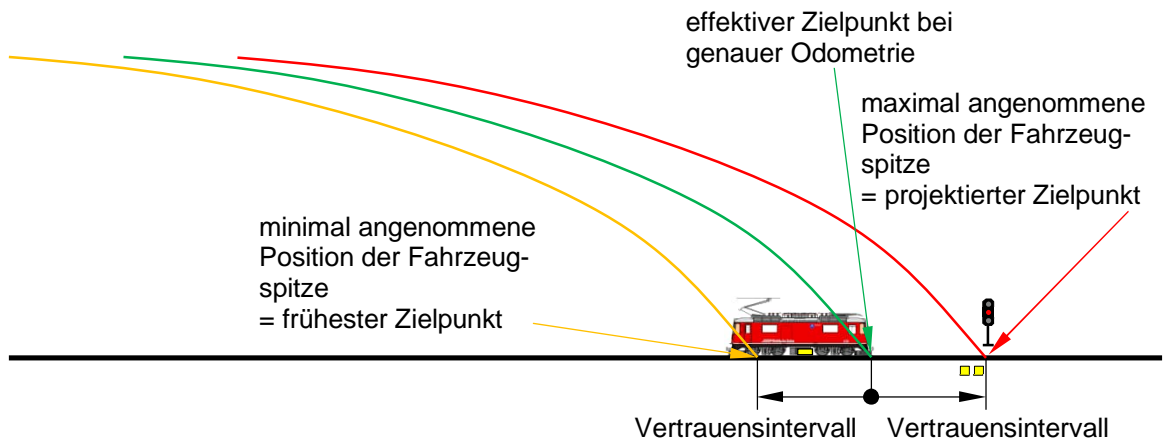


Abbildung 35: Zielpunkt-Berechnung

Im Normalfall wird der Zielpunkt beim spätesten Halteort der Fahrstraße projiziert (Hauptsignal, Weichenprofil bei einem Gruppensignal). Eine Projektion über den spätesten Halteort wird nur angestrebt, wenn dieser Punkt aus betrieblichen Gründen genau angefahren werden muss. Dies trifft zum Beispiel öfters bei einem Ausfahrtsignal zu.

6.12.2 Ausnutzung des Durchrutschweges

Wenn nötig kann die Projektierung so ausgelegt werden, dass der Zug möglichst ungehindert bis zum fahrdienstlich spätesten Halteort fahren kann. Dies kann nur unter Ausnutzung eines vorhandenen Durchrutschweges erfolgen, sofern Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis nicht erlaubt ist.

Der Zielpunkt darf über den fahrdienstlich spätesten Halteort so weit in den Durchrutschweg verschoben werden, dass die maximal angenommene Position der Fahrzeugspitze vor dem Gefahrenpunkt liegt. So wird gewährleistet, dass der Zug immer bis zum spätesten Halteort fahren kann.

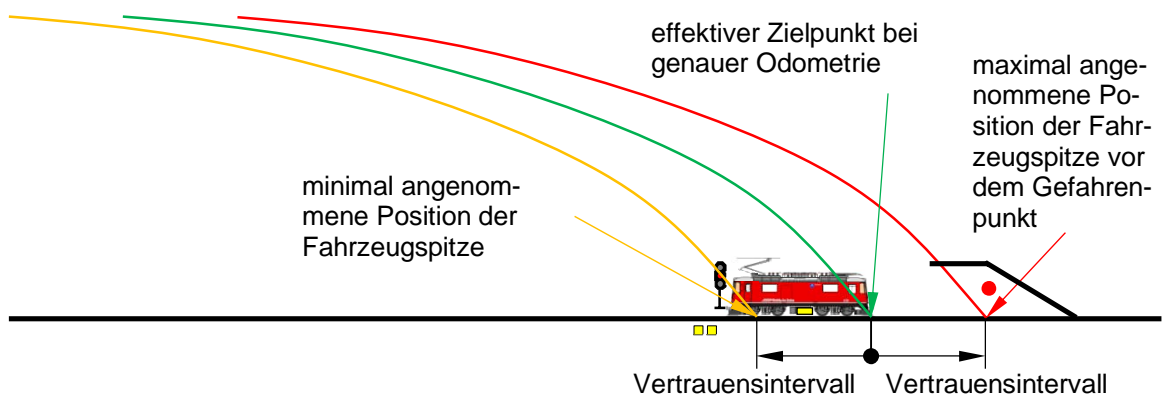


Abbildung 36: Zielpunkt im Durchrutschweg

Der Zielpunkt muss spätestens vor dem Gefahrenpunkt projiziert werden. Als Gefahrenpunkte gelten insbesondere:

- das Profilzeichen einer Weiche
- eine Weichenspitze
- eine Bahnübergangsanlage
- der Standort des Schlusses eines vorausfahrenden Zuges bei einem Regelhalt, z.B. Perronanfang.

Jede verlinkte Balisengruppe setzt das Vertrauensintervall zurück. Reicht der vorhandene Durchrutschweg nicht aus, kann eine zusätzliche Eichbalise ca. 35 m vor dem spätesten Halteort verlegt werden. Mit dieser Massnahme wird das Vertrauensintervall minimiert. Als Eichbalise genügt eine einzeln verlegte Fixdatenbalise.

Reicht der Durchrutschweg nicht aus, muss der Halteort angepasst oder der Zielpunkt hinter den Gefahrenpunkt projiziert werden.

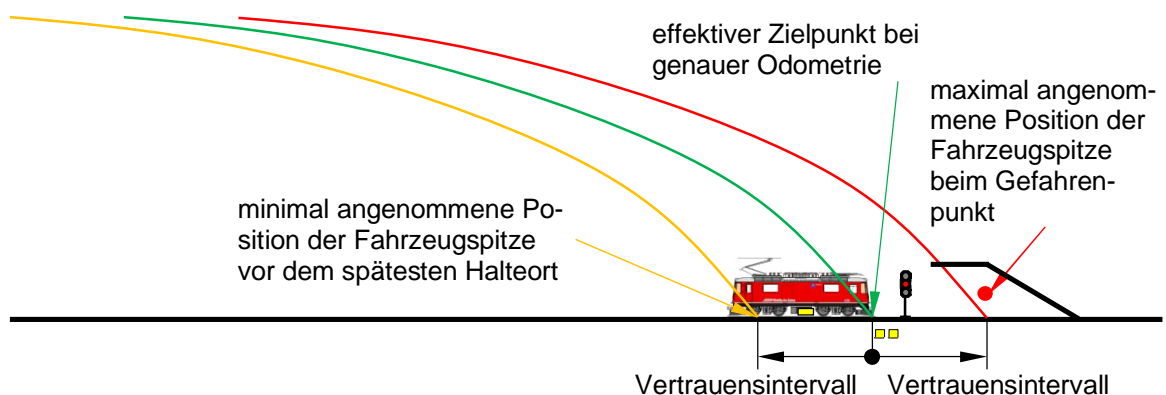


Abbildung 37: Durchrutschweg nicht ausreichend

6.12.3 Zielpunkt nach dem Gefahrenpunkt

Reicht der Durchrutschweg nicht, darf in gewissen Situationen der Zielpunkt hinter den Gefahrenpunkt projiziert werden. Die typische Anwendung liegt bei Ausfahrtsignalen. Dazu sind alle untenstehenden Bedingungen zu erfüllen:

- Der Gefahrenpunkt ist das Profilzeichen einer Weiche.
- Gleichzeitige Einfahrten sind ausgeschlossen.
- Die Zeitverzögerung bis zum Einstellen einer zweiten Fahrstrasse muss bis zum sicheren Halt des erst eingefahrenen Zuges ausreichen. Die Zeitverzögerung ist nach R RTE 25054 ausgelegt.
- Der Fahrdienstleiter darf diese Zeitverzögerung nur umgehen, nachdem er den Stillstand des Zuges festgestellt hat.
- Eine Abfahrtverhinderung mittels Euroloop ist zwingend. Diese Abfahrtverhinderung muss auch für kurz haltende Dienstzüge wirken. Daher muss unter Umständen der Loopanfang deutlich vor dem Perronanfang projiziert werden.

Diese Situation muss im Plangenehmigungsverfahren deklariert werden.

Die Aufstellung einer Eichbalise 35 m vor dem Zielpunkt ist der Projektierung hinter dem Gefahrenpunkt vorzuziehen.

6.12.4 Prellbock am Zielpunkt

In einem Kopfgleis muss sichergestellt werden, dass der Zug jedenfalls bis zum Prellbock fahren kann. Das Vertrauensintervall bestimmt den effektiven Zielpunkt der Bremskurve vor dem Prellbock. Die Aufstellung von Eichbalisen vor dem Prellbock wird empfohlen, um diese Auswirkungen zu vermindern. Wenn die letzte Balisengruppe 150 m vor dem Zielpunkt liegt, resultiert der früheste überwachte Zielpunkt 16 m vor dem Prellbock. Eine Eichbalise 30 m vor dem Prellbock ermöglicht diese Distanz auf ca. 3.5 m zu reduzieren. Eine Balisengruppe zur Repositionierung kann auch weiter entfernt vom Prellbock projektiert werden, um diese in der Gegenrichtung bei der Abfahrt von einem zuvor abgestellten Fahrzeug benutzen zu können. Das Vertrauensintervall wird aber dadurch nicht so stark reduziert.

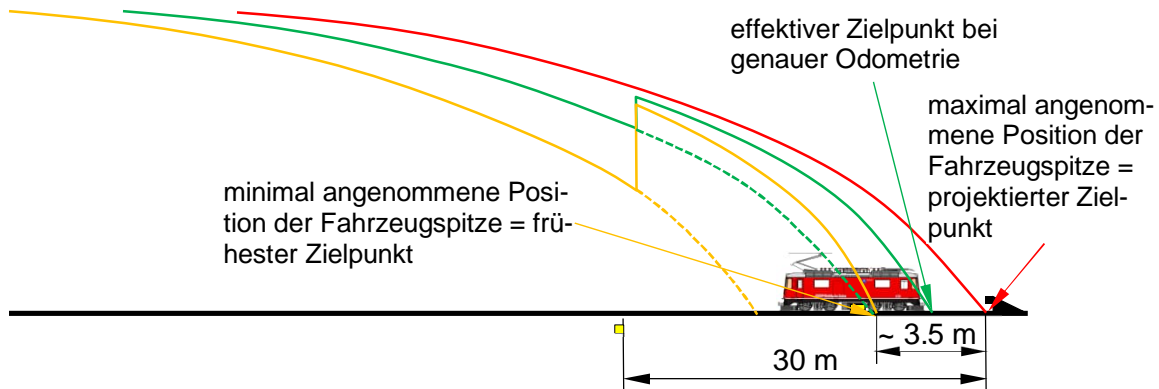


Abbildung 38: Eichbalise vor dem Prellbock

In der Regel wird Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis projektiert, um die Anfahrt an den Prellbock zu ermöglichen.

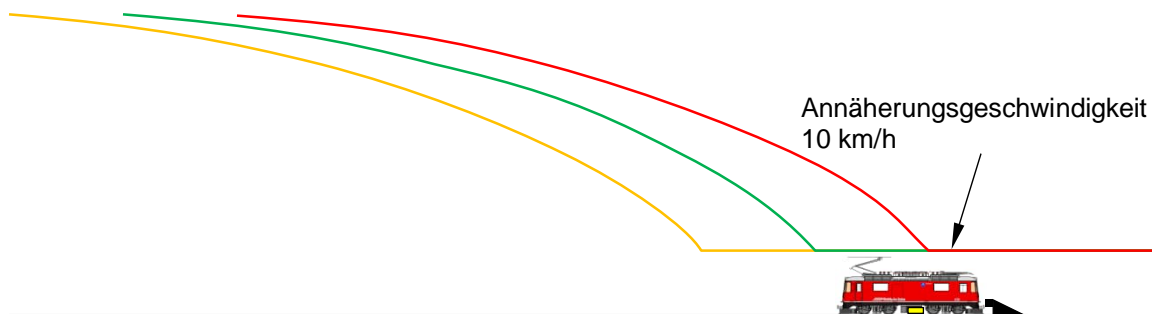


Abbildung 39: Annäherungsgeschwindigkeit vor dem Prellbock

Vorziehen mit der Annäherungsgeschwindigkeit auch auf einer bescheidenen Länge von ca. 20 m vor dem Prellbock verzögert den Halt des Zugs. Dieser Zeitverlust kann als unverhältnismässig betrachtet werden.

Eine zügige Anfahrt an den Prellbock wird ermöglicht, wenn der Zielpunkt hinter den Prellbock projektiert wird. Ein Anprall wird aber durch das System nicht mehr ausgeschlossen. Aus diesem Grund wird die Projektierung hinter dem Gefahrenpunkt nur in Kombination mit einer Eichbalise empfohlen.

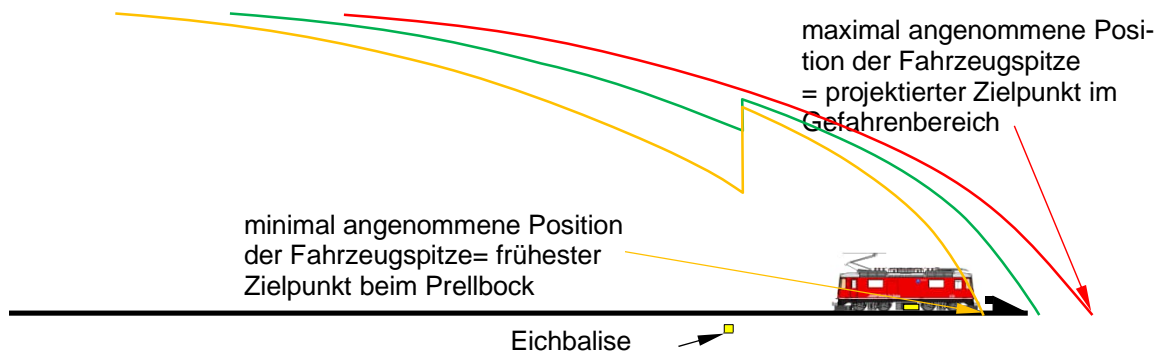


Abbildung 40: Zielpunkt hinter dem Prellbock

Ein hinter dem Prellbock projektierte Zielpunkt muss im Plangenehmigungsverfahren deklariert werden. Die unterschiedlichen Projektierungsmöglichkeiten können kombiniert werden, um ein Optimum zu erreichen.

6.12.5 Anpassung der Signalisierung

Wenn bei einem Ausfahr- oder Gleisabschnittsignal der berechnete früheste Zielpunkt vor dem spätesten Halteort liegt, soll dieser Standort signalisiert werden. Damit kann der Lokführer Zwangsbremungen in der Annäherung zum Signal vermeiden.

Grundsätzlich kann diese Situation durch Realisierung eines genügenden Durchrutschwegs vermieden werden:

- Bei einem Gleissignal kann das Signal versetzt werden, damit ein ausreichender Durchrutschweg geschaffen wird.
- Im Falle eines Gruppensignals mit Zusatzsignalisierung mittels Zwergsignalen ist die Versetzung der Zwergsignale ebenfalls möglich.
- Bei einem Gruppensignal mit Zusatzsignalisierung mittels Gleisnummernsignal liegt der späteste Halteort vor dem Profilzeichen der Ausfahrweiche. Ein Durchrutschweg kann nur mittels tiefgreifender Änderung in der Sicherungsanlage (z.B. Umbau auf Gruppensignal-Halteorttafeln mit Fahrstellungsmeldern) geschaffen werden.
- Bei einem Gruppensignal mit Zusatzsignalisierung mittels Gruppensignal-Halttafel wird diese Tafel in jedem Gleis an den frühesten Zielpunkt versetzt. Die Balisengruppen werden beim neuen Standort der Gruppensignal-Halttafel angeordnet.

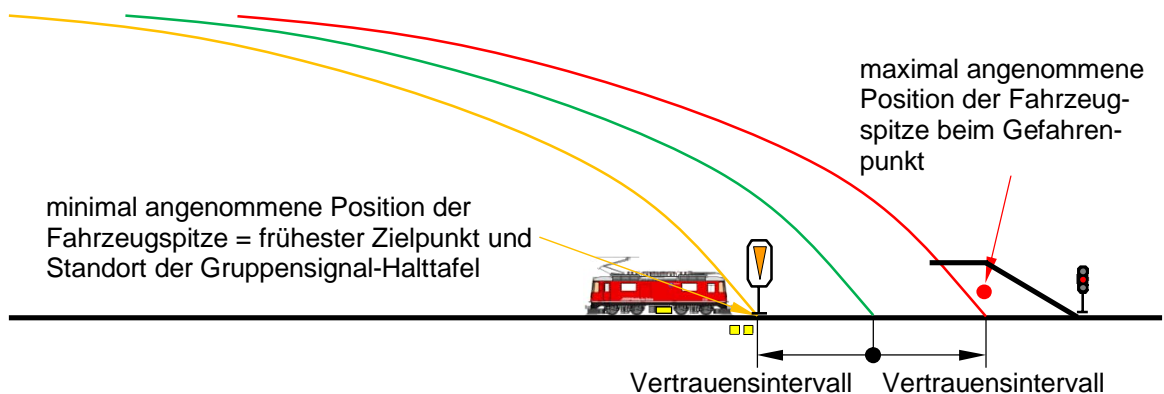


Abbildung 41: Aufstellung der Gruppensignal-Halttafel

Der erforderliche Durchrutschweg kann mit der Aufstellung einer Eichbalise 30 m vor der Balisengruppe des spätesten Halteorts minimiert werden.

Wenn zulässig und notwendig soll dazu der Zielpunkt über den Gefahrenpunkt projiziert werden.

Wenn die Versetzung von Signalen unverhältnismässig ist, darf eine für diesen Zweck gestaltete Merktafel am berechneten frühesten Zielpunkt aufgestellt werden, sofern:

- es sich um eine bestehende Sicherungsanlage handelt
- das Vorziehen am Zielpunkt nicht projiziert werden kann (z.B. wegen einem Euroloop)
- die Aufstellung einer Eichbalise nicht ausreichen würde, um den frühesten Zielpunkt beim fahrdienstlich spätesten Halteort zu projizieren
- der Zielpunkt nicht über den Gefahrenpunkt projiziert werden darf (z.B. wegen gleichzeitigen Einfahrten).



Abbildung 42:
Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve

Bei engen Platzverhältnissen kann die Tafel senkrecht angeordnet werden.

Die Aufstellung von Merktafeln muss im Plangenehmigungsverfahren deklariert werden. Die Infrastrukturbetreiberin muss die Anwendung der Merktafel in ihren Ausführungsbestimmungen zu den Fahrdienstvorschriften festlegen. Im Rahmen des jeweiligen Verfahrens ist dem BAV für die von den Grundvorschriften abweichende Signalisierung mittels "Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve" ein Ausnahmegesuch einzureichen.

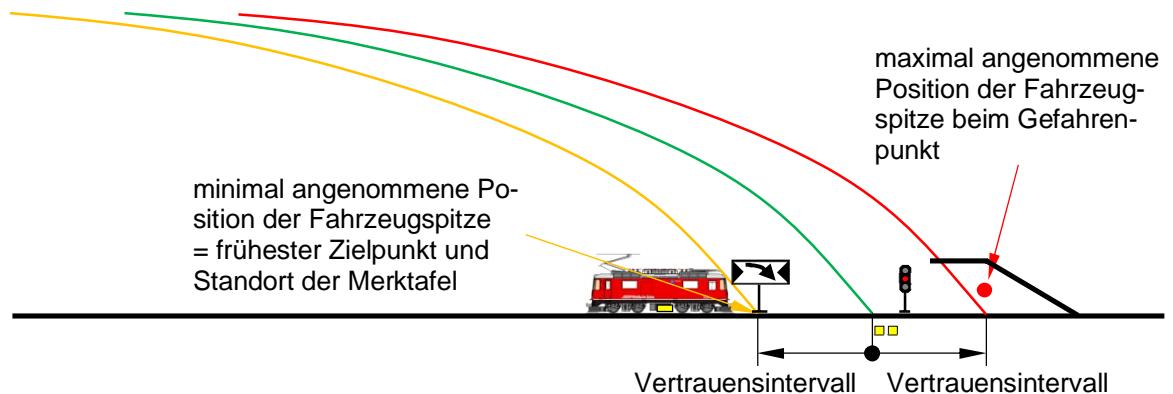


Abbildung 43: Aufstellung der Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve

Es wird keine doppelte Signalisierung durch Hintereinanderstellen von Merktafel und Gruppensignalhalttafel verwirklicht.

6.12.6 Auswirkung des Vertrauensintervalls auf das Geschwindigkeitsprofil

Das Vertrauensintervall beeinflusst jede Bremskurve vor einer Geschwindigkeitsschwelle, weil sie auf die maximal angenommene Position der Fahrzeugspitze berechnet wird. Bei einer Geschwindigkeitserhöhung mit Zuglängenüberwachung ist die minimal angenommene Position des Zugschlusses massgebend. Da die überwachte Geschwindigkeit nicht angezeigt wird, kann der Lokführer nicht wissen, welche

Überwachung gilt. Der Lokführer muss die fahrdienstlich vorgeschriebenen Geschwindigkeitsschwellen einhalten.

Bei Einhaltung der Vorschriften soll keine Systemreaktion ausgelöst werden. Aus diesem Grund ist eine Optimierung unvermeidlich.

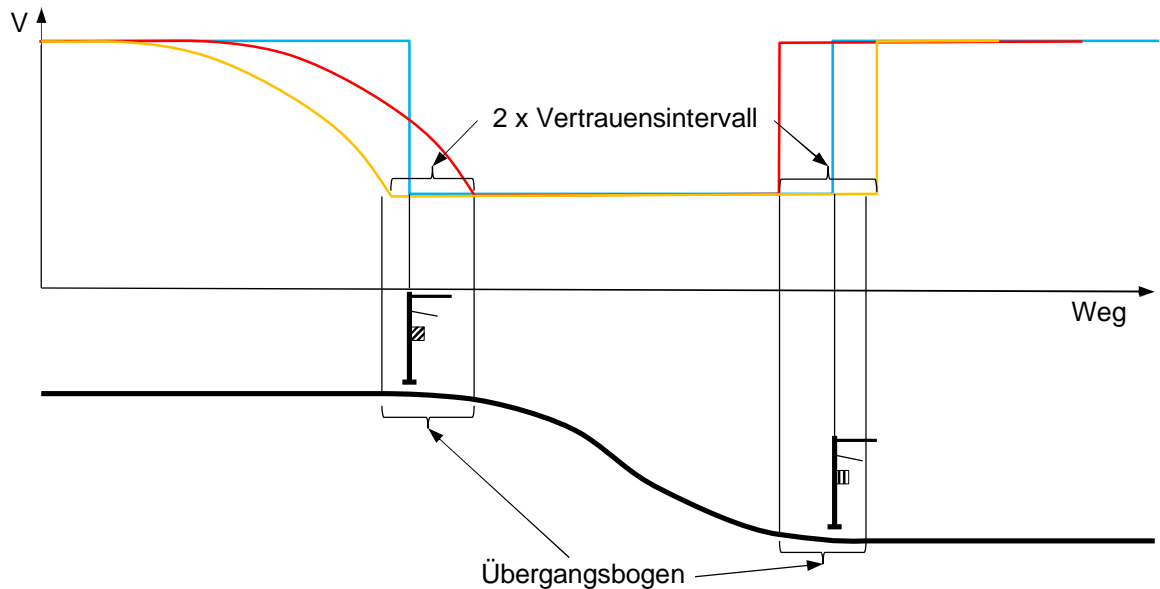


Abbildung 44: Projektierung von Geschwindigkeitseinschränkungen

Die Geschwindigkeitsschwelle wird in den Gleisdaten grundsätzlich beim Anfang des Übergangsbogens festgelegt.

Die Kurvensignale werden in der Regel an Fahrleitungsmasten befestigt. Meistens steht ein Fahrleitungsmast im Übergangsbogen. Der nächste Fahrleitungsmast, Seite höhere Geschwindigkeit, ist öfters 60 m entfernt. Aus diesem Grund werden meistens die Kurvensignale pragmatisch im Übergangsbogen aufgestellt.

Sicherheitsrelevant ist, dass die tiefere Geschwindigkeit spätestens beim Bogenanfang erreicht wird.

Es ist empfehlenswert die Geschwindigkeitsschwelle am Bogenanfang / -ende zu projektieren und die Auswirkung des Vertrauensintervalls zu prüfen. Die tatsächliche Bremskurve soll nicht oder nur unwesentlich restriktiver als die Signalisierung wirken. Es ist zu beachten, dass sich das Vertrauensintervall zwischen Anfang und Ende einer Geschwindigkeitseinschränkung ändert.

Liegt die letzte Balisengruppe vor dem Befahren der Geschwindigkeitsschwelle mehr als 800 m zurück, empfiehlt es sich ca. 200 m vor der Geschwindigkeitsschwelle eine zusätzliche Eichbalisengruppe vorzusehen. Damit lässt sich die Ungenauigkeit der Odometrie ausgleichen und die Berechnung des Vertrauensintervalls neu starten.

Wenn die Geschwindigkeitsschwelle bei einer Weichenspitze projektiert wird, ist es möglich diese bei der Projektierung bis zur doppelten Länge des Vertrauensintervalls in Richtung Herzstück zu verschieben. Damit wird eine Bremsung genau auf die Weichenspitze ermöglicht. Bedingung dazu ist, dass die Weichenspitze unter Kumulierung der Toleranzen nicht mit einer gefährlich überhöhten Geschwindigkeit befahren werden kann.

Mit der höchsten Verzögerung aller angewandten Bremsmodelle darf bei der maximal angenommenen Position der Fahrzeugspitze eine Überschreitung der Höchstgeschwindigkeit von höchstens 25% bei der Weichenspitze toleriert werden.

Die tolerierbare Verschiebung der Geschwindigkeitsschwelle kann wie folgt berechnet werden:

$$s = \frac{(v \times 1.25 / 3.6)^2 - (v / 3.6)^2}{2 \times a}$$

s tolerierbare Verschiebung der Geschwindigkeitsschwelle [m]

a maximale Verzögerung [m/s^2]

v Höchstgeschwindigkeit im Weichenbereich [km/h]

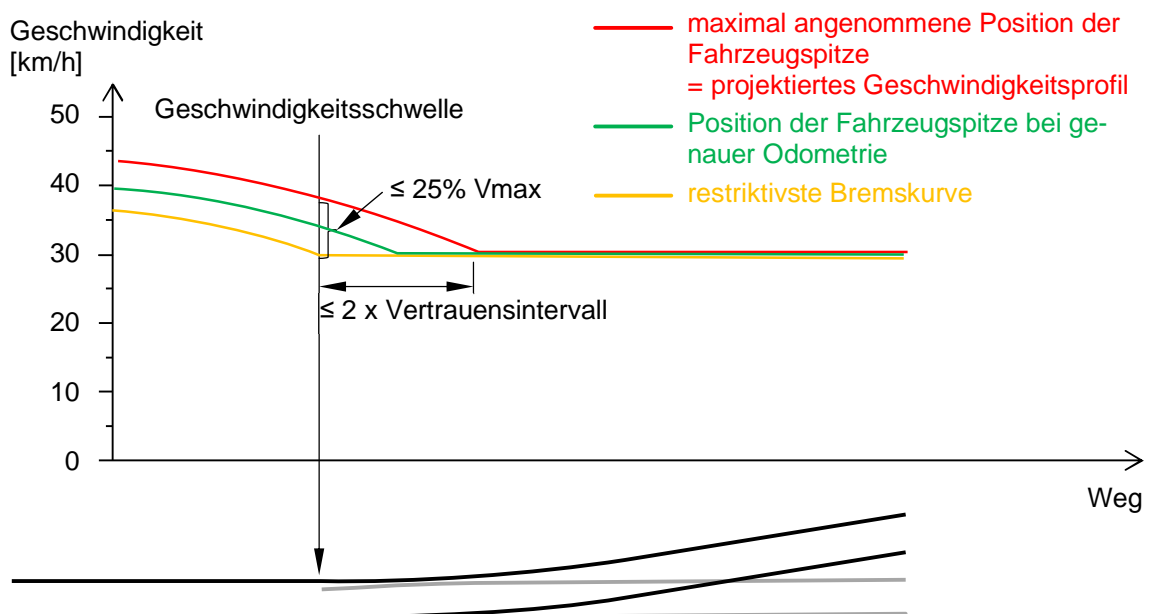


Abbildung 45: Projektierung bei einer Weichenspitze

Die maximal angenommene Position der Fahrzeugspitze entspricht der permissivsten Bremskurve. Die restriktivste Bremskurve entsteht, wenn zum Beispiel der effektive Raddurchmesser deutlich kleiner als der im System eingestellte Wert ist. Bei genauer Odometrie wird die Bremskurve mittig zwischen beiden dargestellten Kurven verlaufen.

Wenn diese Massnahmen eine ungenügende Wirkung haben, sind zusätzliche Fixdaten-Balisengruppen zur Wegkorrektur zu verlegen. Eine systematische Überprüfung dieser Situation ist erforderlich, wenn die Distanz zwischen zwei Balisengruppen 800 m übersteigt.

6.13 Durchrutschwege

6.13.1 Grundsatz

Durchrutschwege müssen aus unterschiedlichen Gründen geplant werden. Sie sind zwingend getrennt zu betrachten. Beide Ausgangslagen dürfen nicht verwechselt werden:

- Vom System benötigter Durchrutschweg damit der Zug trotz Toleranz der Odometrie immer bis zum fahrdienstlich spätesten Halteort fahren kann
- Aus Sicherheitsgründe bei gleichzeitigen Fahrten geforderter Durchrutschweg, um dem Risiko einer ungenügenden Bremsung entgegenzuwirken (AB-EBV, AB 39.3a).

6.13.2 Vom System benötigte Durchrutschwege

Es ist immer ein minimaler Durchrutschweg erforderlich, damit der Halt am fahrdienstlich spätesten Halteort ungehindert möglich ist. Voraussetzung ist, dass das Ziel der Fahrerlaubnis spätestens beim Gefahrenpunkt projiziert wird. Diese Bedingungen werden in Abhängigkeit mit der befahrenen Distanz ab der letzten Balisengruppe erfüllt:

- ohne Eichbalise
Durchrutschweg = Distanz ab letzter Balisengruppe • 0.04 + 12.6 m
- mit Eichbalise
Durchrutschweg = Distanz ab Eichbalisengruppe • 0.04 + 4.6 m.

Der vom System benötigte Durchrutschweg wird durch die Summierung der:

- wegabhängigen Toleranz der Odometrie
- Verlegenauigkeit der Balisengruppe
- minimalen überwachten Geschwindigkeit am spätesten Halteort von 3-4 km/h je nach Bremsmodell

berechnet.

Dieser minimale Durchrutschweg ist auch erforderlich, wenn keine gleichzeitigen Fahrten möglich sind. Damit wird ermöglicht, dass unter Einbezug des Vertrauensintervalls bis zum spätesten Halteort gefahren werden kann, ohne hinter dem Gefahrenpunkt projektieren zu müssen.

6.13.3 Planung der Durchrutschwege bei gleichzeitigen Fahrten

Durch kontinuierliche Überwachung wird gewährleistet, dass der Zug am Ende einer Zugfahrstrasse immer vor dem projizierten Zielpunkt zum Stillstand kommt. Sofern der projizierte Zielpunkt vor dem Gefahrenpunkt liegt, kommt das Fahrzeug vor dem Gefahrenpunkt zum Stehen. Somit dürfen gemäss der AB-EBV, AB 39.3.a, Ziffer 4.3.3 kürzere als die in der Ziff. 4.3.2 festgelegten Mindestdurchrutschwege projiziert werden. Diese sind auf Grund einer Sicherheitsbeurteilung festzulegen.

Verkürzte Durchrutschwege dürfen nur projiziert werden, wenn:

- alle eingesetzten Fahrzeuge für die kontinuierliche Überwachung ausgerüstet sind. Die Migration der Fahrzeuge muss abgeschlossen sein.
- ein Euroloop vor dem Zielsignal zwecks Abfahrtverhinderung installiert ist.

6.14 Massnahmen bei Adhäsionsschwierigkeiten

6.14.1 Verhalten des Triebfahrzeugs bei Adhäsionsschwierigkeiten

Bei Triebfahrzeugen mit an den Triebachsen angeordneten Wegimpulsgebern treten bei schlechteren Adhäsionsverhältnissen (Schlupf / Schleudern) häufig Wegmessfehler auf. Bei Bergfahrten in Steigungen kann es sehr rasch zu unerwünschten Geschwindigkeitsüberschreitungen kommen. Auch können Balisengruppen ausserhalb des Erwartungsfensters erfasst werden, was die entsprechende Systemreaktion verursacht. Unerwünschte System- oder gar Zwangsbremungen sind die Folge.

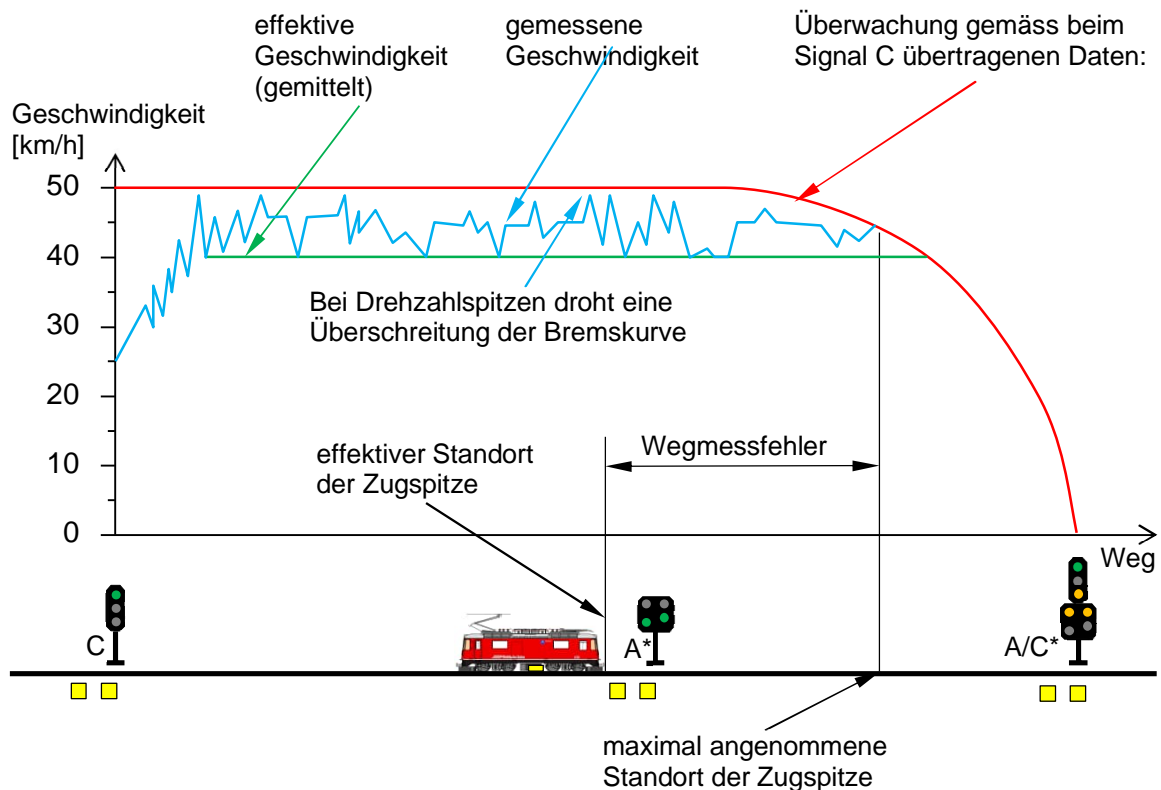


Abbildung 46: Auswirkungen von Adhäsionsschwierigkeiten

Bei maximaler Ausnützung der verbleibenden Adhäsion bei ungünstigen Verhältnissen entsteht ein Schlupf von ca. 5% zwischen den Triebachsen und der Schiene. Zudem entstehen kurzzeitige Drehzahlspitzen der Triebachsen, welche durch die Adhäsionsregelung nur teilweise verhindert werden können. Die gemessene Geschwindigkeit liegt entsprechend höher als die effektive Geschwindigkeit. Der durch den Fahrzeugrechner gemessene Weg ist länger als die tatsächlich befahrene Distanz.

Im Beispiel wird die Bremskurve gegen Ende der am Signal C übertragenen Fahrerlaubnis bereits angeschnitten, bevor die Balisengruppe des Vorsignals A* erreicht wird. Trotz *Fahrt* zeigenden Signalen wird die Fahrt durch die Zugbeeinflussung beeinträchtigt. Falls durch Schleudern der entsprechende Schwellenwert überschritten wird, wird auch bei konstanter und zulässiger effektiver Geschwindigkeit eine Zwangsbremung eingeleitet.

Grössere Wegmessfehler entstehen:

- beim Beschleunigen auf eine höhere Streckengeschwindigkeit nach der Abfahrt aus einem Bahnhof oder einer Haltestelle
- bei längeren Steigungen.

6.14.2 Zielsetzung

Wenn Triebfahrzeuge mit an den Triebachsen angeordneten Wegimpulsgebern eingesetzt werden, ist die Auswirkung der Adhäsionsschwierigkeiten bei der Projektierung besonders zu beachten.

Grundsätzlich gilt, dass ein Wegmessfehler von 10% der nach Überfahrt der letzten Balisengruppe befahrenen Strecke keine Zwangsbremmung auslösen darf.

6.14.3 Massnahmen

Bei der Projektierung wird mit den folgenden Massnahmen den Auswirkungen von Adhäsionsschwierigkeiten bei Bergfahrten entgegengewirkt:

- Die am letzten Hauptsignal sowie am Vorsignal angekündigte Verlegegenauigkeit der Balisengruppe eines Hauptsignals (Einfahrsignal oder Blocksignal) kann bis auf maximal 63 m erhöht werden. Dadurch erhöht sich automatisch das Vertrauensintervall. Damit auch mit genauer Odometrie (ohne Schleudern) bis zum Signal gefahren werden kann, muss der Zielpunkt sofern zulässig entsprechend im Durchrutschweg projiziert werden
- Mit zusätzlichen Eichbalisengruppen werden die durch Schleudern erzeugten Wegmessungenauigkeiten korrigiert. Bei jeder Balisengruppe wird das Vertrauensintervall zurückgesetzt. Die Wegmessfehler werden ausgeglichen. Eichbalisengruppen sind bei Bedarf einzuplanen
 - bei längerer Distanz zwischen zwei Balisengruppen
 - kurz vor einer Balisengruppe mit scharfer Linkingreaktion (Hauptsignal, Kontrolllicht zu einer Bahnübergangsanlage)
- Eine weitere Möglichkeit ist das Linking der Balisengruppen auf der Strecke zu unterbrechen. Ab dem Einfahrsignal muss das Linking wieder gewährleistet werden.

Zusätzlich können den Auswirkungen auf die Fahrzeiten entgegengewirkt werden:

- Bei längeren Steigungen darf die projektierte Geschwindigkeit 8% über die Streckengeschwindigkeit projiziert werden, damit trotz andauernden Schlupfs und Drehzahlspitzen mit der effektiven zulässigen Streckengeschwindigkeit gefahren werden kann.

6.14.4 Beispiel zur Umsetzung

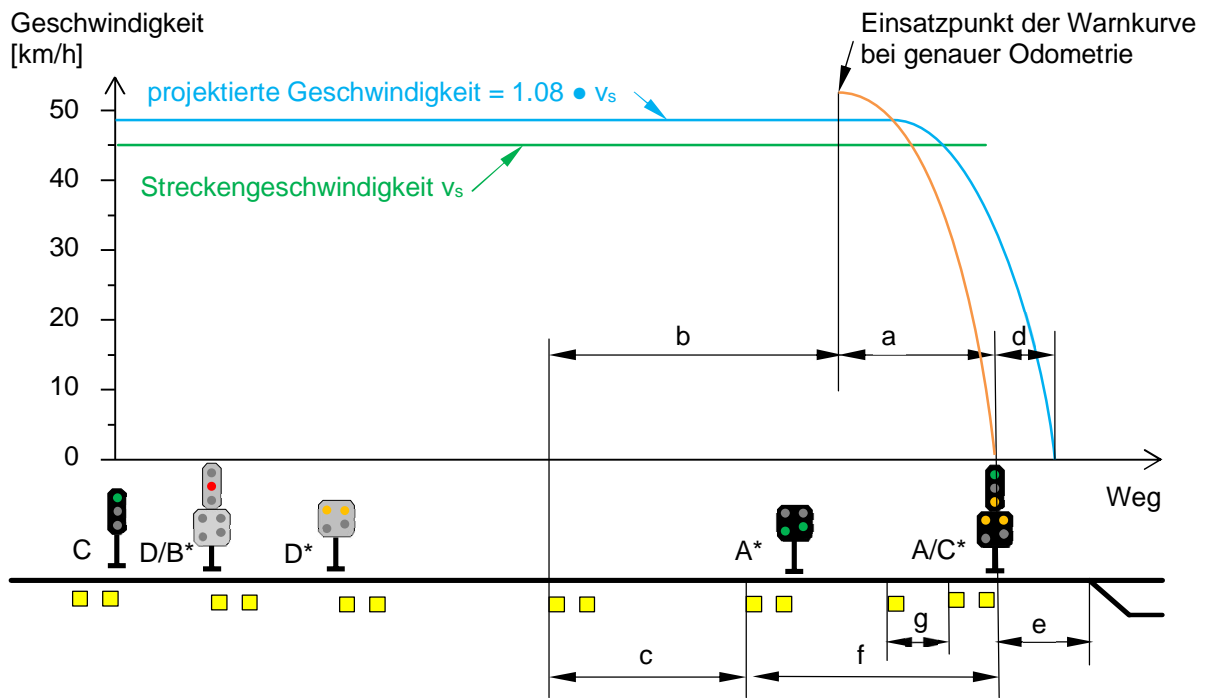


Abbildung 47: Projektierung bei Adhäsionsschwierigkeiten

Im Beispiel soll die Projektierung beim Signal C nach den folgenden Kriterien angepasst werden:

- Das Geschwindigkeitsprofil darf mit einer um 8% höheren als der Streckengeschwindigkeit Wert projiziert werden
- Nach der Vorbeifahrt am Signal C werden Ungenauigkeiten der Wegmessung bei den Balisengruppen zu den Signalen D/B* und B* sowie bei der Fixdaten-Balisengruppe auf der Strecke zurückgesetzt. Bei diesen Balisengruppen wird keine scharfe Linkingreaktion projiziert. Sie werden auch ausgewertet, wenn sie ausserhalb des Erwartungsfensters empfangen werden. Bei diesen Streckenpunkten sind keine Massnahmen erforderlich
- Der Einsatzpunkt der Warnkurve vor dem Zielsignal A/C* bei genauer Odometrie und dem üblichen Bremsmodell wird ermittelt (Distanz a)
- Es wird geprüft, ob der Einsatzpunkt der Warnkurve bei andauerndem Schleudern nach der Balisengruppe zum Vorsignal A* bleibt
 - Die Distanz b wird berechnet
 - Beim andauerndem Schleudern darf der Weg b erst abgefahren werden, wenn am Vorsignal A* vorbeigefahren ist. Ein Schlupf von 10% wird angenommen. Berechnet wird:
 $b \geq 1.1 \cdot c$
- Um diese Bedingung zu erfüllen, kann eine Massnahme erforderlich sein:
 - Zielpunkt der Fahrerlaubnis nach dem Signal A/C* versetzen. Der Durchrutschweg bis zum Gefahrpunkt muss genügend sein. Es gilt:
 $d \leq e$
So wird die Distanz b entsprechend erhöht
 - Zusätzliche Balisengruppe zur Wegkorrektur in der Annäherung zum Vorsignal A* projektieren oder geplante Balisengruppe näher an das Vorsignal A* versetzen.
So wird die Distanz c entsprechend verkürzt
- Bei der Balisengruppe zum Signal A/C* wird eine scharfe Linkingreaktion projiziert. Sie muss innerhalb des Erwartungsfensters empfangen werden. Auch mit einer kurzen Vorsignaldistanz ist eine Massnahme erforderlich:
 - Der Parameter der Verlegungsgenauigkeit der Balisengruppe wird um den Wert 10% der Distanz ab letzter Balisengruppe erhöht
 - Diese Massnahme bewirkt, dass der Zielpunkt der am Vorsignal A* erteilten Fahrerlaubnis bei *Warnung* um das gleiche Mass vorversetzt wird. Damit bis zum Signal A/C* gefahren werden kann, muss die Fahrerlaubnis entsprechend über das Signal verlängert werden. Der Durchrutschweg bis zum Gefahrpunkt muss genügend sein. Es gilt:
 $d \leq e$
 - Wenn eine Geschwindigkeitsschwelle bei der ersten Weiche oder allgemein vor der nächsten mit dem üblichen Wert 5 m der Verlegungsgenauigkeit projizierten Balisengruppe liegt, taugt diese Massnahme nicht. Der Anfangspunkt der verminderten Geschwindigkeit würde entsprechend vorversetzt werden.
 - Eine Eichbalise wird vor der Balisengruppe zum Signal verlegt. Es gilt:
 $0.1 \cdot f \leq g \leq 50 \text{ m.}$
- Liegt auf der Strecke eine Balisengruppe mit scharfer Linkingreaktion, zum Beispiel bei einem Kontrolllicht zu einer Bahnübergangsanlage, müssen die gleichen Massnahmen projiziert werden.

6.15 Fahrbegriff-Tiefhaltung

Beim Nachschalten eines Hauptsignals von einem tieferen auf einen höheren Fahrbegriff, muss die Auswirkung auf die Überwachung eines sich nähernden Zugs geprüft werden. Da die überwachte Geschwindigkeit nicht angezeigt wird, kann der Lokführer nicht wissen, welche Überwachung gilt. Der Lokführer muss die fahrdienstlich vorgeschriebenen Geschwindigkeitsschwellen einhalten. Er hat keine Möglichkeit eine restriktivere systembedingte Überwachung zu erkennen.

Es müssen Massnahmen getroffen werden, damit der Zug nach dem Nachschalten eines Signals nicht behindert wird. Ein Euroloop oder eine zusätzliche Balisengruppe ist eventuell notwendig, um die Änderung der signalisierten Geschwindigkeit auf das Fahrzeug zu übertragen.

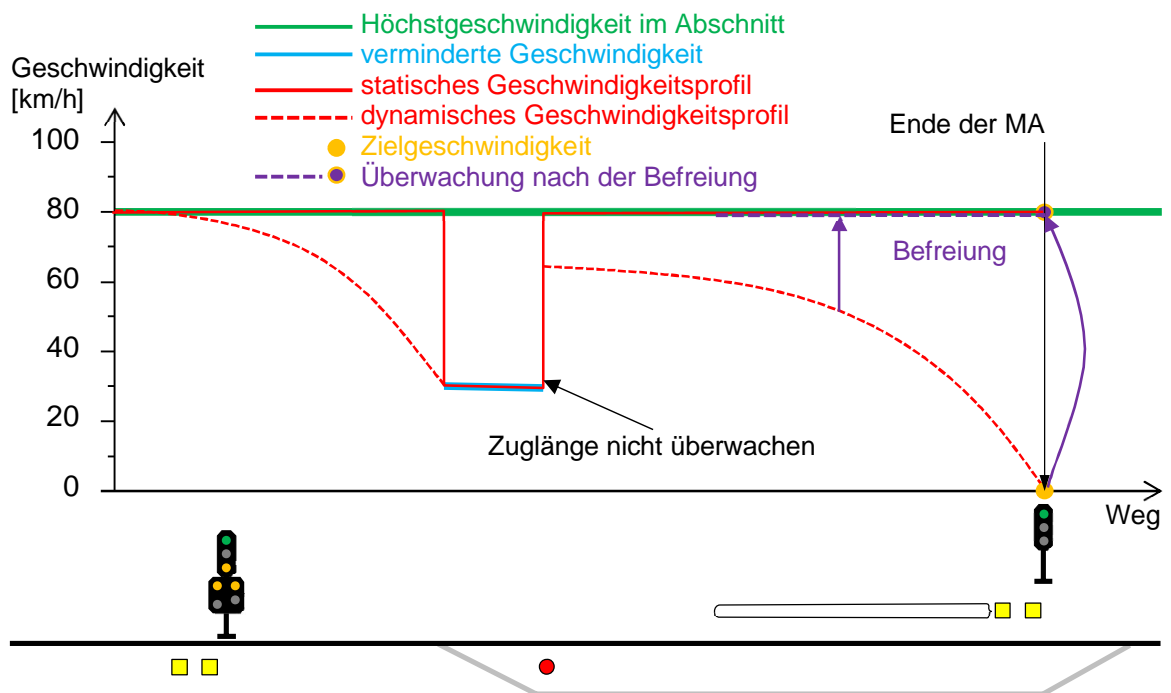


Abbildung 48: Fahrbegriff-Tiefhaltung

Im dargestellten Beispiel wird beim Einfahrtsignal Fahrbegriff 2 als Tiefhaltung signalisiert. Ein typischer Grund kann die Länge des Durchrutschwegs bei gleichzeitigen Einfahrten sein. Es wird keine ablenkende Weiche befahren. Im Beispiel liegt die Geschwindigkeitsschwelle bei signalisierter Geschwindigkeit am Einfahrtsignal bei der ersten Weiche. Wenn das Ausfahrtsignal von *Halt* auf *freie Fahrt* gewechselt hat, darf der Lokführer gemäss schweizerischen Fahrdienstvorschriften wieder beschleunigen, wenn:

- er das vollständige Signalbild und seine Zugehörigkeit zum befahrenen Gleis erkannt hat und
- die Zugspitze die letzte Weiche des Abschnittes befahren hat und
- keine tiefere Geschwindigkeit durch ein Zugbeeinflussungssystem überwacht wird.

Aus diesem Grund wird die signalisierte Geschwindigkeit ab Spitze der Einfahrweiche auf einem kurzen Abschnitt bis zum Profilzeichen der Weiche überwacht. So wird die Einhaltung der signalisierten Geschwindigkeit überwacht. Das Ende der reduzierten

Geschwindigkeit wird ohne Überwachung der Zuglänge vor dem Anfang des Euro-loops erreicht.

6.16 Massnahmen bei knapper Vorsignaldistanz

6.16.1 Grundsatz

Die Vorsignaldistanz soll eine Bremsung in der Annäherung des Hauptsignals ermöglichen, ohne, dass die Warnkurve überschritten wird.

Jedenfalls muss die Vorsignaldistanz den Bremsweg mit einer Betriebsbremsung allenfalls eine Vollbremsung mit einem ganzen Zug berücksichtigen. Eine nur den Schnellbremsweg eines Einzelfahrzeugs berücksichtigende Vorsignaldistanz (sogenannte Mani-Kurve) genügt keinesfalls.

Nur mit der Berechnung des Einsatzpunktes der Warn- und Bremskurven für die gängigen Bremsmodelle unter Berücksichtigung der örtlichen Streckenparameter kann ein Einzelfall beurteilt werden.

Eine restriktiv projektierte Reaktionszeit der Traktionssperre sowie die Zeit bis sich die Bremsung anfängt aufzubauen können ebenfalls dazu führen, dass die Warnkurve zu früh einsetzt.

Um die Sicherheit zu gewährleisten, muss bei der Planung der Signalpositionen mindestens die berechnete Distanz gemäss Kommentar 4 (Ergänzung a) zur AB-EBV Art. 52.2 verwendet werden.

Um betriebliche Einschränkungen zu verhindern, ist zusätzlich die untenstehende Formel für die Bremswegberechnung der Zugbeeinflussung zu verifizieren. Es soll die grössere der beiden Distanzen zur Anwendung gelangen.

$$S = \frac{(V_{Strecke} + V_{\ddot{u}})}{3.6} * (t_r + t_v) + \frac{\left(\frac{(V_{Strecke} + V_{\ddot{u}})}{3.6}\right)^2}{2 \left[a + 9.81 \left(\frac{s_t}{1000} \right) \right]} + S_{\ddot{u}Max}$$

S Bremsweg inkl. Fahrzeugüberhang [m]

s_t Streckenneigung [‰]

a Bremsverzögerung [m/s²]

t_r Bremsreaktionszeit [s]

t_v Bremsdurchschlagzeit [s]

$V_{Strecke}$ Streckengeschwindigkeit [km/h]

$V_{\ddot{u}}$ Überhöhung [km/h]

$S_{\ddot{u}Max}$ Überhang zwischen Fahrzeugspitze und Fahrzeugantenne [m]

6.16.2 Kurze Vorsignaldistanz

Die Fahrerlaubnis wird allgemein bis zum nächsten Hauptsignal erteilt. Die bei einem Hauptsignal erteilte Fahrerlaubnis endet mit einer Bremskurve vor dem folgenden Hauptsignal. Beim Vorsignal werden diese Daten durch eine neue, dem Fahrbegriff entsprechende Fahrerlaubnis ersetzt.

Wenn die Vorsignaldistanz zu knapp ist, wird die Bremskurve am Ende der Fahrerlaubnis bereits vor dem Vorsignal eingeleitet. Auch wenn je nach Situation die Einsatzkurve der Zwangsbremse nicht erreicht wird, kann aber trotzdem die Warnkurve überschritten werden.

Mögliche Massnahmen sind:

- das Vorsignal zu versetzen
- die Streckengeschwindigkeit zu reduzieren
Wenn nur einzelne Bremsmodelle betroffen sind, kann die Geschwindigkeit der entsprechenden Zug- und Bremsreihe vermindert werden
- eine zusätzliche Balisengruppe vor dem Vorsignal zu verlegen
Sie muss in der Sichtweite des Vorsignals und nach dem Punkt liegen, wo sich der Zug befindet, wenn die Fahrstrasse in der Regel eingestellt wird
- einen langen Euroloop so vor dem Hauptsignal zu verlegen, dass der Loopanfang sich bereits vor dem Vorsignal befindet
 - der Loopanfang muss sich in der Sichtweite des Vorsignals befinden
 - unmittelbar nach der Vorbeifahrt am Vorsignal muss bereits das Hauptsignal sichtbar sein
 - die Balisengruppe beim Vorsignal entfällt.

Es ist nicht ratsam die Balisengruppe des Vorsignals vorzuverlegen, weil ein Fahrbe-griff-Wechsel unmittelbar vor der Vorbeifahrt am Vorsignal, nach dem Befahren der Balisengruppe, nicht übertragen werden kann.

6.16.3 Grosses Vertrauensintervall in der Annäherung vor dem Vorsignal

Auch bei theoretisch ausreichender Vorsignaldistanz kann die Einleitung der Bremskurve am Ende der Fahrerlaubnis bereits vor dem Vorsignal beginnen.

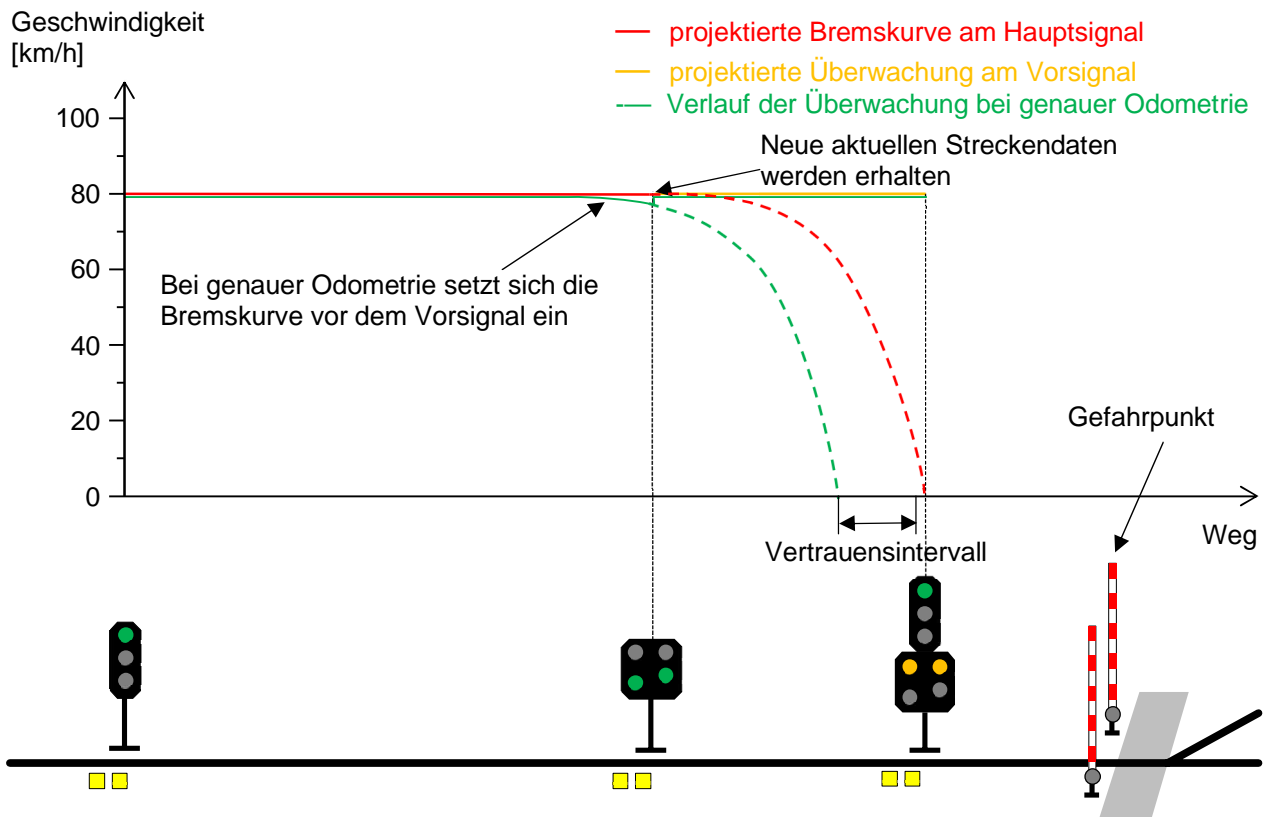


Abbildung 49: Auswirkung eines grossen Vertrauensintervalls

Um einem vorzeitigen Beginn der Bremskurve entgegenzuwirken darf bei einem Hauptsignal (zum Beispiel ein Ausfahrtsignal) das Ende der Fahrerlaubnis in den Durchrutschweg zwischen Zielsignal und Gefahrenpunkt um die Länge des Vertrauensintervalls versetzt werden. Bei genauer Odometrie wird der Halt vor dem Zielsignal auch bei Ausfall des Streckenpunktes am Vorsignal gewährleistet.

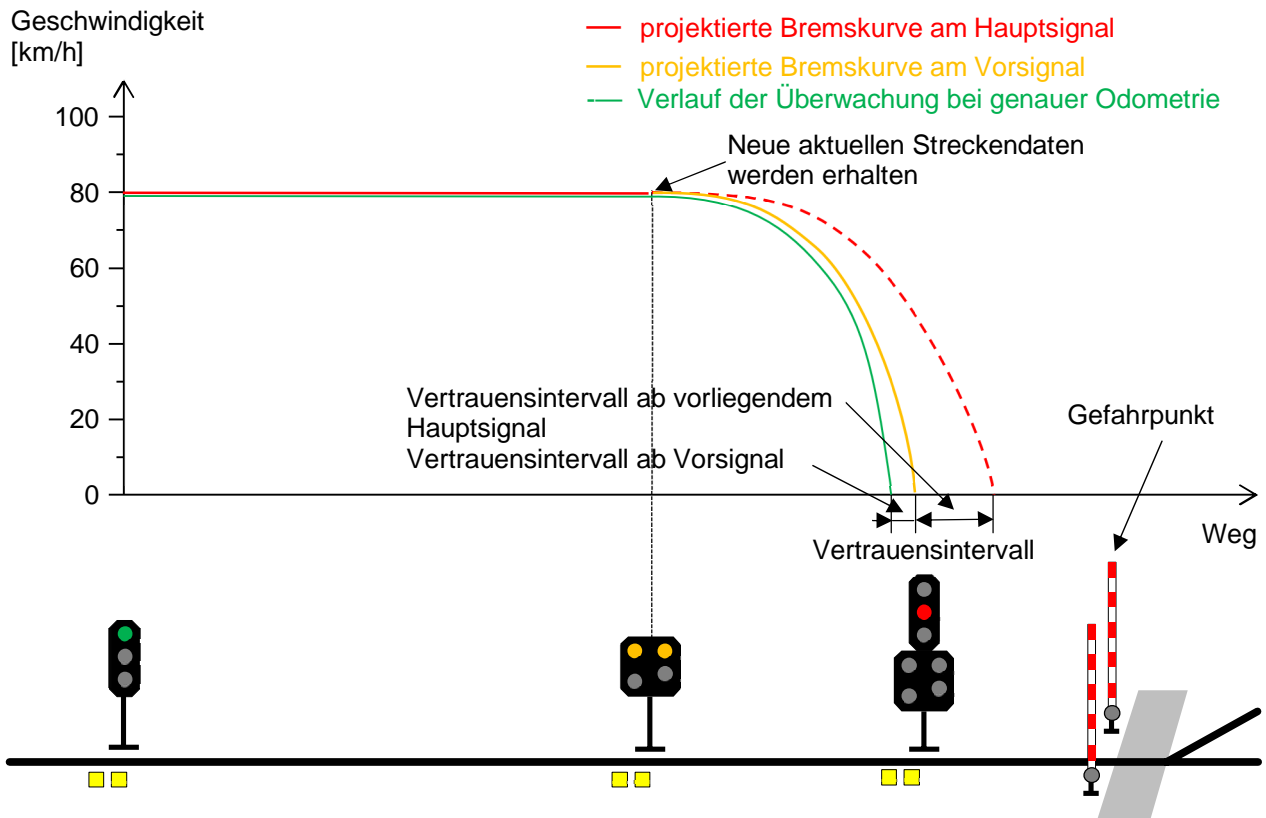


Abbildung 50: Massnahmen bei grossem Vertrauensintervall

6.17 Fehlendes Vorsignal

Wenn eine Merktafel für ein fehlendes Vorsignal zum Einfahrsignal aufgestellt ist, soll eine Balisengruppe bei dieser Merktafel aufgestellt werden. Sie wird an die LEU des Hauptsignals angeschlossen. Deren Projektierung erfolgt wie bei einem echten Vorsignal.

Bei jedem Hauptsignal ohne Vorsignal, endet die beim letzten Hauptsignal erteilte Fahrerlaubnis vor dem Hauptsignal. Eine Befreiung muss in jedem Fall erfolgen. Sie kann mittels Euroloop, Infill-Balisengruppe oder manuell projektiert werden. Wichtig ist bei längeren Signalabständen auch eine Eichbalise in der Annäherung zum Hauptsignal vorzusehen, um das Vertrauensintervall zu reduzieren.

6.18 Besetzte Einfahrt

Eine besetzte Einfahrt wird wie ein normaler Fahrbegriff projektiert:

- die parametrisierte Geschwindigkeit entspricht der höchsten Geschwindigkeit gemäss den Fahrdienstvorschriften
- das Ziel wird beim spätesten Halteort festgelegt.

Zur Fahrwegausscheidung wird grundsätzlich der kürzeste Fahrweg projektiert. Die Entfernung wird je nach Zielgleis bei der Balisengruppe des Signals der Gegenrichtung korrigiert.

Bei der Projektierung muss wie bei einer Fahrweg-Tiefhaltung darauf geachtet werden, dass die Weiterfahrt nach dem Halt nicht wegen Überwachungen im Zusammenhang mit der besetzten Einfahrt verhindert wird. Der Lokführer kann eine solche Überwachung nicht erkennen und daher nicht einhalten. Diese Situation trifft zum Beispiel zu, wenn zwei Züge hintereinander in einem Gleis aufgestellt werden.

Dazu soll das Geschwindigkeitsprofil auf zwei Aspekte getrennt betrachtet und projiziert werden:

- die durch den Fahrweg bedingten Höchstgeschwindigkeiten und Geschwindigkeitsschwellen sind vollumfänglich zu projektieren. Bei einer Erhöhung der Geschwindigkeit ist die Zuglänge zu überwachen.
- die mit der Einfahrt ins besetzte Gleis bedingte Geschwindigkeitseinschränkung ist nur bis zum Anfang des Euroloops im Zielgleis ohne Zuglänge zu projektieren. So wird die Weiterfahrt aufgrund des Fahrbegriffs am nächsten Signal uneingeschränkt möglich.

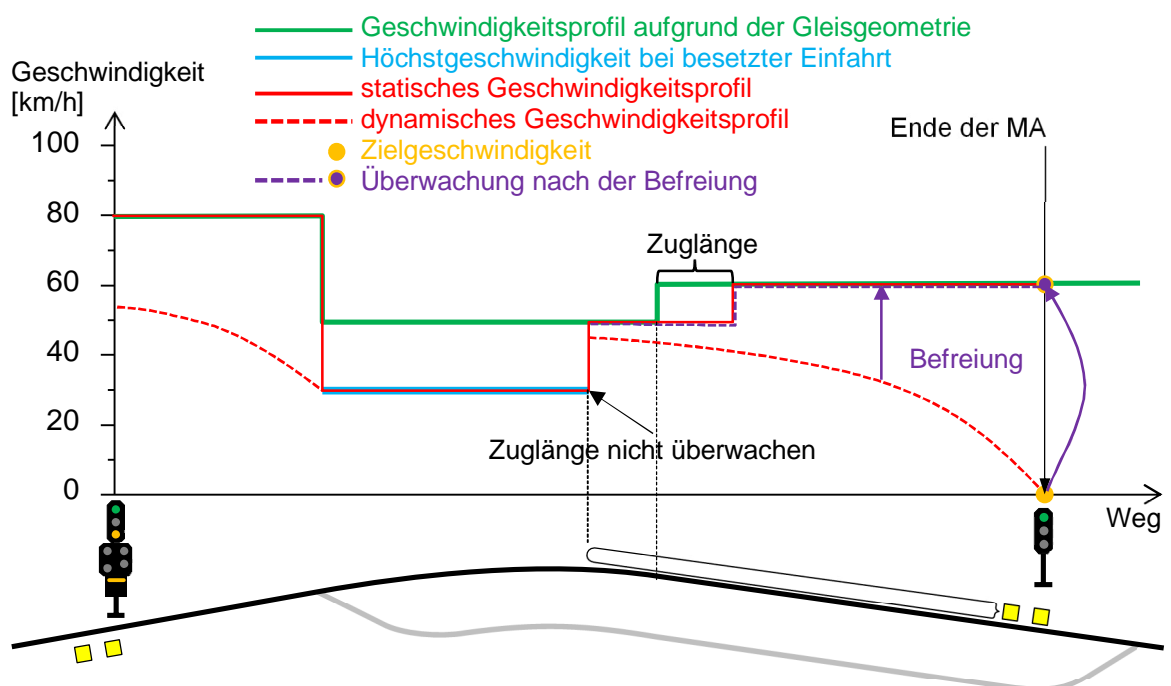


Abbildung 51: Besetzte Einfahrt

Im Beispiel wird die Darstellung der Überwachung sowohl bei der Einfahrt wie auch nach Fahrtstellung des Ausfahrtsignals vereint. In der Praxis erfolgen die besetzte Einfahrt bei Halt zeigendem Ausfahrtsignal und die Ausfahrt sequentiell. Dazu ist zu beachten:

- bei signalisierter Geschwindigkeit am Einfahrtsignal liegt die Geschwindigkeitsschwelle bei der ersten Weiche
- die Bahnhofsgeschwindigkeit beträgt bei der Einfahrt 50 km/h, bei der Ausfahrt 60 km/h. Die Überwachung der Geschwindigkeit wird wie üblich aufgrund der Höchstgeschwindigkeit im befahrenen Fahrweg mit Überwachung der Zuglänge projiziert
- zusätzlich dazu wird die Höchstgeschwindigkeit bei besetzter Einfahrt ab Geschwindigkeitsschwelle überwacht, bis die Zugspitze den Anfang des Euroloops erreicht.

6.19 Einfahrt in einen Bahnhof ohne schienenfreie Zugänge

Eine Geschwindigkeitseinschränkung bei Einfahrt in ein dem Bahnhofgebäude näher liegendes Gleis wird nur projektiert, wenn diese signalisiert wird:

- mittels Signal für Einfahrt in einen Bahnhof ohne schienenfreie Zugänge (R 300.2, Ziffer 5.3.2) oder
- mittels Fahrbezug 6, falls eine Ausführungsbestimmung der Infrastrukturbetreiberin zu den Fahrdienstvorschriften die Einfahrt in ein dem Bahnhofgebäude näher liegendes Gleis mit dem Fahrbezug 6 anordnet.

Überwacht wird die Höchstgeschwindigkeit 20 km/h:

- ab Anfang des Perrons
- ab Sicherheitszeichen der in das Gleis führenden Weiche, wenn kein Perron vorhanden ist
- bis zur Bahnhofsmitte, ohne Zuglänge-Überwachung. Dadurch wird die Abfahrt nach einem Halt nicht behindert.

Diese Geschwindigkeitseinschränkung wird nicht überwacht, wenn sie nur über ein Zeichen in der Streckentabelle oder in der Fahrordnung bestimmter Züge angeordnet ist.

6.20 Rückfall-Fahrbezüge

Bei Ausfall einer einzelnen Signallampe wird je nach Stellwerktyp ein restriktiverer Rückfall-Fahrbezug signalisiert. Allfällige Rückfall-Fahrbezüge müssen in der Projektierung berücksichtigt werden. Wird ein Fahrbezug signalisiert, für welchen kein Datentelegramm projektiert ist, löst die LEU das Stör-Telegramm aus. Zwei typische Situationen sind zu unterscheiden:

- Eine andere Fahrstrasse wird mit dem gleichen Fahrbezug wie der Rückfall-Fahrbezug signalisiert. In diesem Fall ist zu prüfen, dass die Projektierung auch für die mit dem Rückfall-Fahrbezug signalisierte Fahrstrasse richtig ist.
- Die entsprechenden Signalbilder werden ausschliesslich beim Rückfall-Fahrbezug angewendet. In diesem Fall ist eine entsprechende Projektierung vorzunehmen.

Bei Rückfall-Fahrbezügen darf permissiv projektiert werden. Die Zielgeschwindigkeit, ausser wenn *Warnung* signalisiert wird, sowie das statische Geschwindigkeitsprofil dürfen wie beim normalen Fahrbezug projektiert werden.

6.21 Bahnübergangsanlagen

6.21.1 Mit Kontrolllicht überwachte Bahnübergangsanlage

Je nach Anordnung der Steuerung kann die Ausrüstung der Bahnübergangsanlage mit einem bei der Steuerung angeordneten LEU vorteilhaft sein. An diesem LEU werden die bei jedem Kontrolllicht verlegten Balisengruppen angeschlossen. Bei zentral im Stellwerk angeordneter Steuerung ist die Ausrüstung jedes Kontrolllichts mit einem eigenen LEU in der Regel geeigneter.

Bei einem Hauptsignal wird die Fahrerlaubnis grundsätzlich bis zum nächsten Hauptsignal erteilt. Dieser Grundsatz bleibt bestehen, auch wenn eine oder mehrere mit Kontrolllicht überwachten Bahnübergangsanlagen im Abschnitt vorhanden sind. Deshalb soll keine neue Fahrerlaubnis bei einem Kontrolllicht übertragen werden. Dazu erfolgt die Projektierung auf den gleichen Grundsätzen wie eine vorübergehende Langsamfahrstelle.

Die Balisengruppen bei den Kontrolllichtern müssen verlinkt werden. Sie übertragen:

- bei blinkendem Kontrolllicht, eine Positionierung (ETCS-Datenpaket 44)
- bei dunklem Kontrolllicht, die erforderliche Geschwindigkeitsüberwachung in der Form eines TSR (ETCS-Datenpaket 65). Zudem erfolgt eine Positionierung (ETCS-Datenpaket 44). Eine quittierbare Fehlermeldung (E150) kann angezeigt werden (ETCS-Datenpaket 44)
- bei einem Linkingfehler wird eine Zwangsbremmung eingeleitet.

Technisch ist es auch möglich eine Projektierung mit Erteilung einer neuen Fahrerlaubnis ab Kontrolllicht zur Bahnübergangsanlage vorzusehen. In diesem Fall wird das Kontrolllicht vom System her einem Hauptsignal gleichgestellt. Diese Methodik wird hier nicht vertieft dargestellt. Sie darf in begründeten Fällen angewendet werden und ist im Plangenehmigungsverfahren zu deklarieren.

6.21.2 Gestörte Bahnübergangsanlage

Bei einer gestörten Bahnübergangsanlage wird das Befahren mit der Zugspitze im Schritttempo überwacht.

Projektiert wird dazu:

- Zielgeschwindigkeit 10 km/h ab 5 m vor dem Anfang des Bahnübergangs
- Überwachung auf 10 km/h bis Mitte Übergang
- anschliessend gilt wieder die Anlage-Höchstgeschwindigkeit bzw. die signalisierte Geschwindigkeit
- keine Überwachung der Zuglänge.

Wenn mehrere Bahnübergangsanlagen durch ein Hauptsignal oder Kontrolllicht gesichert sind, wird für jeden Bahnübergang eine separate Bremskurve hinterlegt.

6.22 Hilfssignal

6.22.1 Hilfssignal am Einfahrsignal

Das Hilfssignal wird wie ein normaler Fahrbezug projiziert. Die Gefahrenpunkte, welche überwacht werden können, werden soweit möglich gesichert:

- Vom Einfahrsignal bis zur ersten Weiche ist die Höchstgeschwindigkeit bei Fahrt auf Sicht zu überwachen, in der Regel 40 km/h.
- Ab erster Weiche ist die bei Fahrbezug 2 signalisierte Geschwindigkeit zu überwachen, wenn sich die Geschwindigkeitsschwelle bei der ersten Weiche befindet.
- In längeren übersichtlichen und weichenfreien Gleisen ab ca. 300 m darf die Überwachung permissiver auf 40 km/h gesetzt werden.
- Örtliche tiefere Geschwindigkeiten sind zu berücksichtigen.
- Gegebenenfalls ist eine zusätzliche Geschwindigkeitseinschränkung bei besetzter Einfahrt zu berücksichtigen.
- Das Ziel wird auf das kürzeste Fahrziel gelegt. Die Entfernung wird je nach Zielgleis bei der Balisengruppe des Signals der Gegenrichtung korrigiert.
- Die reduzierte Geschwindigkeit wird bis zum Anfang des Euroloops vor den Ausfahrtsignalen, ohne Zuglänge-Überwachung, überwacht. Damit kann die Abfahrt nach Befreiung durch den Euroloop nach Fahrbezug erfolgen. Sie wird nicht durch die bei der Einfahrt mit Hilfssignal überwachte Geschwindigkeit verhindert.
- In einer Anlage ohne Zwergsignale werden die Bahnübergangsanlagen als gestört betrachtet und entsprechend überwacht.
- In einer Anlage mit Zwergsignalen werden die Bahnübergangsanlagen nicht überwacht, weil das letzte Zwergsignal vor dem Übergang dem Lokführer eine gültige Information über den Zustand liefert. Dasselbe gilt, wenn der Zustand der Bahnübergangsanlage mittels Kontrolllicht oder Sperrsignal signalisiert wird.
- Die Erfassung von Zustandskriterien der Bahnübergangsanlagen, nur um die Überwachung beim Hilfssignal zu optimieren, wäre unverhältnismässig. Das Hilfssignal wird nur bei Störungen angewendet. Zudem gilt in diesen seltenen Anwendungsfällen Fahrt auf Sicht.

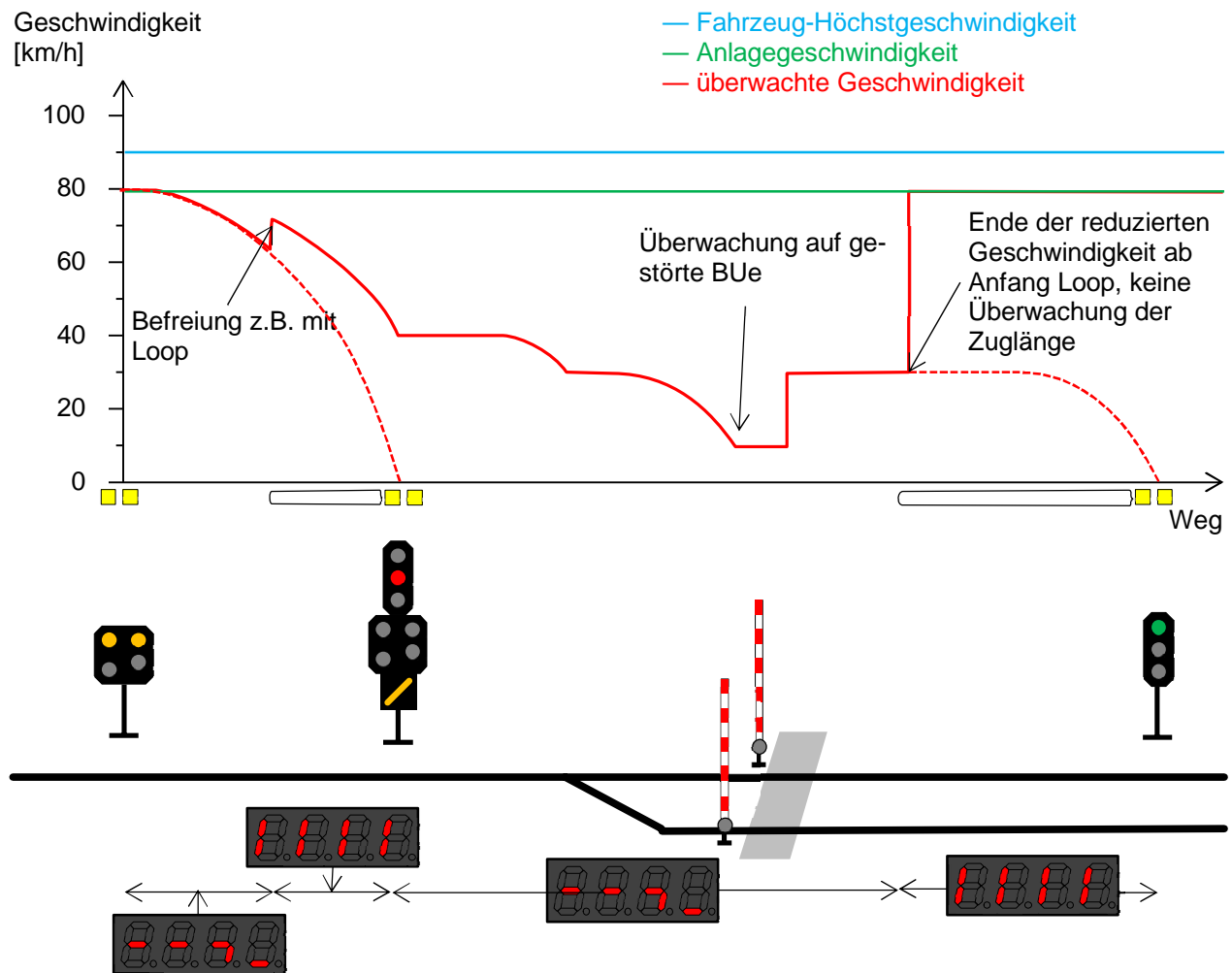


Abbildung 52: Hilfssignal

Mit dieser Projektierung muss der Lokführer keine zusätzliche Bedienung aufgrund der Zugbeeinflussung vornehmen.

6.22.2 Hilfssignal am Ausfahrtsignal

Das Hilfssignal am Ausfahrtsignal wird wie ein normaler Fahrbezug projiziert. Die Gefahrenpunkte, die überwacht werden können, werden soweit möglich gesichert:

- Im Weichenbereich wird die bei Fahrbezug 2 signalisierte Geschwindigkeit überwacht.
- In Anlagen ohne Zwergsignale werden die Bahnübergangsanlagen als gestört betrachtet und entsprechend überwacht.
- In Anlagen mit Zwergsignalen werden die Bahnübergangsanlagen nicht überwacht, weil das letzte Zwergsignal vor dem Übergang dem Lokführer eine gültige Information über den Zustand liefert. Dasselbe gilt, wenn der Zustand der Bahnübergangsanlage mittels Kontrolllicht oder Sperrsignal signalisiert wird.
- Nach der letzten Weiche wird die Streckengeschwindigkeit wie bei *Fahrt* zeigendem Ausfahrtsignal überwacht.
- Das Ziel der Fahrerlaubnis wird auf das nächste Hauptsignal gesetzt.

6.22.3 Hilfssignal System L mit Zusatzsignalisierung bei gestörter Bahnübergangsanlage

Das Hilfssignal am Ausfahrtsignal wird wie ein normaler Fahrbezug projiziert. Die Gefahrenpunkte, die überwacht werden können, werden soweit möglich gesichert:

- Im Weichenbereich wird die bei Fahrbezug 2 signalisierte Geschwindigkeit überwacht.
- Die Bahnübergangsanlagen werden als gestört betrachtet und entsprechend überwacht.
- Nach der letzten Weiche wird die Streckengeschwindigkeit wie bei *Fahrt* zeigendem Ausfahrtsignal überwacht.
- Das Ziel der Fahrerlaubnis wird auf das nächste Hauptsignal gesetzt.

6.23 Strassenbahnbereich

Im Strassenbahnbereich werden die Hauptsignale und die Streckengeschwindigkeit überwacht. Tramsignale ohne Abhängigkeit mit dem Stellwerk werden nicht überwacht. Kurvengeschwindigkeiten können in der Regel nicht überwacht werden.

Bei der Überwachung müssen die Auswirkungen des Vertrauensintervalls und des Schleuderns besonders beachtet werden. Im Strassenbahnbereich werden die Geschwindigkeitsschwellen und die Halteorte tendenziell sehr genau angefahren. Zudem verschlechtert Streusalz die Adhäsionsverhältnisse massiv.

6.24 Vorübergehende Langsamfahrstellen

Wenn vorübergehend signalisierte Langsamfahrstellen überwacht werden sollen, können sie punktuell oder kontinuierlich überwacht werden. Dazu werden nicht verlinkte Wurfbalisen für die Dauer der Langsamfahrstelle installiert. Im Normalfall wird in jeder Fahrtrichtung eine Fixdaten-Balisengruppe auf Höhe des Vorsignals zur Langsamfahrstelle verlegt:

- Eine punktförmige Überwachung wird mit einer im Paket 44 parametrisierten "Warnung" verwirklicht. Der Lokführer muss diese Warnung am DMI oder wenn vorhanden mittels externer Taste quittieren. Für den Fahrzeug-Parameter der maximalen Quittierzeit durch den Lokführer soll 5 s gewählt werden.
- Eine kontinuierliche Überwachung wird mit dem ETCS-Datenpaket 65 verwirklicht. Die überwachte Geschwindigkeit kann in 5 km/h-Schritten programmiert werden. Die maximale Überwachungslänge im Paket 65 beträgt 1360 m. Um die Überwachung auf einer längeren Distanz zu verwirklichen, muss eine zweite Balisengruppe vor dem Ende der Überwachung verlegt werden.
- Bei kontinuierlicher Überwachung ist gegebenenfalls eine Balisengruppe auf Höhe jedes Aufhebungssignals zu verlegen. Die Aufhebung der Langsamfahrstelle wird mittels ETCS-Paket 66 übermittelt.
- Beide Überwachungsarten können kumuliert verwirklicht werden.

Die punktuelle Überwachung wird allgemein verwendet, wenn eine Langsamfahrstelle kurzfristig signalisiert wird. Dazu können vorprogrammierte Balisengruppen zusammen mit den Langsamfahrtsignalen in den Aussenstellen gelagert werden. Gehandhabt werden sie wie die bisherigen Baustellenmagnete.

Die kontinuierliche Überwachung muss von Fall zu Fall projiziert werden. Der Prozess dazu und die Anwendungskriterien sind durch die Infrastrukturbetreiberin festzulegen.

6.25 Punktförmige Überwachung mit Eurobalisen

In einem Bereich mit punktueller Überwachung kann eine am DMI oder mittels externer Taste zu quittierende "Warnung" sowie "Halt" und "Fahrt" mittels Eurobalisen übertragen werden. Zum Schutz von Bahnübergangsanlagen oder anstelle von Magneten können punktuelle Überwachungen realisiert werden. Der Projektierungsaufwand ist entsprechend einfacher als bei einer kontinuierlichen Überwachung.

So kann eine punktuelle Überwachung auch verwirklicht werden, wenn die Fahrzeuge nicht (oder nicht mehr) mit Magnetempfängern ausgerüstet sind. Bei gemischter Ausrüstung der Strecke, kann diese Lösung angewendet werden, wenn die Platzverhältnisse einen Wechsel der Überwachungsart nicht zulassen.

6.26 Abgestellte Fahrzeuge

In Bahnhöfen, wo Fahrzeuge regelmässig abgestellt werden, ist deren Wiederinbetriebnahme, z.B. nach dem Nachtstilllager, konzeptionell zu betrachten.

Nach dem Aufrüsten erfolgt die Fahrt bis zum Befahren der ersten Balisengruppe zwingend in der reduzierten Überwachung. Eine Abfahrtsverhinderung ist nur bei einem zuvor angekündigten Euroloop wirksam.

Unterschiedliche Situationen sind auf der Grafik dargestellt:

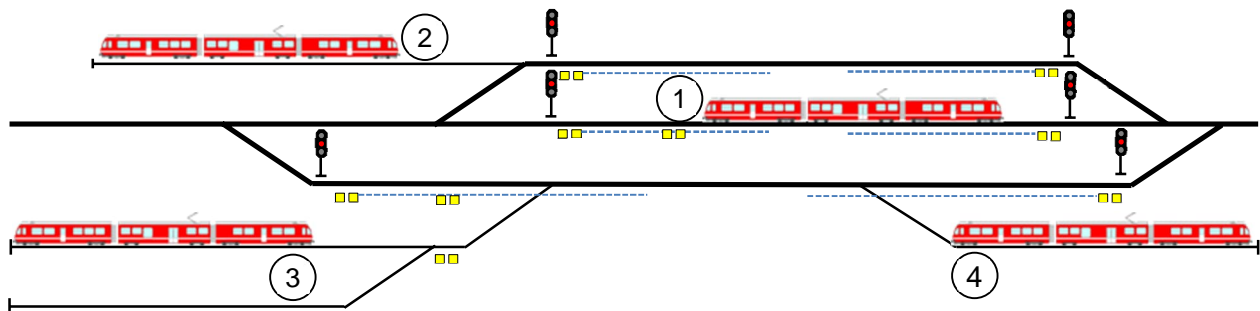


Abbildung 53: Abstell-situationen

- ① Das Fahrzeug wurde im Abfahrtsgleis abgestellt.
 - Wenn das Fahrzeug in der Parkstellung abgestellt wurde, ist die Ankündigung der Euroloops aus der letzten Fahrt immer noch gespeichert. Die Abfahrtsverhinderung ist auch nach einem Nachtstilllager in beiden Fahrtrichtungen wirksam.
 - Wenn das Fahrzeug abgerüstet abgestellt wurde, erfolgt die Abfahrt in der Personalverantwortung. Die reduzierte Geschwindigkeit, grundsätzlich 10 km/h, muss bis zum Befahren der ersten Balisengruppe eingehalten werden:
 - In der Fahrtrichtung nach rechts muss mit der reduzierten Geschwindigkeit bis zum Gleissignal gefahren werden.
 - In der Fahrtrichtung nach links erfolgt der Wechsel von der reduzierten Geschwindigkeit in die Vollüberwachung bereits beim Befahren der zusätzlichen Balisengruppe vor dem Gleissignal. Diese Balisengruppe muss eine am Gleissignal angeschlossene Transparentdatenbalise enthalten. Nebst der Loopankündigung überträgt sie bei Fahrt zeigendem Signal eine Befreiung (Infill).
- ② Die Fahrt aus dem Abstellgleis erfolgt im Rangiermodus. Beim Befahren der Balisengruppe des Gleissignals der Gegenrichtung werden die Loops beider

Fahrtrichtungen angekündigt. Die Abfahrtsverhinderung wird in beiden Fahrtrichtungen damit aktiviert. Bei der Abfahrt wird der Zug auf die signalisierte Geschwindigkeit überwacht.

③ Die Fahrt aus dem Abstellgleis erfolgt im Rangiermodus. Eine Fixdatenbalise ist im Fahrweg aufgestellt. Sie dient der Ankündigung der Euroloops beider Fahrtrichtungen. Die Abfahrtsverhinderung wird in beiden Fahrtrichtungen damit aktiviert. Bei der Abfahrt wird der Zug auf die signalisierte Geschwindigkeit überwacht.

④ Die Fahrt aus dem Abstellgleis erfolgt im Rangiermodus. Bis zum Abfahrtsignal wird keine Balisengruppe befahren. Die Abfahrt des Zuges erfolgt in der Personalverantwortung. Die reduzierte Geschwindigkeit, grundsätzlich 10 km/h, muss bis zum Befahren der ersten Balisengruppe eingehalten werden:

- In der Fahrtrichtung nach rechts muss mit der reduzierten Geschwindigkeit bis zum Gleissignal gefahren werden.
- In der Fahrtrichtung nach links erfolgt der Wechsel von der reduzierten Geschwindigkeit in die Vollüberwachung bereits beim Befahren der zusätzlichen Balisengruppe vor dem Gleissignal. Diese Balisengruppe muss eine am Gleissignal angeschlossene Transparentdatenbalise enthalten.

Vom System her können alle aufgeführten Möglichkeiten verwirklicht werden.

Ein Konzept muss durch den Projektleiter unter Berücksichtigung der Sicherheitsaspekte und der betrieblichen Anforderungen erstellt werden. Sämtliche Anlagen, wo Fahrzeuge regelmässig abgestellt werden, sind einzubeziehen. Dieses Konzept ist mit den Unterlagen zur Plangenehmigung einzureichen.

6.27 Betriebsartumschaltung für die Traktion mittels Balisengruppe

6.27.1 Prinzip

Die Betriebsartumschaltung für die Traktion wird immer mit einer Fixdaten-Balisengruppe unmittelbar bei der Zahnstangen-Einfahrt sowie -Ausfahrt für jede Richtung verwirklicht.

Eine für die Betriebsartumschaltung eingesetzte Fixdatenbalisengruppe darf nicht zusätzlich einen Wechsel von der punktuellen in die kontinuierliche Überwachung auslösen. Die Balisengruppe eines Zugsignals kann nicht für die Betriebsartumschaltung zusätzlich verwendet werden.

Im Balisentelegramm werden folgende Betriebsartinformationen übermittelt und an den digitalen Ausgängen ausgegeben:

- Betriebsart für die Traktion
 - Adhäsion
 - Zahnstange 1
 - Zahnstange 2
 - Zahnstange 3
- Neigungsrichtung (bergwärts/talwärts).

Die Zahnstangenbereiche 1, 2 und 3 werden in Abhängigkeit mit der Neigung zugeordnet.

6.27.2 Wirkung in der Fahrzeugsteuerung

Bei der Betriebsartumschaltung mit Eurobalisen dient der Fahrzeugrechner der Zugbeeinflussung nur als Übertragungsmedium. Die Betriebsart wird in der Fahrzeugsteuerung überprüft und abgespeichert.

Der Grundzustand Adhäsion / Zahnstange wird zurückgelesen und es wird eine Fehlermeldung am DMI ausgegeben, wenn die beiden Zustände nach einer projektierbaren Zeit voneinander abweichen.

Bei der Inbetriebnahme des Fahrzeugrechners wird die aktuelle Betriebsart für die Traktion im System aufgrund des Zustands des digitalen Eingangs zur Rückmeldung der aktiven Betriebsart im Fahrzeug gesetzt.

Ein betriebliches Wenden in der Zahnstange ist im System nicht vorgesehen. Nach dem Wenden erfolgt die Umschaltung der Neigungsrichtung erst nach dem Lesen der ersten Balisengruppe mit entsprechender Paket 44 - Information.

6.28 Betriebsartumschaltung für die Traktion mit Magneten

6.28.1 Prinzip

Eine Betriebsartumschaltung für die Traktion wird mit einer Magnetkombination unmittelbar bei der Zahnstangen-Einfahrt sowie -Ausfahrt für jede Richtung verwirklicht.

Folgende Werte können übermittelt werden:

- Betriebsart für die Traktion
 - Adhäsion
 - Zahnstange 1
 - Zahnstange 2
 - Zahnstange 3
- Neigungsrichtung (bergwärts/ talwärts)

Die Zahnstangenbereiche 1, 2 und 3 werden in Abhängigkeit mit der Neigung zugeordnet.

6.28.2 Wirkung in der Fahrzeugsteuerung

Bei der Betriebsartumschaltung mit Magneten erfolgt die Betriebsartüberwachung im Fahrzeugrechner der Zugbeeinflussung. Nach dem Wechsel Adhäsion – Zahnstange und umgekehrt wird überprüft, dass der Lokführer innerhalb einer projektierbaren Zeit die Betriebsartumschaltung durchführt. Andernfalls wird eine Zwangsbremse eingeleitet. Diese kann nur im Stillstand und in der richtigen Betriebsart zurückgestellt werden. Optional kann der Übergang in Zahnstange 2 mit einem separaten Betriebsart-Eingang überprüft werden (MGB Schöllenen). Ansonsten werden die Übergänge innerhalb der Zahnstange automatisch nachgeführt.

Die Zustände "Zahnstange" und "Neigungsrichtung" werden remanent gespeichert. Diese stehen nach dem Aufstarten des Gerätes wieder zur Verfügung.

Beim Wenden innerhalb der Zahnstange wird auch die Neigungsrichtung richtiggestellt.

Wird ein Fahrzeugrechner im Zahnstangenbereich wegen einer Störung ausgeschaltet, bleibt die Betriebsart gespeichert. Mit einem separaten Eingang kann die Betriebsart im Depot wieder auf Adhäsion zurückgesetzt werden.

6.29 Geschwindigkeitsüberwachung auf Zahnstangenabschnitten

6.29.1 Zahnstangeneinfahrt

Die Projektierung muss so erfolgen, dass eine Zwangsbremung im Bereich der Zahnstangeneinfahrt möglichst vermieden wird. Die Einfahrt in die Zahnstange mit gebremsten Zahnrädern stellt ein viel höheres Risiko als eine Überschreitung der Einfahrtgeschwindigkeit dar.

Die Einfahrtgeschwindigkeit wird allgemein nicht überwacht. Projektiert wird 40 km/h.

6.29.2 Bergfahrt

Grundsätzlich kann in der Fahrzeugprojektierung die Höchstgeschwindigkeit selektiv zu jedem der Zahnstangenbereiche 1, 2 oder 3 projektiert werden.

Projektiert wird die maximale Geschwindigkeit bei der Bergfahrt.

6.29.3 Talfahrt

Die Zahnstangenbereiche 1, 2 oder 3 werden aufgrund des Gefälles festgelegt. Zu jedem Bereich wird eine Höchstgeschwindigkeit in der Fahrzeugprojektierung festgelegt. Damit kann ein Fahrzeug wahlweise nach der Höchstgeschwindigkeit der Geschwindigkeitsreihen 1, 2 oder 3 nach AB-EBV, AB 76.1.a, Ziffer 9 dauernd überwacht werden. Die Überwachung kann in Abhängigkeit mit dem Gefälle in drei Geschwindigkeitsstufen projektiert werden.

Eine Überschreitung dieser überwachten Geschwindigkeiten führt unmittelbar zu einer Zwangsbremung.

Zusätzlich kann ein statisches Geschwindigkeitsprofil (SSP) mit den üblichen Warn-, Betriebsbrems- und Zwangsbremskurven projektiert werden.

Das System ZSI 127 unterscheidet nicht zwischen dem Bremsvermögen im Adhäsions- und im Zahnstangenbereich. Die streckenseitige Projektierung muss so ausgelegt sein, dass die Fahrzeuge im Zahnstangenbereich mit den Bremsmodellen aus dem Adhäsionsbereich arbeiten können. Dazu wird die Neigung talwärts mit 0% projektiert.

6.29.4 Zahnstangenausfahrt

Bei der Zahnstangenausfahrt wird die Höchstgeschwindigkeit des vorangehenden Zahnstangenabschnitts bis zur Zahnstangenausfahrt ohne Überwachung der Zuglänge überwacht.

6.30 Default- und Störungs-Telegramme

Wenn das ETCS-Streckengerät einen Fehler detektiert, das heisst ein fehlerhaftes oder nicht projektiertes Signalbild, setzt das Streckengerät ein Störungstelegramm ab. Das Störungstelegramm wird auch durch den Euroloop übermittelt.

Wenn die Transparentdatenbalise kein Signal des ETCS-Streckengerätes empfängt, wird das in der Eurobalise gespeicherte Default-Telegramm abgesetzt.

Default-Telegramme können weder durch Fixdatenbalisen noch durch Euroloops übermittelt werden.

Die Reaktion bei Default- und Störungs-Telegrammen kann unterschiedlich projektiert werden. Grundsätzlich wird das restriktivste Telegramm nach Normalbetrieb gesendet:

- Vorsignal: Fahrerlaubnis bis zum nächsten Hauptsignal
- Hauptsignal: Halt
- Kontrolllicht zu einer Bahnübergangsanlage: Telegramm bei dunklem Kontrolllicht.

6.31 Abfahrtverhinderung bei Normalspurzügen

In Drei- oder Vierschienengleisen ist zu beachten, dass die Abfahrtsverhinderung nach dem Wenden oder nach dem Aufrüsten bei Normalspurfahrzeugen unwirksam ist. Jede Loopankündigung entfällt. Bei ETCS L1LS erfolgt die Abfahrt nach dem Aufrüsten oder nach dem Wenden in Personalverantwortung mit Überwachungsgeschwindigkeit 40 km/h bis zur Vorbeifahrt an der ersten Balisengruppe. Beim Euro-ZUB ist die Abfahrt nach dem Aufrüsten oder dem Wenden bis zur Vorbeifahrt an der ersten Balisengruppe nicht überwacht. In der Sicherheitsanalyse ist auf die vergleichsweise tiefere Abdeckung der potenziellen Risiken zu achten.

7 Systemintegration beim Betreiber

7.1 Voraussetzungen

Zugbeeinflussungsprojekte sind komplexe interdisziplinäre Projekte. Tiefgreifende Auswirkungen in die beteiligten Bereiche erfordern eine enge Vernetzung der Sparten wie:

- Streckenausrüstung, Anschluss an die bestehende Infrastruktur
- Fahrzeugausrüstung, Integration in bestehende sowie neu gebaute Fahrzeuge
- Systembetrieb, betriebliche Abläufe, Auswirkungen im Hintergrund unter Anwendung der fahrdienstlichen Prozesse und Vorschriften.

Der Systembetrieb steht bei der Auslegung des Projektes und bei der Migrationsstrategie im Vordergrund und gilt als Basis für die konzeptionelle Auslegung des Projekts. Es gilt primär die für die anwendende Bahn spezifischen Sicherheitsanforderungen zu definieren:

- Was ist zu schützen
Art der Überwachung, auszurüstende Standorte
- Der Weg dazu
Migrationsstrategie, Etappierung
- Die Umsetzbarkeit
Finanzierung, Projektkapazitäten im Engineering, Verfügbarkeit der Fahrzeuge und Kapazitäten für deren Umbau, Personalausbildung.

Streckenausrüstung und Fahrzeugausrüstung können weitgehend unabhängig voneinander als getrennte Projekte ausgeführt werden. Wesentlich ist aber, dass beide zeitlich zueinander koordiniert geführt werden.

7.2 Projektierung der Streckenausrüstung

7.2.1 Erfassung der örtlichen Daten

Der erste Schritt der infrastrukturseitigen Projektierung durch den Projektleiter der Bahn ist die Erfassung der örtlichen Daten.

Die Standorte sind mit einer Genauigkeit von +/- 1 m zu erfassen:

- Hauptsignale
- Vorsignale
- späteste Halteorte, z.B. Gruppensignal-Halttafeln, Prellböcke
- besondere betriebliche Halteorte
- Weichen, Spitze und Profilzeichen
- Geschwindigkeitsschwellen in Bahnhöfen und auf der Strecke
- Bahnübergangsanlagen
- Korrektursprünge der Kilometrierung (Fehlerprofile).

Zusätzlich sind zu erfassen:

- Neigungen (Genauigkeit +/- 2%) und Neigungswechsel (Standorte der Neigungszeiger)
- Streckengeschwindigkeiten, inklusiv Kurvengeschwindigkeiten
- Bahnhofgeschwindigkeiten.

Zu jedem Vor- und Hauptsignal sind zu erfassen:

- alle Signalbegriffe, inklusiv Ausfallbegriffe
- alle möglichen Fahrstrassen zu jedem Fahrbegriff mit den entsprechenden zu überwachenden Geschwindigkeiten und Zielpunkten
- bei einem Hauptsignal zusätzlich:
 - die Art der Befreiung
 - die Looplänge oder
 - der Bereich zur manuellen Befreiung
 - der Gefahrenpunkt
 - die zu projektierenden Überwachungen bei Besetzt- und Hilfssignal.

Besonders zu achten ist auf allfällige Fahrbegriff-Tiefhaltungen und auf den Ablauf, wenn das Zielsignal in der Annäherung eines Zuges auf einen höheren Fahrbegriff nachschaltet. Speziell in diesem Fall zu beachten ist, wenn die Zuglänge nicht überwacht werden soll. Sämtliche Geschwindigkeitsschwellen gemäss R 300.6, Kapitel 2 sind zu überwachen. Es darf keine tiefere Geschwindigkeit als die fahrdienstlich erlaubte Geschwindigkeit überwacht werden, denn die überwachte Geschwindigkeit wird nicht angezeigt: Daher wäre eine solche Einschränkung dem Lokführer nicht bekannt und Zwangsbremungen die Folge.

Diese Daten bilden für den Hersteller die Grundlage zur Auslegung des Systems. Alle Streckenkomponenten und die erforderliche Infrastruktur (Apparatekasten, Verkabelung usw.) werden vorerst definiert. Die Abgriffe der Signalbilder sowie allfällige Fahrwegausscheidungen werden festgelegt.

7.2.2 Begehung

In einer Begehung werden die erfassten Daten sowie die Einbaumöglichkeiten systematisch geprüft. Insbesondere ist zu beachten:

- die Genauigkeit aller erfassten Standorte
- die Einbaumöglichkeit der vorgesehenen Apparatekasten
- die Kabeltrassen
- die Länge der Euroloops unter Einhaltung der Projektierungskriterien zur Minimallänge und Maximallänge
- die Verlegung der Leckkabel im Schienenfuss, speziell bei Hindernissen wie Weichen, Übergängen sowie eingedecktem Gleis
- bei manueller Befreiung, die Distanz ab welcher das Hauptsignal in der Annäherung sichtbar wird.

Voraussetzung für eine erfolgreiche und effiziente Begehung ist eine genaue und vollständige Vorbereitung. Alle Projektierungsdaten sind soweit möglich im Voraus zu erfassen. Die Begehung soll nur noch der Prüfung der Projektierung und der Festlegung von Detailpunkten dienen.

7.2.3 Ausführungspläne, Bauunterlagen

Nach der Begehung kann der Systemlieferant die definitiven Ausführungspläne, Bauunterlagen, Anschlussschemas und Unterlagen zum Plangenehmigungsverfahren herstellen.

Diese Unterlagen sind durch den Besteller zu prüfen und freizugeben.

7.2.4 Plangenehmigungsverfahren

Das Plangenehmigungsverfahren ist gemäss Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen (VPVE / SR 742.142.1) zu führen. Die Einzelheiten sind in der Richtlinie BAV zu Artikel 3 dieser Verordnung festgelegt. Zusätzlich zu den üblichen Unterlagen zur Plangenehmigung sind bei einem Zugbeeinflussungsprojekt spezifisch die untenstehenden Angaben erforderlich:

- für Bahnhöfe, wo Triebfahrzeuge regelmässig abgestellt werden: das Abstellkonzept und die Art der Sicherung bei der ersten Abfahrt nach der Inbetriebnahme (Kapitel 6.27)
- wenn der Zielpunkt hinter den Gefahrenpunkt projiziert wird (Ziffer 6.12.3)
- wenn der Zielpunkt hinter einen Prellbock projiziert wird (Ziffer 6.12.4)
- wenn Merktafeln zum Zielpunkt einer Bremskurve aufgestellt werden (Ziffer 6.12.5)
- wenn die Projektierung von Kontrolllichter zu Bahnübergangsanlagen nach der Methodik von Hauptsignalen erfolgt (Ziffer 6.20.1)
- alle Abweichungen zu diesen Projektierungsgrundlagen mit einer Analyse über die allfälligen Überwachungslücken und die damit verbundenen Risiken.

Abweichungen zu diesen Projektierungsgrundlagen sind im Plangenehmigungsverfahren wie Abweichungen zu den RTE zu gewichten und zu behandeln.

7.2.5 Anlagedokumentation

Der Systemlieferant erstellt die Anlagedokumentation und übergibt diese der Infrastrukturbetreiberin. Die Anlagedokumentation umfasst folgende Dokumente und Dateien:

- Situationsplan / Situationsskizze (im PDF Format)
- Grafische Geschwindigkeitsprofile inklusive Neigungen (im PDF Format)
- Telegramminhalte / Pakettabellen (im PDF Format)
- Hersteller spezifische Zielsystemdateien für die Streckenkomponenten
- Programmier- und Prüfprotokolle (im PDF Format).

Bei Änderungen an der Anlage wird die Anlagedokumentation durch den Systemlieferanten aktualisiert bzw. neu erstellt.

7.3 Montage, Inbetriebsetzung

Die Montage der Streckenausrüstung kann weitgehend ohne Beeinträchtigung der in Betrieb stehenden Anlagen erfolgen. Es ist aber zu beachten:

- Noch nicht in Betrieb gesetzte Eurobalisen müssen mittels Abdeckblech abgeschirmt werden, damit sie die Fahrzeuge nicht beeinflussen. Bei Testfahrten muss darauf geachtet werden, dass kein anderes ausgerüstetes Fahrzeug die Strecke bei nicht zugedeckten Eurobalisen befährt.
- Die Führung der Kabel zu den Signallampen durch das ETCS-Streckengerät muss bei gesperrter Strecke erfolgen. Vor der Wiederinbetriebnahme des Signals ist eine vollständige Signalprüfung vorzunehmen.

Nach dem Laden der Konfigurationsdaten des ETCS-Streckengerätes und der Eurobalisen müssen die Telegramme der Eurobalisen zur Prüfung zurückgelesen werden. Damit wird die Funktion beider Geräte geprüft.

Eine Probefahrt soll vor der Inbetriebnahme mit Befahren sämtlicher Gleise in beiden Richtungen durchgeführt werden. Dabei wird besonders geprüft:

- das Linking aller verknüpften Eurobalisen
- der Empfang der Euroloops.

Es ist dabei nicht nötig, auf besondere Signalstellungen zu achten.

Eine zusätzliche Probefahrt zur Prüfung der Zielpunkte (Ende der Fahrerlaubnis) bei ausgewählten oder bei allen Signalen kann eingeplant werden. Bei dieser Fahrt sind alle zu prüfenden Hauptsignale auf *Halt* zu belassen, bis der Zug angehalten hat. Vom Aufwand her ist es sinnvoll, diese Probefahrt erst nach der Inbetriebnahme einzuplanen.

7.4 Projektierung der Fahrzeugausrüstung

7.4.1 Konzept

Die erforderlichen Komponenten werden durch die Fahrzeuglänge, die Anordnung der Antenne und die maximale Länge des Antennenkabels bestimmt:

- Einzelfahrzeuge können mit einem Rechner und in der Regel mit einer ETCS-Antenne ausgerüstet werden.
- Zweiteilige Fahrzeuge können meistens mit einem Rechner, aber zwingend mit zwei ETCS-Antennen ausgerüstet werden
- Längere Triebzüge müssen mit zwei getrennten Fahrzeugausrüstungen projektiert werden.
- Steuerwagen müssen mit eigenen Fahrzeugausrüstungen projektiert werden. Es ist unmöglich das Antennenkabel über eine betrieblich trennbare Kupplung zu führen.

7.4.2 Fahrzeugparameter

Die Fahrzeugparameter werden gemäss dem Hersteller des Zugbeeinflussungssystems für jeden Fahrzeugtyp in Zusammenarbeit mit der Eisenbahnverkehrsunternehmung festgelegt.

Die Parameter umfassen unter anderem:

- Eisenbahnverkehrsunternehmungs- und ETCS-Kennungen
- Festlegung diverser Geschwindigkeitsschwellen
- Bremskurvendefinitionen
- diverse Reaktionszeiten
- maximale Streckenneigungen
- Betriebsartumschaltung für die Traktion und Überwachungen
- Wechsel im Überwachungsbereich.

7.4.3 Systembremsung

Die Auswirkung des Ausgangs "Systembremsung" am Fahrzeugrechner wird in Abhängigkeit mit den Eigenschaften des Fahrzeugs projiziert.

- Grundsätzlich wird eine Zugkraftsperre projiziert
 - eine Hauptschalter-Auslösung ist nicht angemessen, dies unter anderem wegen der Abfahrtsverhinderung auf Euroloop
 - bei thermischen Fahrzeugen wird der Leerlauf des Dieselmotors erzwungen. Dabei kann unter Umständen eine Restzugkraft nicht unterbunden werden
 - bei älteren Triebfahrzeugen, zum Beispiel elektrischen Triebfahrzeugen mit Direktcontrollern, kann eine Zugkraftsperre nicht vernünftig projiziert werden. Es wird darauf verzichtet
- die elektrische Bremse muss aktiv bleiben beziehungsweise muss sie aufgeschaltet werden können
- soweit möglich wird die Hauptleitung während der Fahrt um 1.0 – 1.5 bar abgesenkt
 - diese Funktion kann nicht auf allen Triebfahrzeuggattungen umgesetzt werden
 - die Absenkung soll nur bei Geschwindigkeit > 0 km/h erfolgen, damit bei Abfahrtsverhinderung auf Euroloop keine Bremsung erzwungen wird. So wird unter anderem die Bremsprobe durch eine Abfahrtsverhinderung nicht beeinträchtigt.

7.4.4 Inbetriebsetzung

Bei der Inbetriebsetzung jedes ausgerüsteten Fahrzeugs müssen die grundlegenden Funktionen der Systemkomponenten statisch geprüft werden. Dies umfasst:

- Antenne mittels Prüfbalise
- Magnetempfänger, wenn vorhanden mittels Prüfmagnet
- Bedien- und Anzeigeelement durch Überprüfung der korrekten Anzeigen
- Auswirkung auf dem Fahrzeug mittels Bremstest, dabei muss Zugkraft ausgeübt werden.

Zudem muss eine Probefahrt zur Stichprüfung, der in Abhängigkeit mit den im System verwirklichten Funktionen, erfolgen:

- korrekte Systemreaktion beim Befahren von Eurobalisen und Euroloops
- Empfang von Magneten
- zusätzliche digitale Ausgänge
- Betriebsartwechsel Adhäsion – Zahnrad.

7.5 Bremsmodelle

7.5.1 Grundsätze

Die in der Fahrzeugsoftware parametrisierten Bremsmodelle müssen die Bremseigenschaften der ganzen Zugkompositionen nachbilden. Zu bestimmen sind die Parameter von:

- Traktionsabschaltung
die Zeit vom Einleiten einer Zwangsbremung, bis die Zugkraft abgebaut ist
- Reaktionszeit,
die Summe der Durchschlagzeit bis zum Zugschluss und der Aufbauzeit der Bremskraft im Einzelfahrzeug
- Verzögerung,
die mittlere Verzögerung während der Abbremsung.

Es können bis zu acht Bremsmodelle in der Fahrzeugsoftware programmiert werden. Die Bremsmodelle können für jede Fahrzeugserie unterschiedlich parametrisiert werden. Es sind mindestens zwei Bremsmodelle zu projektieren. Das Bremsmodell mit den tiefsten Parametern muss den Fall des Ausschaltens der grössten abtrennbaren Bremsseinheit abdecken (z.B. Bremse eines Fahrzeugs ausgeschaltet).

Die Parameter für die Betriebsbremsung und für die Zwangsbremung können je Bremsmodell unterschiedlich festgelegt werden. Die Betriebsbremsung dient als Unterstützung und kann nicht bei jedem Fahrzeugtyp verwirklicht werden. Sicherheitsrelevant ist nur die Zwangsbremung.

Die Parameter werden bei Neigung 0 ‰ ermittelt. Die Bremskurvenberechnung im Fahrzeugrechner wird aufgrund der örtlichen Neigung fallweise angepasst.

7.5.2 Anrechenbare Bremsen

Zur Bestimmung der Bremsmodelle sind ausschliesslich die bei der Bremsrechnung des Zugs anrechenbaren Bremsen zu berücksichtigen.

7.5.3 Traktionsabschaltung

Bei einem elektrischen Triebfahrzeug wird die Zugkraft beim Einleiten der Zwangsbremung z.B. mittels Hauptschalter-Auslösung oder Taktsperrung der Stromrichter unmittelbar unterbrochen. In diesem Fall darf bei der Auslegung der Zugbeeinflussung die Zeit zur Traktionsabschaltung auf den kleinsten möglichen Wert projektiert werden. Dies gilt für alle projektierten Bremsmodelle. Bei Fahrzeugen, bei welchen die Traktion nicht unmittelbar unterbrochen werden kann (thermische Fahrzeuge), darf dieser Wert nicht vernachlässigt werden. Der Wert muss in diesem Fall individuell bestimmt werden.

Während der Traktionsabschaltung wird damit gerechnet, dass der Zug noch beschleunigt.

7.5.4 Reaktionszeit

Die Bremskraft baut sich nach dem Einleiten der Bremsung mit dem Ansteigen des Bremszylinderdrucks progressiv bis zum vollständigen Füllen der Bremszylinder im letzten Wagen des Zuges auf. Deshalb bildet die Reaktionszeit die Summe der angeordneten Durchschlag- und Aufbauzeit.

Die Durchschlagszeit im Zug ist die Zeitspanne vom Einleiten der Zwangsbremung bis sich der Hauptleitungsdruck beim letzten Fahrzeug so abgesenkt hat, dass die Bremsen ansprechen. Das bedeutet eine Absenkung um 0.5 bar gegenüber dem Nenndruck. Bei der Vakuumbremse wird eine Absenkung um 15 cmHg gegenüber dem Lösedruck berücksichtigt.

Bei Versuchen muss die Hauptleitung mit dem Zwangsbremsventil entleert werden. Die Durchschlagzeit kann gegenüber einer Schnellbremsung massiv länger ausfallen. Dies ist der Fall, wenn der Durchlass des Zwangsbremsventils nicht optimal ist oder wenn bei älteren Fahrzeugen die Nachspeisung der Hauptleitung nicht unterbrochen wird.

Die Durchschlagzeit kann durch Versuche mit einem Zug der maximalen Länge im Stillstand ermittelt werden.

Die Durchschlagzeit kann mit dem Einsatz von Schnellbrems-Beschleunigungsventilen bzw. bei der Vakuumbremse mittels Schnellbremsventilen minimalisiert werden.

Um die Aufbauzeit im Einzelfahrzeug zu bestimmen, ist die Zeit bis der Bremszylinder zu 80% gefüllt ist repräsentativer als die vollständige Füllzeit des Bremszylinders. Gegen Schluss wird die Lufteinströmung gedrosselt. Die Aufbauzeit kann durch Versuche im Stillstand mit einem Einzelfahrzeug ermittelt werden.

Bei unterschiedlichen Fahrzeuggattungen müssen die Fahrzeuge berücksichtigt werden, welche eine längere Aufbauzeit haben (z.B. Güterwagen).

Während der Reaktionszeit wird damit gerechnet, dass der Zug rollt.

7.5.5 Verzögerung

Die Berechnung der Bremskurven erfolgt mit der projektierten mittleren Verzögerung.

Diese mittlere Verzögerung darf nicht mit den Bremsprozenten (Bremsgewichtshundertstel) gleichgesetzt werden, weil im Bremsprozentwert eine Zeit für den Aufbau der Bremswirkung enthalten ist. Nach AB-EBV Artikel 52.2, Ziffer 6.1.1 gilt die Grundlage "100 Bremsgewichtshundertstel entsprechen einer mittleren Verzögerung von 1 m/s^2 bei einer Bremsung aus 50 km/h auf horizontaler Strecke, berechnet aus der Ausgangsgeschwindigkeit und dem Bremsweg bis zum Stillstand". Damit wird der gesamte Bremsweg vom Einleiten der Bremsung bis zum Stillstand berücksichtigt. Bei einer Bremszylinderfüllzeit von 2.5 s muss die darauffolgende Verzögerung durchschnittlich 1.6 m/s^2 betragen, um den gleichen Bremsweg von 96 m einzuhalten.

Die Verzögerung wird als konstante Verzögerung während der Abbremsung ab Ablauf der Reaktionszeit bis zum Stillstand angenommen.

7.5.6 Vorgehen bei einheitlich gebildeten Zügen

Bei einheitlich gebildeten Zügen (Triebzüge in Einzel- oder Mehrfachtraktion, Pendelzüge aus einheitlichem Rollmaterial) kann das anzuwendende Bremsmodell auf die Eigenschaften der eingesetzten Fahrzeuge abgestimmt werden. Bei Mehrfachtraktion und Pendelzügen ist die längste Komposition zu berücksichtigen.

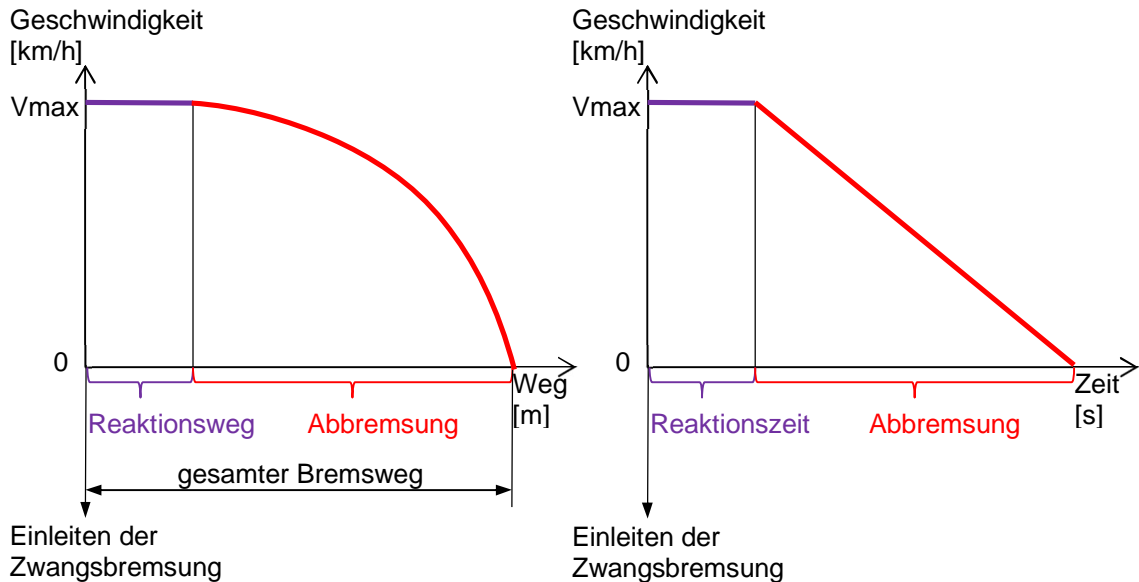


Abbildung 54: Zwangsbremung einheitlicher Zug

Das Bremsmodell kann aufgrund von Ergebnissen von Bremsversuchen mit der entsprechenden Komposition festgelegt werden. Es darf auch auf die Ergebnisse von Bremsversuchen bei der Fahrzeugzulassung zurückgegriffen werden.

Vorerst muss die Reaktionszeit ermittelt werden. Als Ausgangsgeschwindigkeit wird die Fahrzeug-Höchstgeschwindigkeit gewählt. Die mittlere Verzögerung während der Abbremsung wird wie folgt berechnet:

$$a = \frac{v_0^2}{2(s - v_0 \times t_0)}$$

a mittlere Verzögerung [m/s^2]

v_0 Ausgangsgeschwindigkeit [m/s]

t_0 Reaktionszeit = Aufbauzeit [s]

s gesamter Bremsweg [m]

7.5.7 Vorgehen bei unterschiedlich gebildeten Zügen

Bei unterschiedlich gebildeten Zügen müssen die Bremsmodelle auf dem Bremsverhältnis aufgebaut werden. Das bei der Zugbildung ermittelte Bremsverhältnis entspricht der Wirksamkeit der im Zug vorhandenen Bremsen. Jedes Bremsmodell wird einer bestimmten Bremsreihe zugeordnet. Die Reaktionszeit wird unter Berücksichtigung der längsten Züge festgelegt. Es werden die gleichen Bremsmodelle unabhängig der Triebfahrzeugtypen projiziert.

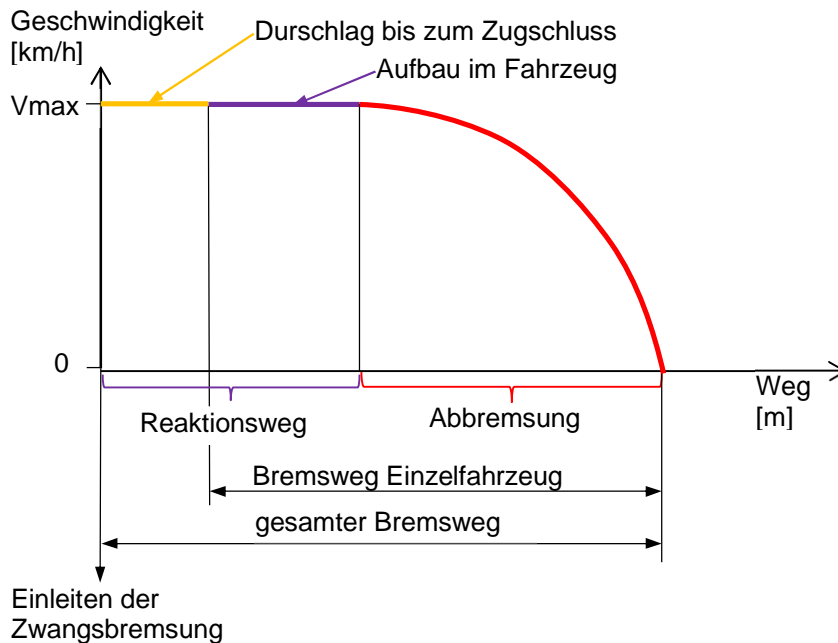


Abbildung 55: Zwangsbremung gemischter Zug

Vorerst müssen die Durchschlagszeit bis zum Zugschluss sowie die Aufbauzeit im Einzelfahrzeug ermittelt werden. Der Bremsweg des Einzelfahrzeuges wird nach den Bremsbewertungskennlinien AB-EBV, AB 52.2 Blatt 9 für das dem Bremsmodell zugeordnete Bremsverhältnis ermittelt. Die Höchstgeschwindigkeit der Zugreihe wird als Ausgangsgeschwindigkeit für die Bestimmung definiert.

Die mittlere Verzögerung während der Abbremsung wird wie folgt berechnet:

$$a = \frac{v_0^2}{2(s_t - v_0 \times (t_0 + t_1))}$$

- a mittlere Verzögerung [m/s^2]
- v_0 Ausgangsgeschwindigkeit [m/s]
- t_0 Aufbauzeit im Einzelfahrzeug [s]
- t_1 Durchschlagzeit bis zum Zugschluss [s]
- s_t gesamter Bremsweg [m]

7.5.8 Verkürzung der Reaktionszeit

Es ist möglich die Reaktionszeit nur teilweise anzurechnen. Die berechnete mittlere Verzögerung wird demzufolge leicht vermindert. Ab Höchstgeschwindigkeit bleibt der gesamte Bremsweg so unverändert. Ab tieferer Geschwindigkeit wird tendenziell ein kürzerer Bremsweg berechnet.

Die Verkürzung der Reaktionszeit ermöglicht eine rassistere Fahrt in der Annäherung zum Signal.

In diesem Fall muss bei Bremsversuchen ab niedrigerer Geschwindigkeit geprüft werden, ob der Halt vor dem projektierten Halteort immer gewährleistet bleibt.

7.5.9 Verifizierung der Parameter

Die Bremsparameter sind bei Bremsversuchen zu verifizieren. Die dabei eingesetzten Fahrzeuge sollen für den effektiv im Betrieb zutreffenden Unterhaltszustand repräsentativ sein. Der Versuchszug soll mit der maximalen Länge zusammengestellt sein.

Systematische Bremsversuche sollen in einem Abschnitt mit der maximalen Streckengeschwindigkeit in der Annäherung von einem Hauptsignal vorgenommen werden. Die Neigung im Bremsweg muss möglichst klein und unbedingt konstant sein.

Das *Halt* zeigende Hauptsignal wird angefahren:

- mit der Höchstgeschwindigkeit
- mit 2-3 verschiedenen tieferen Geschwindigkeiten
- gegebenenfalls mit verschiedenen repräsentativen Bremsmodellen. Dabei müssen die Bremsen im Zug entsprechend konfiguriert sein (z.B. Bremsen einzelner Fahrzeuge gezielt ausgeschaltet).

Die Einleitung der Bremsung erfolgt durch die Zugbeeinflussung beim Überschreiten der Bremskurve. Gemessen wird:

- der Verlauf der Geschwindigkeit während der Abbremsung
- der genaue Halteort in Bezug zum projektierten Halteort.

7.6 Festlegung der Fahrzeugparameter

7.6.1 Grundlage

In der untenstehenden Tabelle werden die zu projektierenden Fahrzeugparameter aufgelistet.

In der Spalte "Grundsätze" werden die Grundsätze zur Festlegung der Parameter bei Fahrzeugen, die auf dem eigenen Infrastrukturnetz eingesetzt werden, aufgelistet. Diese Parameter sollen auf die Gegebenheiten des Infrastrukturnetzes optimal festgelegt werden.

Bestimmte Fahrzeuge werden auf mehreren Infrastrukturnetzen eingesetzt. Es handelt sich vorwiegend um Fahrzeuge zum Unterhalt der Infrastruktur. Um das Laden einer neuen Konfiguration bei jeder Überstellung zu vermeiden, werden in der Spalte "freizügiger Einsatz" allgemein einsetzbare Parameter mit gewissen Kompromissen festgelegt.

7.6.2 Fahrzeugparameter

Beschreibung	Grundsätze	Freizügiger Einsatz
ETCS-Länderkennungen für die Zugbeeinflussung ZSI 127 (NID_C)	452 und/oder 453 und/oder 454 nach Zuteilung der Eurobalisen-Kennzeichnung durch die Systemführung ETCS	452, 453 und 454
Weg- und Rückrolldistanz	≤ 2 m	2 m
Grenze für Stillstandsüberwachung	1-2 m	2 m

Beschreibung	Grundsätze	Freizügiger Einsatz
Reduzierte Geschwindigkeit	10 km/h	10 km/h
Rangiergeschwindigkeit Bahnhof	Höchstgeschwindigkeit gemäss Fahrdienstvorschriften	30 km/h
Rangiergeschwindigkeit Strecke	Höchstgeschwindigkeit gemäss Fahrdienstvorschriften	60 km/h
Vmax beim Aktivieren des Rangiermodus	Empfehlung: 10 km/h	10 km/h
Vmax beim Verlassen des Rangiermodus	10 km/h	10 km/h
Bei Fahrt im SH-Mode über Balisengruppe oder eine <i>Halt</i> übermittelnde Magnetkombination wird Summton ausgegeben und Shunting Lampe blinkt	nein	nein
Summer- und DMI-Signalisierungsdauer bei der Überfahrt einer Balisengruppe oder <i>Halt</i> übermittelnde Magnetkombination im Manöverbetrieb,	0	0
Toleranz zwischen erlaubter Geschwindigkeit und Warngeschwindigkeit	≤ 5 km/h empfohlen wird eine geschwindigkeitsabhängige Abstufung	≤ 35 km/h: 3 km/h > 35 km/h / ≤ 55 km/h: 4 km/h > 55 km/h: 5 km/h
Toleranz zwischen erlaubter Geschwindigkeit und Einleiten der Systembremsung	≤ 7 km/h empfohlen wird eine geschwindigkeitsabhängige Abstufung	≤ 35 km/h: 4 km/h > 35 km/h / ≤ 55 km/h: 5 km/h > 55 km/h: 7 km/h
Toleranz zwischen erlaubter Geschwindigkeit und Einleiten der Zwangsbremsung	≤ 10 km/h empfohlen wird eine geschwindigkeitsabhängige Abstufung	≤ 35 km/h: 5 km/h > 35 km/h / ≤ 55 km/h: 7 km/h > 55 km/h: 10 km/h
Geschwindigkeit bei fehlendem Empfang im Bereich eines angekündigten Euroloop	10 km/h	10 km/h
Zeit innerhalb welcher ein <i>Halt</i> sendender Euroloop quittiert werden muss	5 s	5 s
maximale Steigung (Adhäsion)	netzspezifisch	80‰
Auflistung aller anzutreffenden Magnetkombinationen	netzspezifisch	Parameter eines Netzes auswählen. Auf den anderen Netzen werden Fehlermeldungen ausgegeben

Beschreibung	Grundsätze	Freizügiger Einsatz
Zeit, während dieser auf dem BAG der Begriff "Fahrt" angezeigt wird.	≤ 10 s empfohlen: 2 s	2 s
Max. Zeit innerhalb welcher eine Warnung quittiert werden muss	5 s	5 s
Nachblinkperiode des Begriffs "Warnung" nach der Quittierung durch den Lokführer	Wert gemäss Konzept des bisherigen Systems übernehmen	0
Einschaltdauer der Leuchte "Warnung" innerhalb der Nachblinkperiode nach Quittierung durch den Lokführer	Wert gemäss Konzept des bisherigen Systems übernehmen	0
Anzahl Nachblinkperioden der Leuchte "Warnung" nach Quittierung durch den Lokführer	Wert gemäss Konzept des bisherigen Systems übernehmen	0
Auswahl der Überwachungsbe- reiche	Gemäss Ausrüstungs- stand / Migrationskon- zept des Netzes festle- gen	1 kontinuierliche Über- wachung 3 punktuelle Überwa- chung
Max. Bestätigungszeit für den Wechsel in den Unfitted Mode durch den Lokführer.	5 s wenn "2 keine Überwa- chung" angewählt wer- den darf	0
Zuglänge-Überwachung aktivie- ren	ja	ja
Anzahl Bremsmodelle	2-8 fahrzeugspezifisch	2-8 fahrzeugspezifisch
Parameter der Bremsmodelle	fahrzeugspezifisch	fahrzeugspezifisch
Systembremsung bei Abfahrt- verhinderung mittels Euroloop aktivieren	ja, wenn die Systemb- remmung fahrzeugeitig eine Auswirkung hat	ja, wenn die Systemb- remmung fahrzeugeitig eine Auswirkung hat
Auswertung der ETCS Pakete 65, 66 und 141 in der punktu- ellen Überwachung	ja	ja
Beibehaltung der Streckendaten nach einer Zwangsbremmung	ja	ja

7.7 Betriebsvorschriften

Eine Betriebsvorschrift über das System ist durch den Betreiber herauszugeben. Zu regeln sind mindestens die Bedienung und die fahrdienstlichen Zusammenhänge unter Berücksichtigung der schweizerischen Fahrdienstvorschriften. Hauptanwender dieser Vorschrift sind die Lokführer. Die Systemführung stellt eine Mustervorschrift zur Verfügung, die durch jeden Betreiber übernommen und den eigenen Verhältnissen angepasst werden kann.

Die Betriebsvorschriften der einzelnen Sicherungsanlagen sind anzupassen. Insbesondere müssen die Balisengruppen und die Euroloops auf den beigelegten Plänen eingetragen werden.

Unterhaltsvorschriften des Systemlieferanten sind zu übernehmen oder den eigenen Verhältnissen anzupassen.

7.8 Schulungen

Die Lokführer sind vor der Inbetriebnahme des ersten ausgerüsteten Fahrzeugs zu schulen. Die Schulung ist auf die Etappierung der Migration abzustimmen. Zum Beispiel:

- erste Schulung vor der Inbetriebnahme des ersten mit Zugbeeinflussung nach Standard ZBMS ausgerüsteten Fahrzeuges. Dabei werden die Systemgrundsätze und die Bedienung in der punktuellen Überwachung vermittelt.
- zweite Schulung vor der Inbetriebnahme der ersten Streckenausrüstungen mit kontinuierlicher Überwachung. Alle Systemfunktionen und die gesamte Bedienung werden unterrichtet.
- dritte Schulung nach den ersten Betriebserfahrungen als Weiterbildung um die Systemkenntnisse zu vertiefen.

Das Unterhaltspersonal der Sicherungsanlagen und der Fahrzeuge ist durch den Systemlieferanten zu schulen.