

Landquart, 31. März 2026

# Systemführung ZBMS

## Projektierungsgrundlagen Zugbeeinflussung

für Eisenbahnunternehmen, welche eine Zugbeeinflussung gemäss ZBMS einsetzen

Version:

Nr. 5.0

Inkraftsetzung:

15. April 2026

Dokument-Nummer:

21187

**Rhätische Bahn**

erstellt:

geprüft / verifiziert:

Freigabe:

Pierre-Yves Kalbfuss  
I-EA-BK-BA

Rico Zanchetti  
Leiter I-EA-BK

Urs Tarnutzer  
Leiter Elektrische Anlagen

## Dokumentinformation

Version	Datum	Ersteller	Änderungshinweise
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
5.0	15.04.2026	Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)	Weiterentwickelte Ausgabe, Anpassung auf dem Stand des Release 5.5.1 des Fahrzeugrechners

## Änderungen gegenüber der letzten Ausgabe

Aufgelistet werden die materiellen Änderungen und Ergänzungen gegenüber der Version 4.0 vom 01.02.2023. Reine formelle Anpassungen werden nicht erläutert.

### 1.2 Anwendungsbereich

- Ein Hinweis auf die zu berücksichtigenden Herstellervorgaben wurde eingefügt.

### 1.3 Umsetzung des Standard ZBMS

- Die Zuglängen-Überwachung wird allgemein umgesetzt. Bei den ersten dem System einsetzenden Eisenbahnunternehmen sind die entsprechenden Ergänzungen der infrastrukturseitigen Projektierung abgeschlossen oder in der Umsetzung.

### 4.2.5 Befestigungsarten

- Ein Hinweis auf die nötige Entwässerung von Schächten wurde eingefügt.

### 4.4.2 Verlegung

- Bei der Verlegung des Leckkabels ist auf die regelmässige Verteilung des Spielraums für die temperaturabhängige Längenausdehnung zu achten.

### 4.4.3 Gleisunterhalt

- Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, das Leckkabel provisorisch auf dem Bankett zu legen.

### 5.7 Wegimpulsgeber

- Die Abgrenzung zu anderen Systemen wurde präzisiert.

### 6.3.2 Zielgeschwindigkeit am Ende der Fahrerlaubnis

- Die Grundsätze wurden zur besseren Verständlichkeit präzisiert.

### 6.6.2 Befreiung durch Euroloop

- Die Befreiung mittels Infillbalisen ist als Alternative zum Euroloop in Betracht zu ziehen.
- Eine Kosten-/ Nutzen-Analyse muss erstellt werden, wenn ein Euroloop aus betrieblichen Gründen verlegt werden soll.

### 6.11 Vertrauensintervall / Erwartungsfenster

- Die Definition des Vertrauensintervalls wurde zur besseren Verständlichkeit neu formuliert.

### 6.12.2 Erreichen des spätesten Halteort

- Die Methodik zur Ermittlung der für die Funktion des Systems erforderlichen Distanz nach dem spätesten Halteort wurde eingefügt.
- Eine Regelung zur Festlegung der Distanz nach dem Hauptsignal bis zum projektierten Zielpunkt der Fahrerlaubnis wurde erstellt. Die Abbildungen 36 "Zielpunkt nach dem spätesten Halteort" wurde ergänzt.
- Der Abstand zwischen einer Eichbalise und dem spätesten Halteort wird als Grössenordnung angegeben. Die Abbildung 37 "Distanz bis zum Gefahrenpunkt auch mit Eichbalise nicht ausreichend" wurde angepasst.

- 6.13 Durchrutschwege
  - Redaktionelle Anpassungen wurden vorgenommen, damit die für die Funktion des Systems erforderliche Distanz nach dem spätesten Halteort und der aus Sicherheitsgründen vorgeschriebene Durchrutschwege gemäss AB-EBV, 39.3.a, Ziffer 4.3 eindeutig unterschieden werden.
  - Bedingungen in Bezug auf der Zugbeeinflussung für die Festlegung verkürzter Durchrutschwege aufgeführt.
- 6.14.3 Massnahmen bei Adhäsionsschwierigkeiten
  - Da die Erhöhung des Parameters Verlegegenauigkeit sich in gewissen Situationen negativ auswirkt, werden die Möglichkeiten des Verzichts auf die Verlinkung als Massnahme bei Adhäsionsschwierigkeiten ein hoher Wert gegeben.
- 6.29.1 Zahnstangeneinfahrt
  - Neue Anforderungen an die Überwachung werden gestellt.
- 6.29.3 Talfahrt in Zahnstangenabschnitten
  - Mit dem Release 5.5 können unterschiedliche Bremsmodelle in der Adhäsion und in der Zahnstange projektiert werden. Der letzte Absatz wurde entsprechend verkürzt.
- 6.32 Provisorien
  - In diesem neuen Kapitel werden Lösungsmöglichkeiten für Provisorien dargestellt.
- 7.2.1 Erfassung der örtlichen Daten
  - Dieser Artikel wurde mit präzisierten Vorgaben neu redigiert.
- 7.2.2 Überwachungen
  - Dieser Artikel wurde mit einer genauen Beschreibung der Vorgaben ergänzt.
- 7.2.3 Begehung
  - Das Vorgehen wird zwischen Neuausrüstung bestehender Anlagen und Bahnhofumbauten differenziert.
- 7.2.5 Plangenehmigungsverfahren
  - Die Liste wurde mit der Anforderung an eine Kosten-/Nutzen-Analyse bei aus betrieblichem Grund verlegten Euroloops ergänzt.
- 7.3 Erfüllung des Sicherheitsintegritätslevels SIL 2
  - Neues Kapitel
- 7.7.2 Fahrzeugparameter
  - Die Tabelle wurde mit den zusätzlichen ab Release 5.5 des Fahrzeugrechners geltenden Parameter ergänzt.
- 7.7.3 Auswahl der Höchstgeschwindigkeit
  - Der Einsatz der neu mit dem Release 5.5 eingeführten Überwachung wird geregelt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>9</b>
1.1	Ziele der Regelung .....	9
1.2	Anwendungsbereich .....	9
1.3	Umsetzung des Standards ZBMS .....	9
1.4	Aktualisierung .....	10
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>11</b>
2.1	Hoheitliche Regelungen .....	11
2.2	RTE-Regelungen .....	11
2.3	Signalsystem .....	11
<b>3</b>	<b>Abkürzungen und Begriffe</b> .....	<b>13</b>
3.1	Abkürzungen .....	13
3.2	Begriffe .....	14
<b>4</b>	<b>Streckenausrüstung</b> .....	<b>17</b>
4.1	Systemkomponenten .....	17
4.2	Aufstellung der Eurobalisen .....	18
4.3	Verkabelung zum ETCS-Streckengerät .....	23
4.4	Installation der Euroloop-Komponenten .....	24
<b>5</b>	<b>Fahrzeugausrüstung</b> .....	<b>27</b>
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
<b>6</b>	<b>Auslegung des Systems</b> .....	<b>31</b>
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 .....	58
6.13	Durchrutschwege .....	66
6.14	Massnahmen bei Adhäsionsschwierigkeiten .....	66
6.15	Fahrbegriff-Tiefhaltung .....	71
6.16	Massnahmen bei knapper Vorsignaldistanz .....	72
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.....	86
6.31	Abfahrtverhinderung bei Normalspurzügen.....	86
6.32	Provisorien .....	87
<b>7</b>	<b>Systemintegration beim Betreiber.....</b>	<b>91</b>
7.1	Voraussetzungen.....	91
7.2	Projektierung der Streckenausrüstung.....	91
7.3	Erfüllung des Sicherheitsintegritätslevels SIL 2.....	96
7.4	Montage, Inbetriebsetzung .....	98
7.5	Projektierung der Fahrzeugausrüstung.....	99
7.6	Bremsmodelle.....	101
7.7	Festlegung der Fahrzeugparameter.....	105
7.8	Betriebsvorschriften .....	109
7.9	Schulungen.....	109

# 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 eingelassene 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 .....	57
Abbildung 35:	Zielpunkt-Berechnung .....	58
Abbildung 36:	Zielpunkt nach dem spätesten Halteort .....	59
Abbildung 37:	Distanz bis zum Gefahrenpunkt auch mit Eichbalise nicht ausreichend .....	60
Abbildung 38:	Eichbalise vor dem Prellbock .....	61
Abbildung 39:	Annäherungsgeschwindigkeit vor dem Prellbock .....	61
Abbildung 40:	Zielpunkt hinter dem Prellbock .....	62
Abbildung 41:	Aufstellung der Gruppensignal-Halttafel.....	62
Abbildung 42:	Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve .....	63
Abbildung 43:	Aufstellung der Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve.....	63
Abbildung 44:	Projektierung von Geschwindigkeitseinschränkungen.....	64

---

Abbildung 45:	Projektierung bei einer Weichenspitze .....	65
Abbildung 46:	Auswirkungen von Adhäsionsschwierigkeiten .....	67
Abbildung 47:	Projektierung bei Adhäsionsschwierigkeiten .....	69
Abbildung 48:	Fahrbeginn-Tiefhaltung.....	71
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:	Überwachung einer Zahnstangeneinfahrt.....	85
Abbildung 55:	provisorischer Zustand.....	88
Abbildung 56:	Zwangsbremung einheitlicher Zug.....	103
Abbildung 57:	Zwangsbremung gemischter Zug .....	104

# 1 Allgemeines

## 1.1 Ziele der Regelung

Im vorliegenden Dokument werden die Projektierungsregeln der Zugbeeinflussung Meterspur (ZBMS) festgelegt. Als Grundlage gilt die Version 2.0 vom 01. März 2021 des durch das Bundesamt für Verkehr erlassenen nationalen Standards Zugbeeinflussung für Bahnen, die nicht zu ETCS migrieren. Diese Projektierungsgrundlagen sollen eine optimale Umsetzung der im Standard und in der Dokumentation des Systemherstellers 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. Detaillierte Angaben zum Einbau der Systemkomponenten und elektrischen Schemas sind der Dokumentation des Systemherstellers zu entnehmen.

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.

## 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 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
EOA	End of Authority	Ziel der Fahrerlaubnis
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
LOA	Limit of Authority	Limit der Fahrerlaubnis
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 eingereicht 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 eingereicht 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	<p>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.</p>
Repositioning	<p>Genauere Erfassung der Fahrzeugposition zwecks</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– fahwegabhängige Korrektur der Fahrerlaubnis bei unterschiedlich entfernten Zielpunkten sowie</li><li>– Rückstellung des fahwegabhängigen Vertrauensintervalls innerhalb der Fahrerlaubnis.</li></ul> <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>Fahwegabhängige 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.

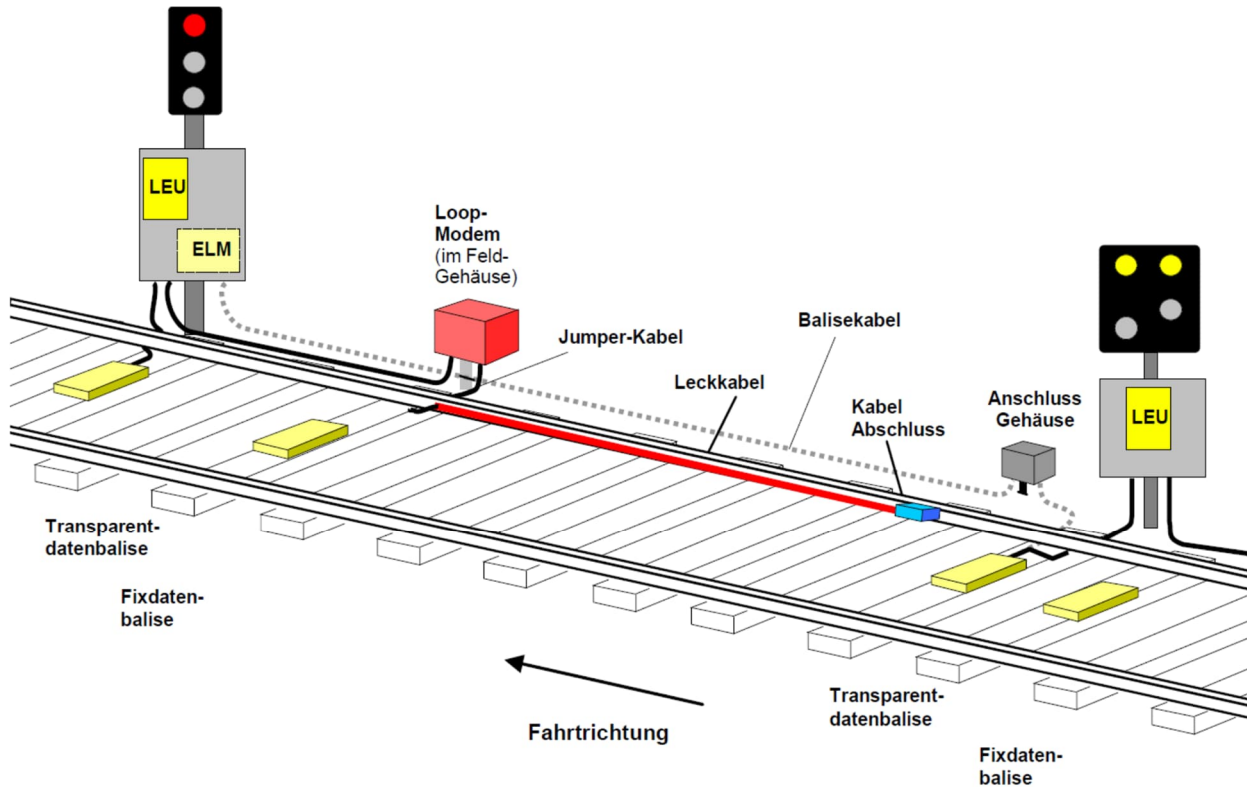


Abbildung 1: Mögliche Auslegung der Streckenkomponenten

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 Fahrbegriffe, 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, das entweder im Signalkasten oder im Feldgehäuse eingebaut werden kann.

Werden mit einem Fahrbegriff verschiedene Fahrstrassen angezeigt, kann es vorkommen, dass eine Fahrwegausscheidung 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]

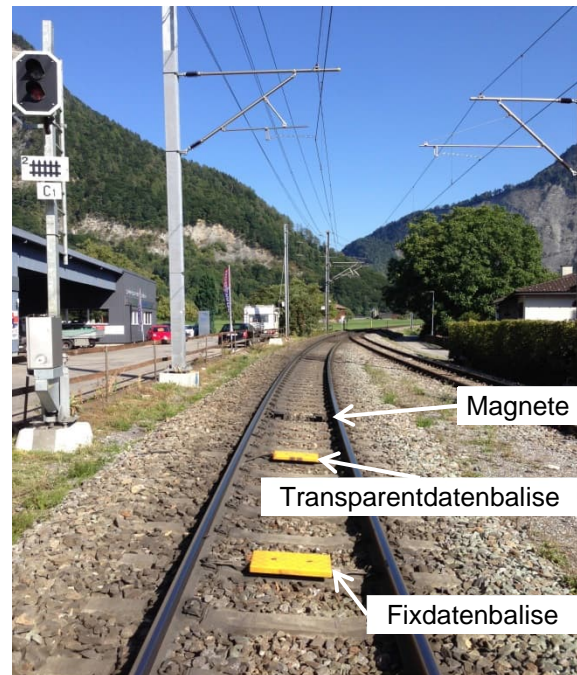


Abbildung 2: Aufstellung unter Beibehaltung der Magnete

#### 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

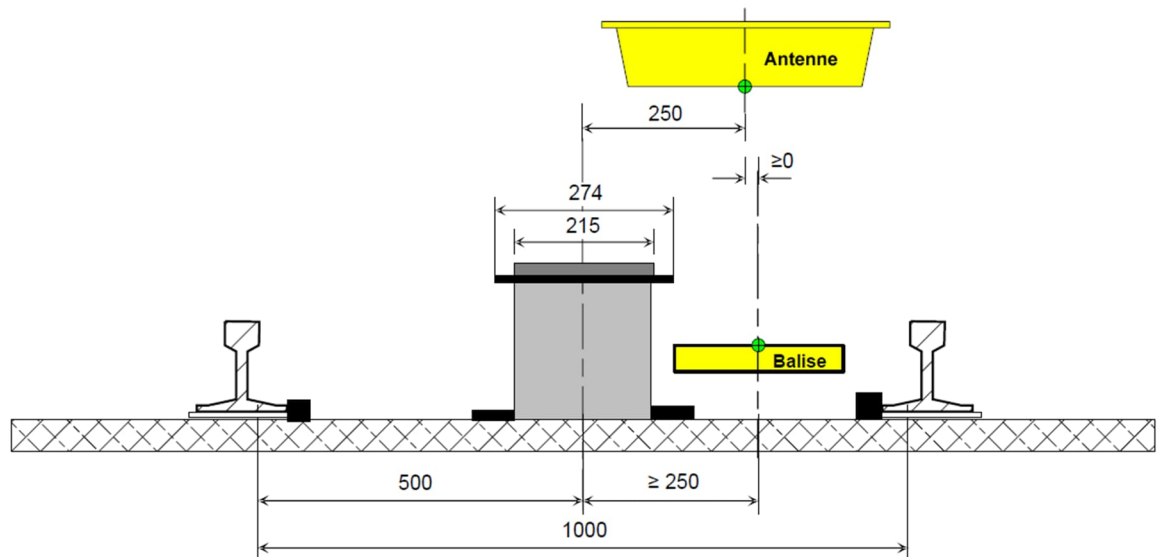


Abbildung 5: Luftspalt im Zahnstangenbereich

Im Zahnstangenbereich werden die Eurobalisen möglichst um 250 mm aus der Gleisachse versetzt. Bei den sehr breiten Leiterzahnstangen System Riggerbach 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:

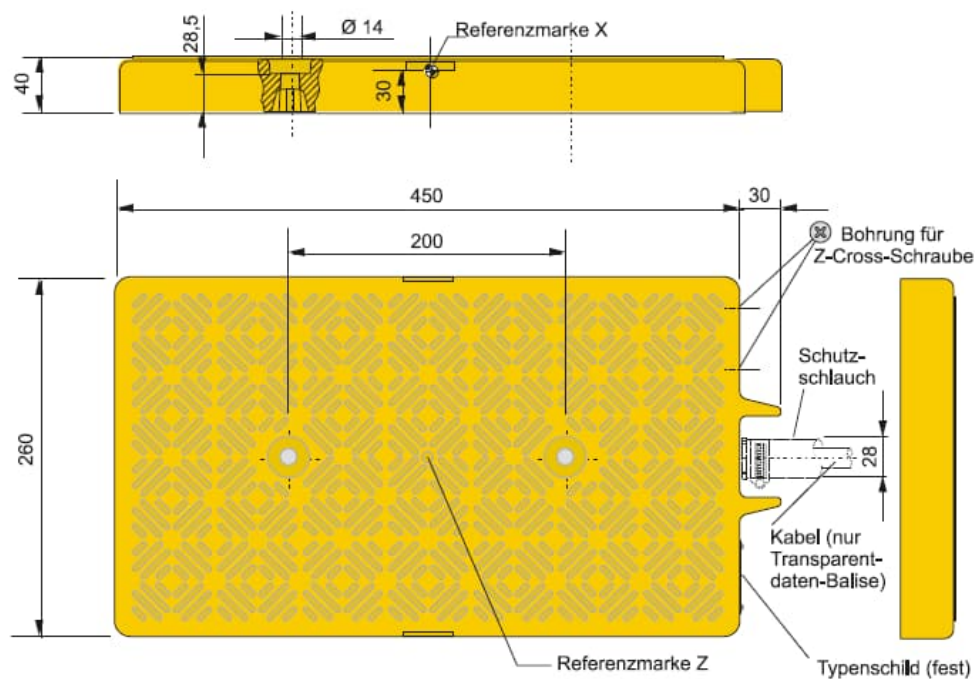


Abbildung 6: Beispiel der Abmessungen einer Eurobalise (Siemens S21)

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.

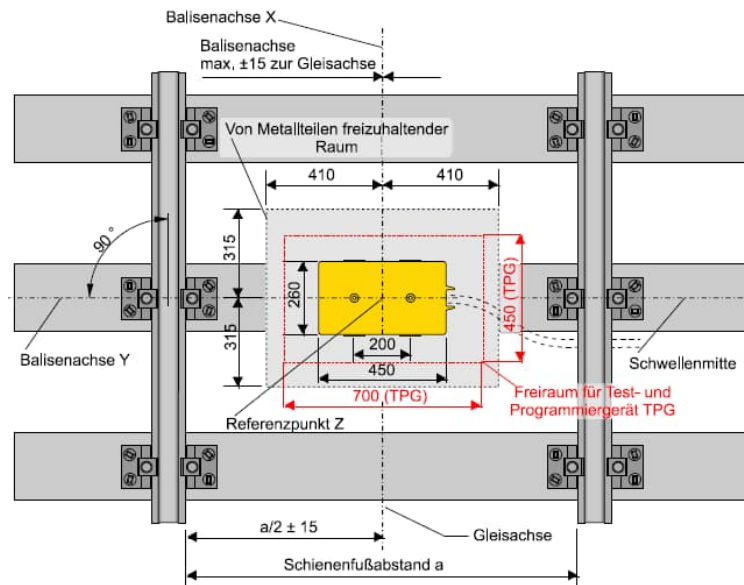


Abbildung 7: Beispiel der Freiräume

#### 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 eingelassener Einbaurahmen aus Polymerbeton mit einem Deckel aus demselben Werkstoff eingesetzt. Eine Entwässerung des Schachtes und eine Zuleitung sind vorzusehen.



Abbildung 10: Im Strassenkörper eingelassene 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 Fahrbeginn 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.

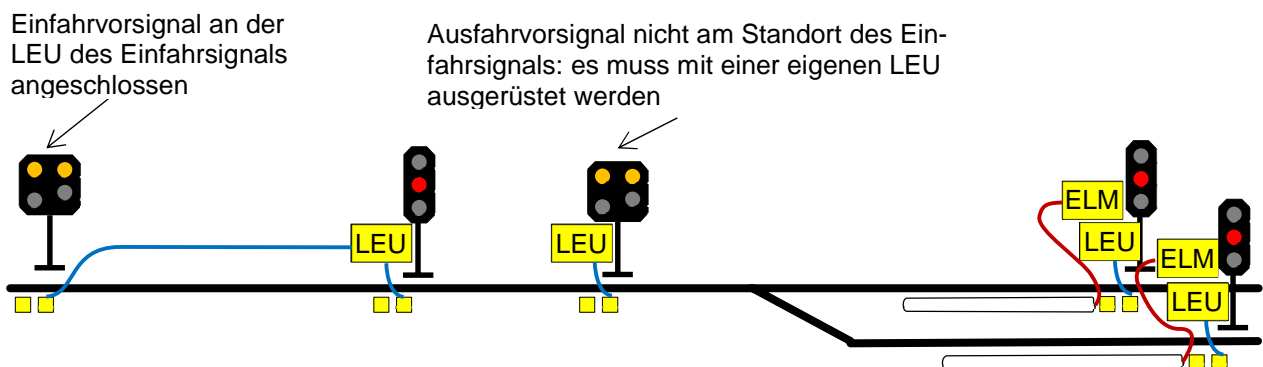


Abbildung 11: Bedarf an LEU

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 Funkamateurl-Störungen
  - 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 und auf die ganze Länge des Euroloops verteilt werden.
  - für die Verlegung des Leckkabels bei Temperaturen zwischen  $-10^{\circ}$  und  $+5^{\circ}\text{C}$  müssen die speziellen Bedingungen des Herstellers eingehalten werden.
  - unter  $-10^{\circ}\text{C}$  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. Es kann neben dem Gleis ausserhalb des Arbeitsbereiches der Baumaschinen provisorisch gelegt werden und im Betrieb bleiben.

## 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 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.

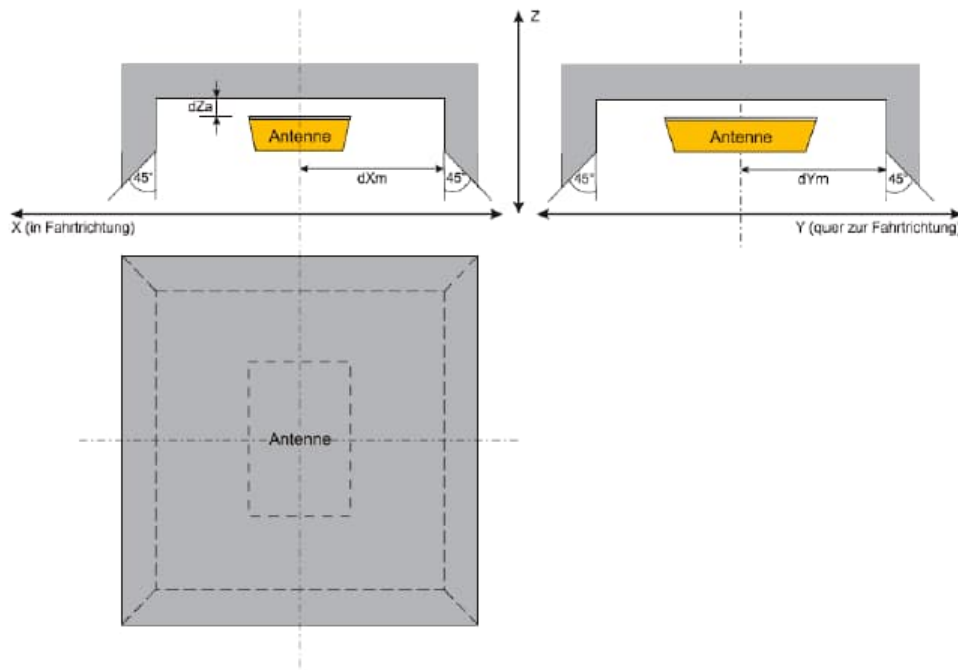


Abbildung 13: Metallfreier Raum unter dem Fahrzeug

### 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. Weitere Kanäle des gleichen Wegimpulsgebers dürfen für andere Funktionen nur benutzt werden, wenn sowohl Speisung als auch Impulse galvanisch vom Fahrzeugrechner der Zugbeeinflussung getrennt sind.

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.

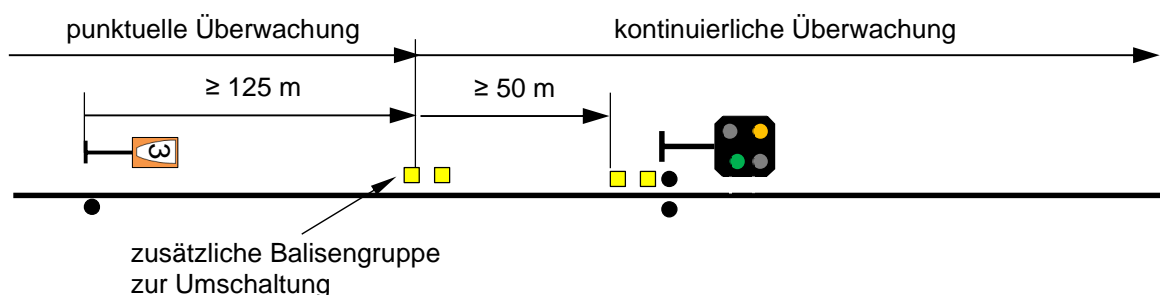


Abbildung 14: Wechsel bei Doppelausrüstung der Strecke

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.

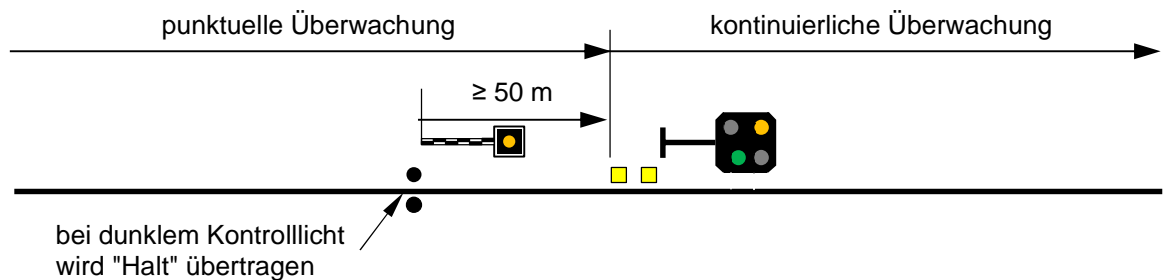


Abbildung 15: Wechsel bei alternierender Ausrüstung der Strecke

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.

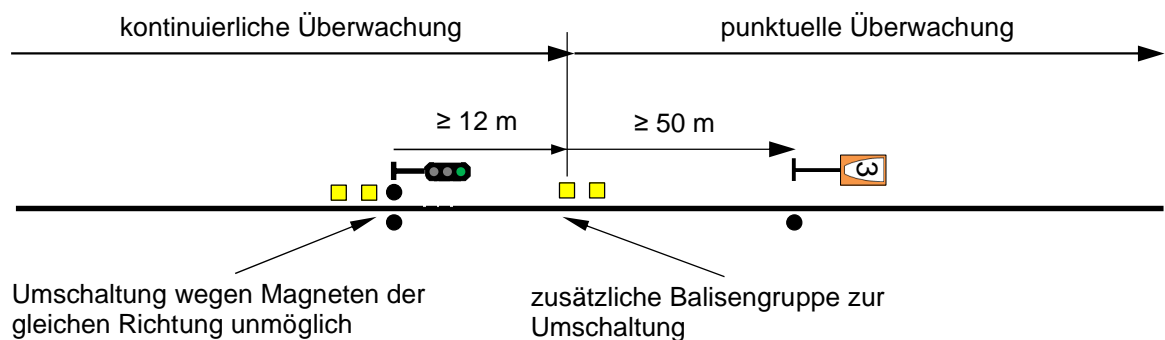


Abbildung 16: Wechsel bei Doppelausrüstung der Strecke

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.

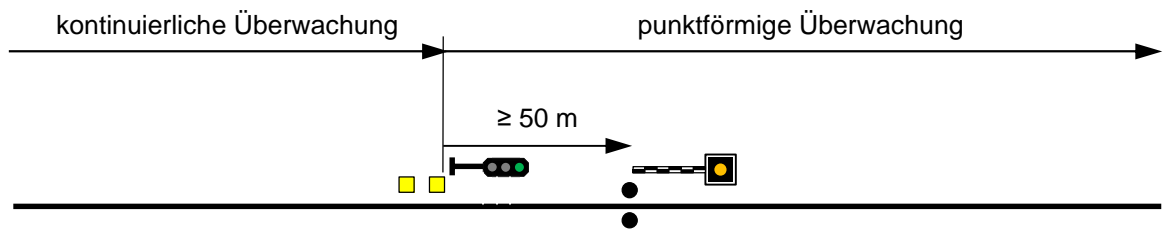


Abbildung 17: Wechsel bei alternierender Ausrüstung der Strecke

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 projiziert. 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) projiziert. 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 projiziert 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 projiziert 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, wenn beim nächsten Zugssignal *Halt* erwartet werden muss oder in Richtung eines Prellbocks gefahren wird. Das heisst 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 Fahrbeurteilungen, wenn das nächste Zugssignal ein Hauptsignal ist, welches *Halt* zeigen kann z.B. bei einem Ausfahrtsignal, wenn der nächste Bahnhof kein Einfahrtsignal besitzt
  - wenn die Fahrstrasse vor einem Prellbock endet
- 0 km/h, LOA, wenn beim nächsten Zugssignal *Warnung* oder ein höheres Fahrbeurteilung erwartet wird. Das heisst bei einem
  - Hauptsignal ohne Vorsignal am gleichen Standort für alle Fahrbeurteilungen. Das nächste Zugssignal muss ein Vorsignal sein
- Die signalisierte Höchstgeschwindigkeit gegebenenfalls die Anlage-Höchstgeschwindigkeit bei einem
  - Vorsignal, das *Ankündigung freie Fahrt* oder *Geschwindigkeitsankündigung* zeigt
  - 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 Fahrbeurteilung 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.

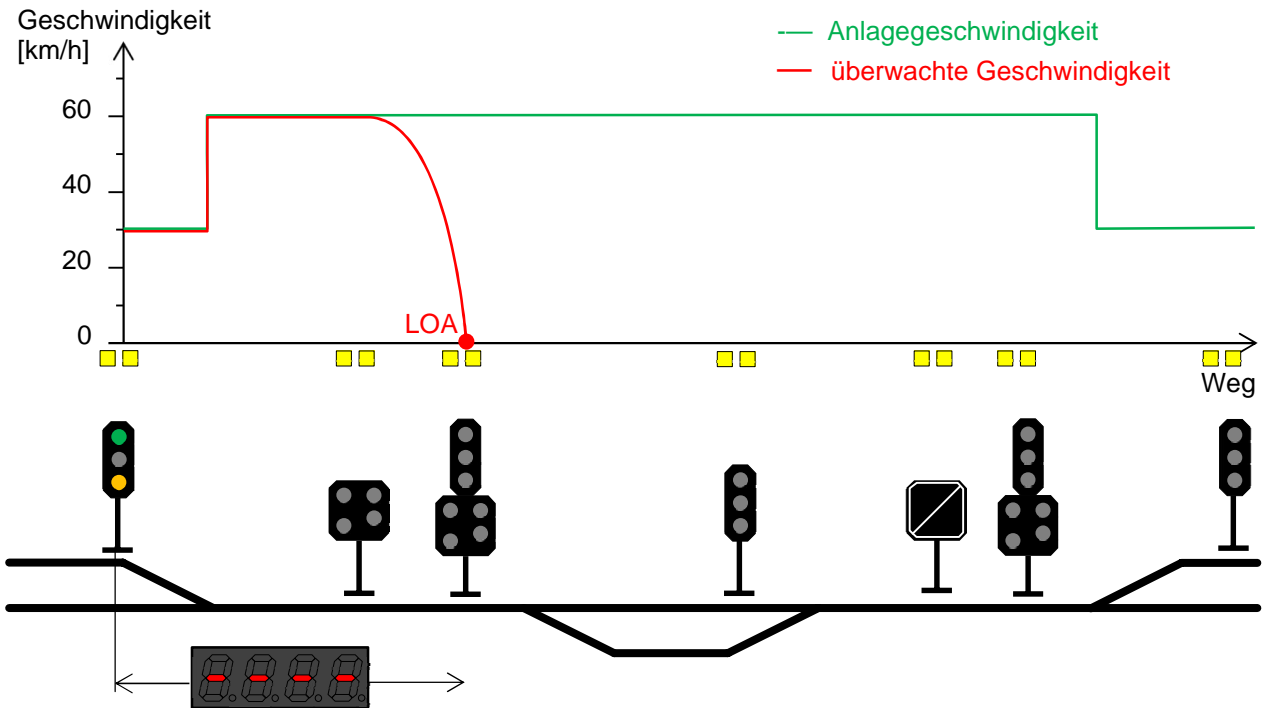


Abbildung 18: Fahrerlaubnis am Ausfahrtsignal

Bei der Durchfahrt in einem Bahnhof werden jeweils beim Einfahrtsignal 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. Für den Lokführer ist das nächste Zugsignal das Einfahrtsignal, welches *Halt* signalisieren kann.

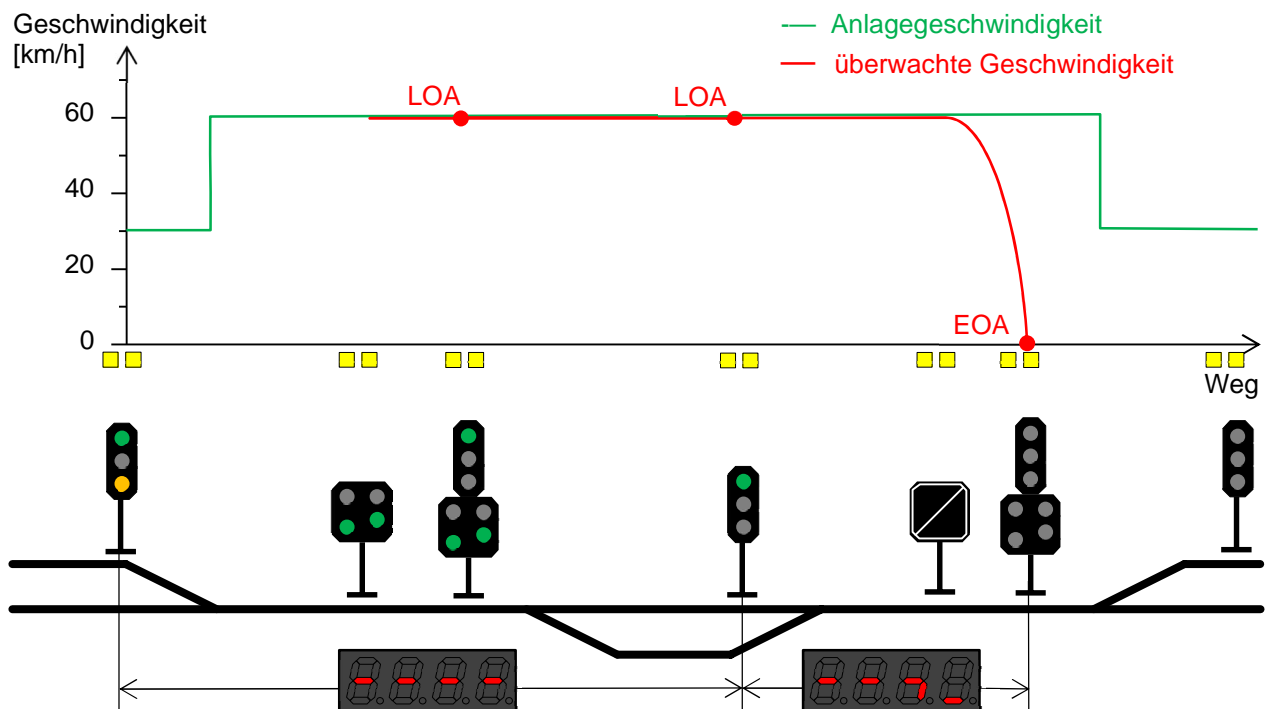


Abbildung 19: Fahrerlaubnis bei der Durchfahrt und bei fehlendem Vorsignal

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

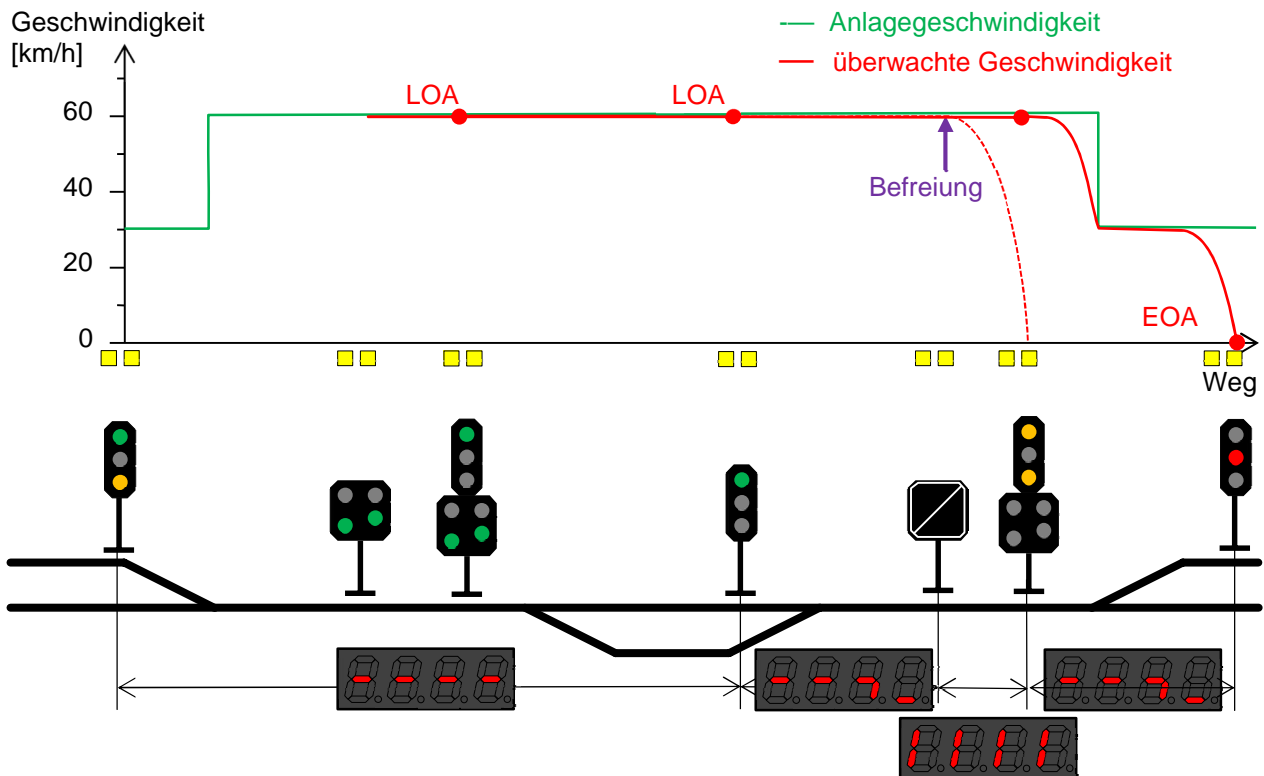


Abbildung 20: Fahrerlaubnis bei kurzer Fahrt

### 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 aber vor dem Gefahrenpunkt 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 Kurveneinschränkungen,
- 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.

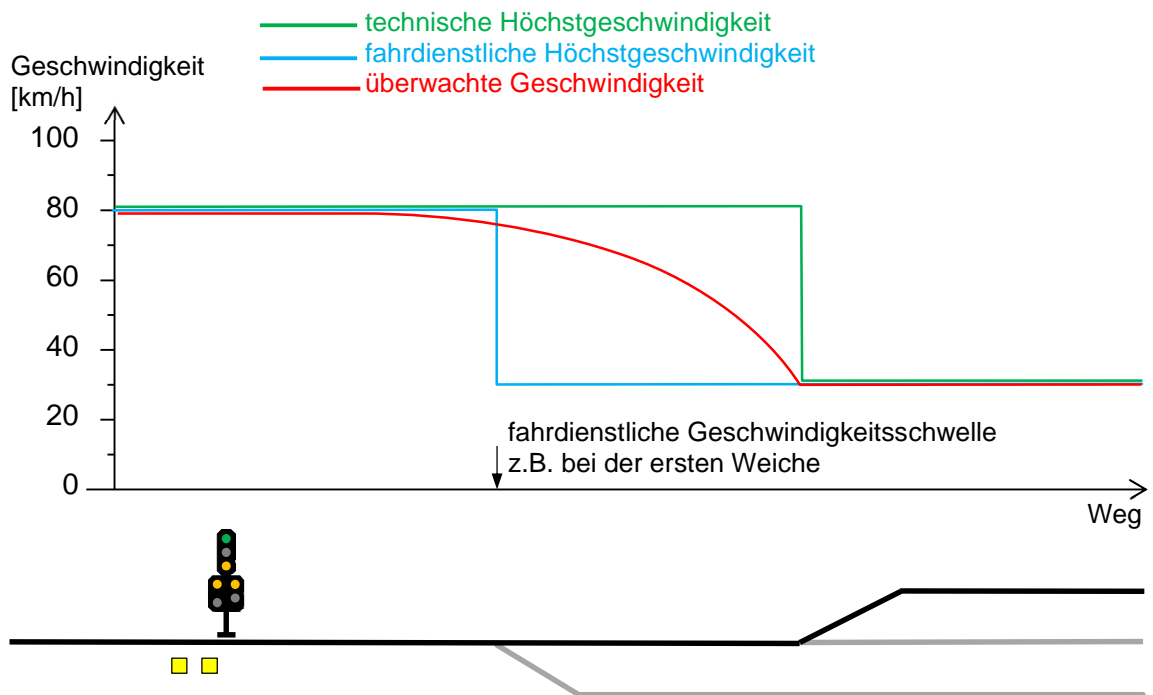


Abbildung 21: Geschwindigkeitsschwelle

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

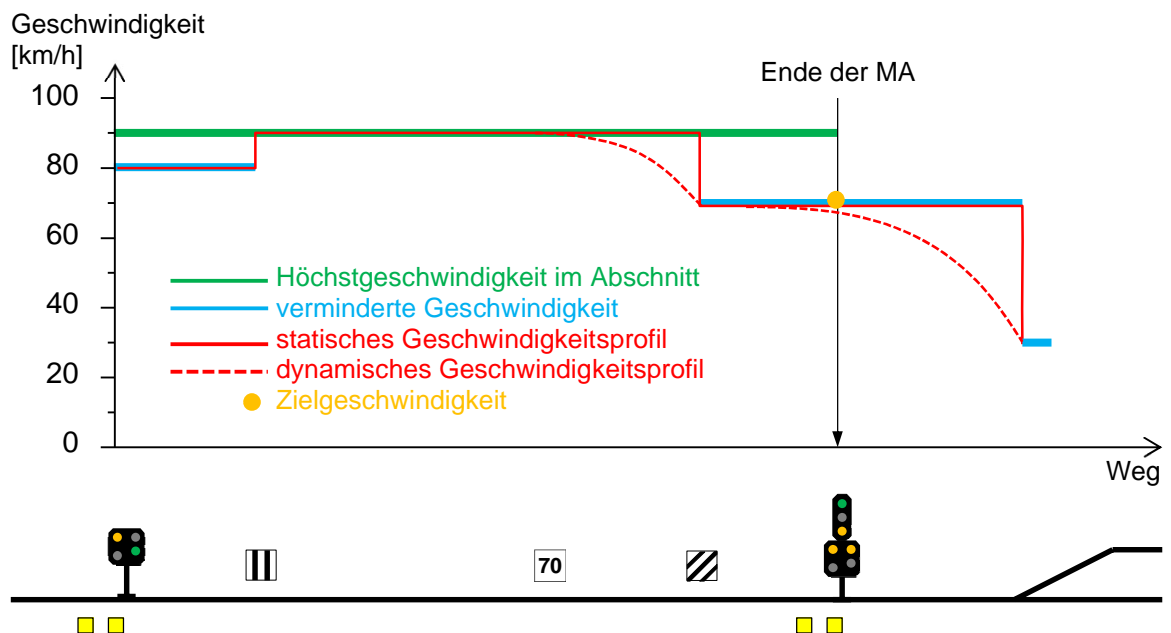


Abbildung 22: Beispiel SSP

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.

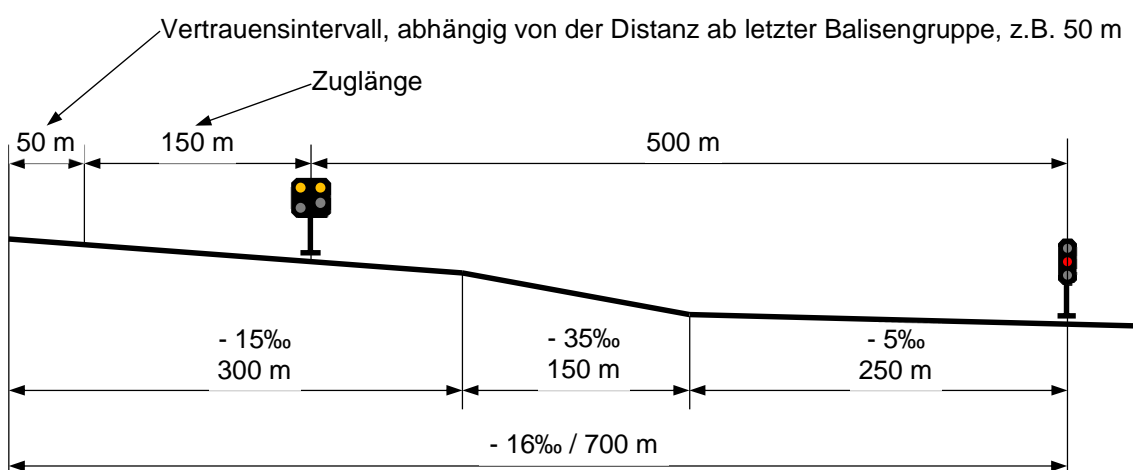


Abbildung 23: Durchschnittliches Gefälle

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 Gleis der entsprechenden Fahrtrichtung bei vorgeschriebener Gleisbenutzung beziehungsweise Rückfallweichen.

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 Befreiung mittels Infill-Ballisengruppe ist als Alternative in Betracht zu ziehen
- wenn ein Euroloop aus betrieblichen Gründen verlegt werden soll, ist eine vorgängige Kosten-/Nutzenanalyse erforderlich. Diese Analyse ist den Unterlagen zum Plangenehmigungsverfahren beizulegen.

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.

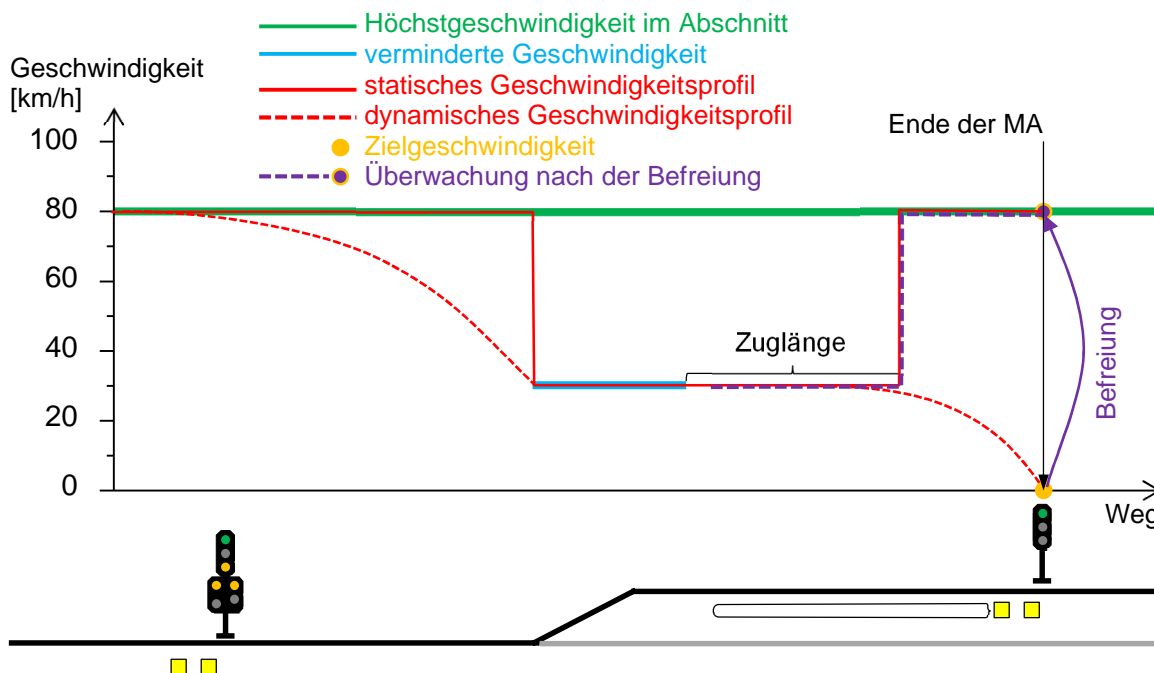


Abbildung 24: Befreiung durch ein Euroloop

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 Gleiszuoordnung entsprechend projektiert werden:

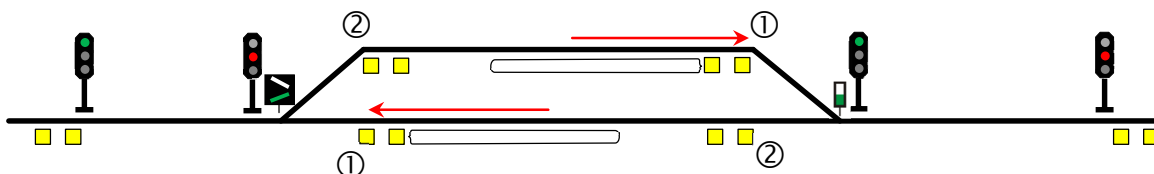


Abbildung 25: Auslegung in einem Bahnhof mit Rückfallweichen

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 Zwangsbremmung bis zum Gefahrenpunkt für das Anhalten aus der Freibegeschwindigkeit 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.

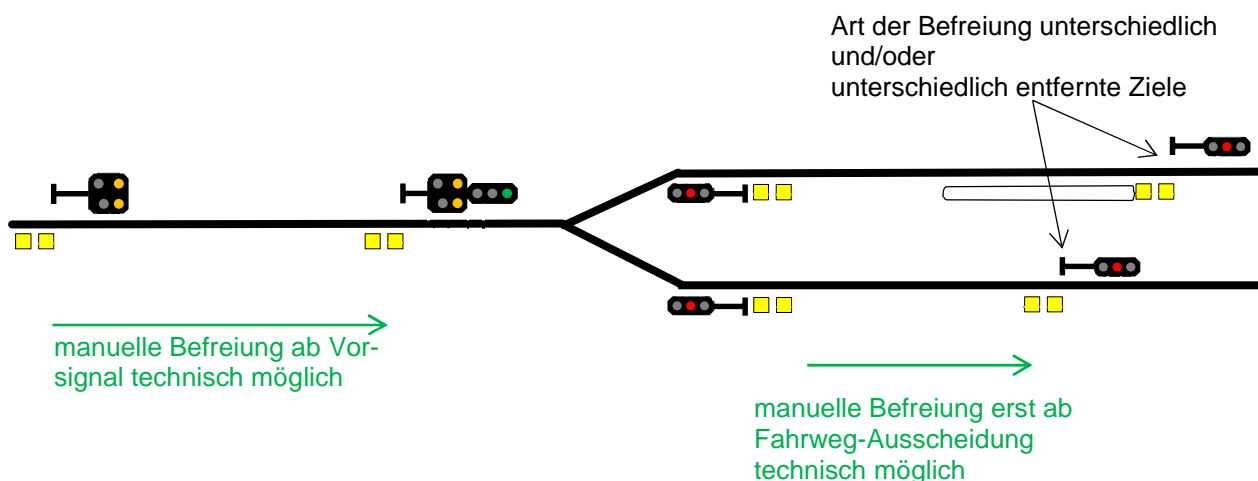


Abbildung 26: Projektierung der manuellen Befreiung

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 an der 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
- zusätzliche 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 Gleisfreimeldeinrichtung mindestens 15 m nach der Balisengruppe liegen.

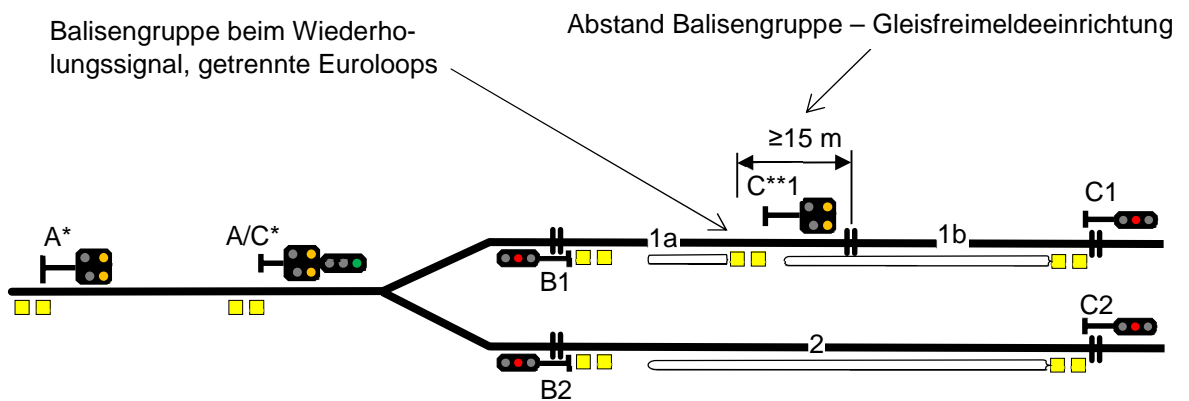


Abbildung 27: Ausrüstung eines Wiederholungssignals bei geteiltem Gleis

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

Gleis	Wiederholungssignal			Hauptsignal		
	C**1			C1		
1b	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.

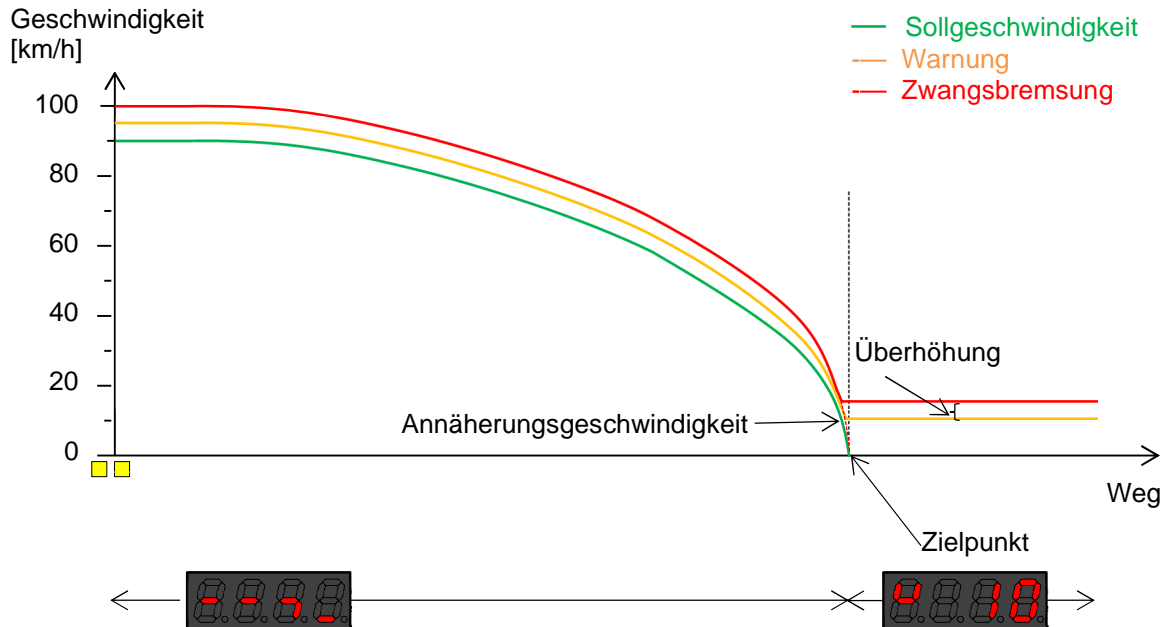


Abbildung 28: Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis

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.

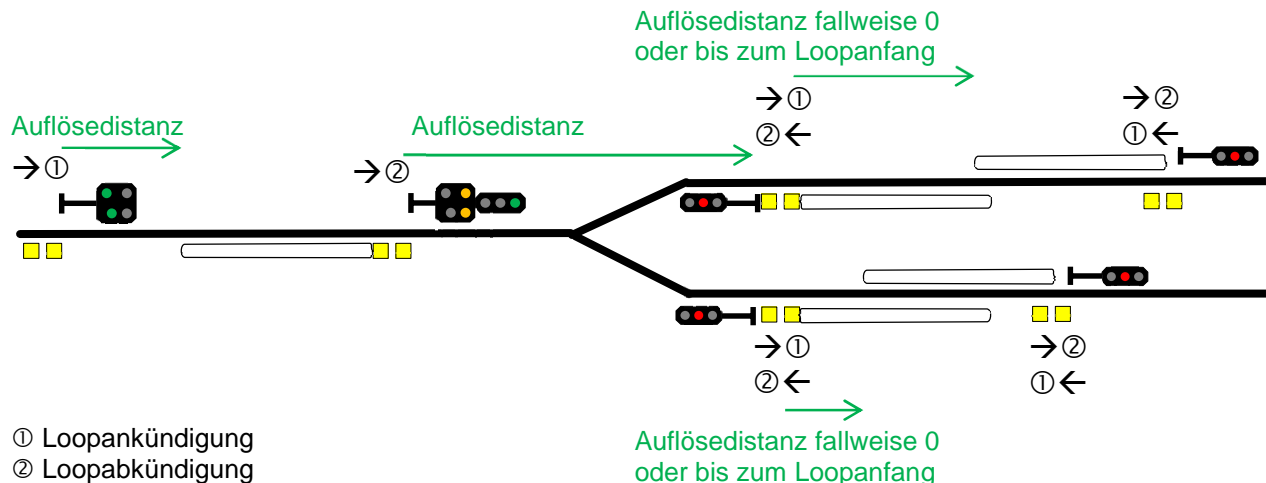


Abbildung 29: Loopankündigung

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 unzulässigerweise weiterfährt, wird seine Geschwindigkeit vorerst auf 10 km/h begrenzt. Anschliessend, wenn das Loop-Telegramm empfangen wird, wird unverzüglich eine Zwangsbremmung eingeleitet. Das Überfahren des Gefahrenpunkts wird somit ausgeschlossen.

### 6.7.2 Loop- Abkündigung

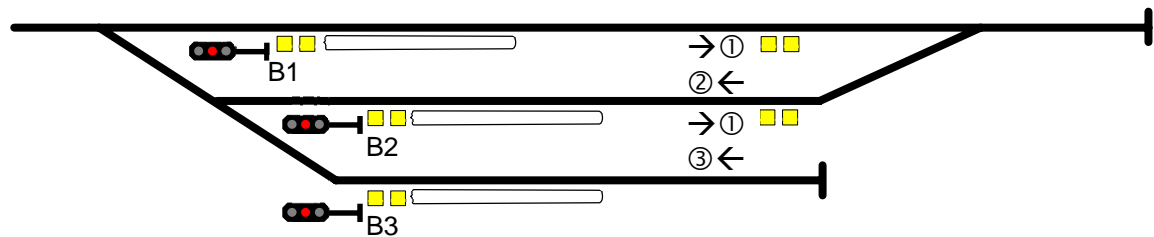
Beim Befahren der Balisengruppe des Hauptsignals am Ende des Euroloops wird die Abkündigung aller Euroloops im Datentelegramm projiziert.

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

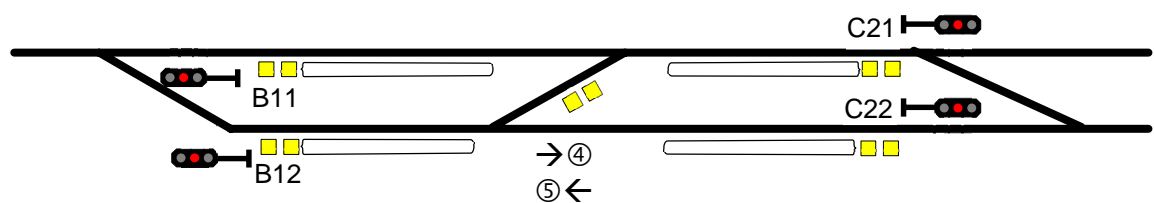
### 6.7.3 Weichenverbindungen ohne Hauptsignale

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.



- ① Loopabkündigung
- ② Loopankündigung B1
- ③ Loopankündigung B2



- ④ Loopankündigung C21
- ⑤ Loopankündigung B12

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:

- 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.

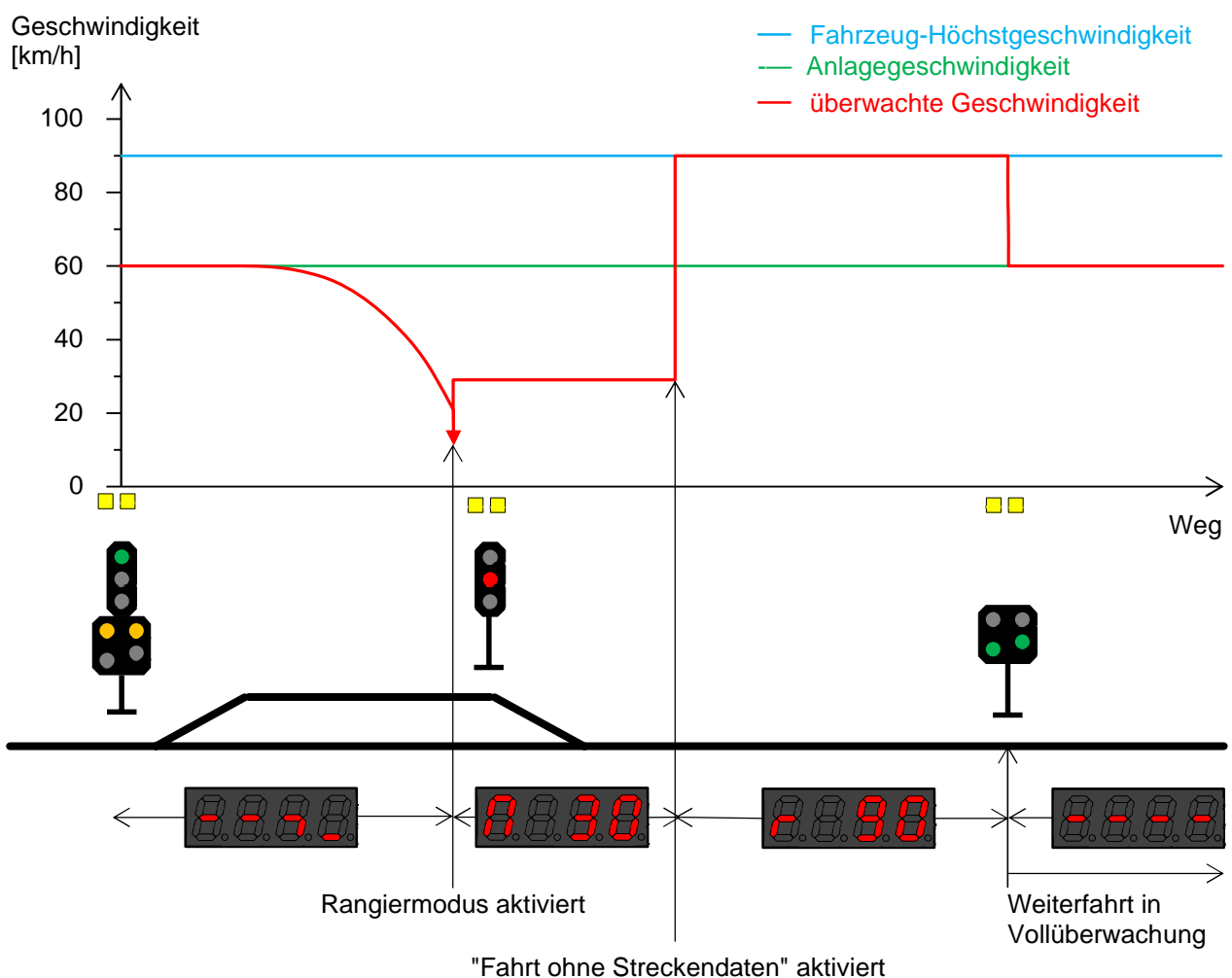


Abbildung 31: Fahrt ohne Streckendaten

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:

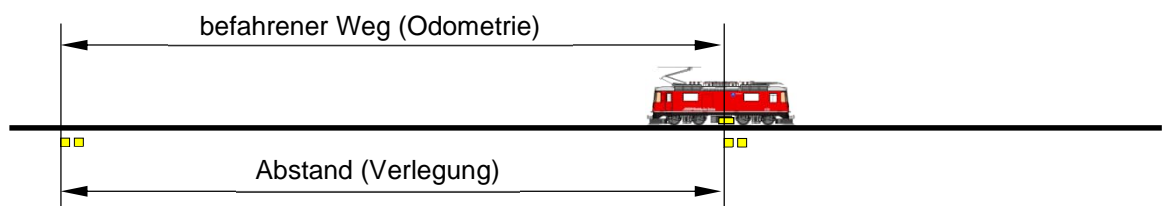


Abbildung 32: Vergleich Odometrie - Vermessung

Das Vertrauensintervall wird aufgrund der annehmbaren Toleranz der Odometrie gerechnet. Das Vertrauensintervall bildet die Summe

- der Verlegegenauigkeit der letzten Balisengruppe und
- der Toleranz der Wegmessung.

Die Verlegegenauigkeit der Balisengruppe ist ein zwischen 0 und 63 m wählbarer Parameter der Streckendaten:

- in der Regel wird 5 m festgelegt
- die Konstante kann fallweise auf einen höheren Wert festgelegt werden, Maximum 63 m
- der Minimalwert 0 wird bei den Eichbalisen angewendet, die zum Beispiel im Zielgleis innerhalb des Bahnhofs verlegt sind. Aufgrund der Erfassungsgenauigkeit der Eurobalisen durch die ETCS-Antenne am Fahrzeug beträgt die höchste Genauigkeit 1 m.

Die Toleranz der Wegmessung wird durch das System mit 2% des gefahrenen Wegs ab der letzten Balisengruppe angerechnet.

Das Vertrauensintervall beträgt:

- in der Regel 5 m + 2% des befahrenen Wegs seit der letzten Balisengruppe
- nach einer Eichbalise im Zielgleis im Bahnhof  
1 m + 2% des befahrenen Wegs seit der Eichbalise.

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:

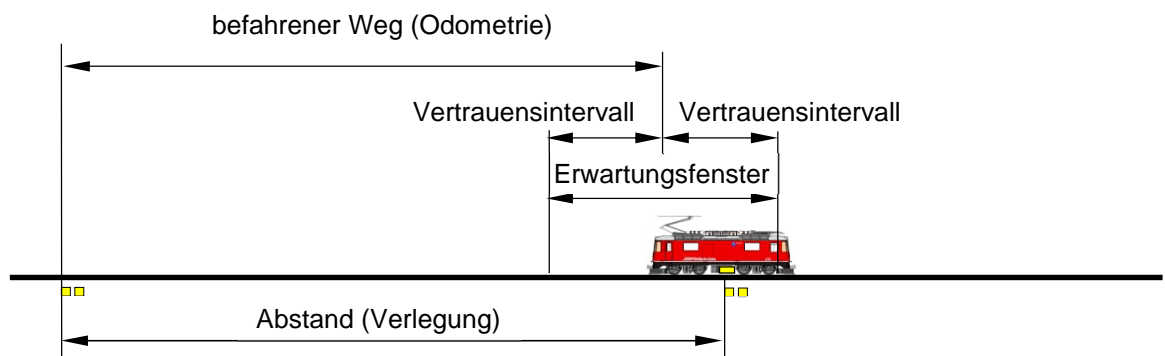


Abbildung 33: Balisengruppe im Erwartungsfenster erfasst

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:

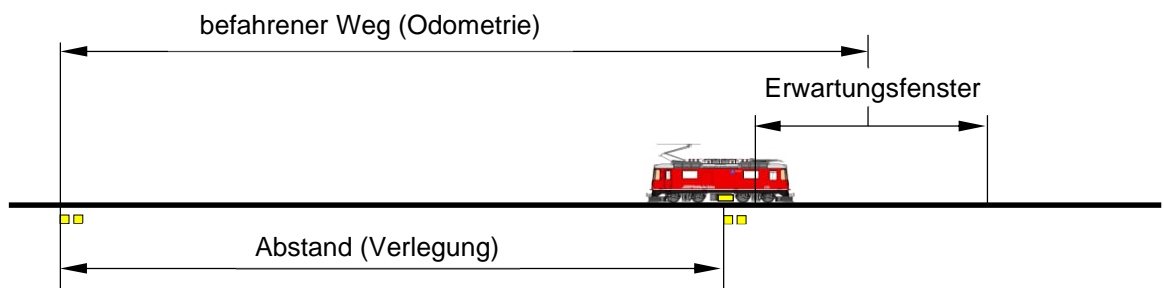


Abbildung 34: Balisengruppe ausserhalb Erwartungsfenster

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.

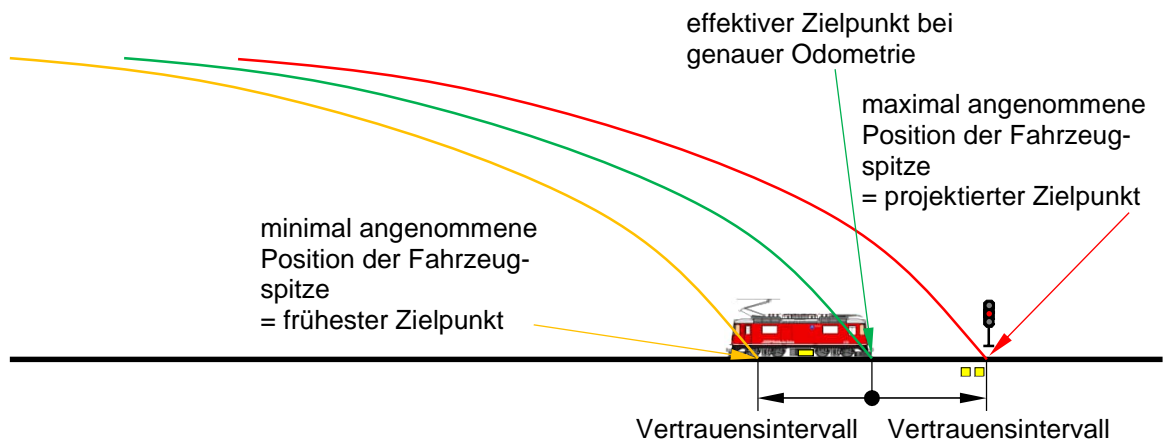


Abbildung 35: Zielpunkt-Berechnung

Im Normalfall wird der Zielpunkt beim spätesten Halteort der Fahrstrasse projiziert (Hauptsignal, Weichenprofil bei einem Gruppensignal). Eine Projektierung 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 Erreichen des spätesten Halteorts

Wenn der genaue Halt am fahrdienstlich spätesten Halteort ungehindert möglich sein soll, ist eine minimale Distanz nach dem Hauptsignal am Ende der Fahrerlaubnis, beziehungsweise nach dem spätesten Halteort, erforderlich. Der Abstand bis zum Gefahrenpunkt soll ausgenutzt werden, sofern Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis nicht erlaubt ist. Voraussetzung ist, dass das Ziel der Fahrerlaubnis spätestens beim Gefahrenpunkt projiziert wird.

Ohne besondere Massnahme muss der Zielpunkt spätestens vor dem Gefahrenpunkt projiziert werden. Als Gefahrenpunkte gelten insbesondere:

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

Diese Bedingungen werden in Abhängigkeit mit der befahrenen Distanz ab der letzten Balisengruppe erfüllt. Der projektierte Zielpunkt der Fahrerlaubnis entspricht der maximal angenommenen Position der Zugspitze. Bei genauer Odometrie (nominaler Raddurchmesser, kein Schlupf) endet die Fahrerlaubnis um die Länge des Vertrauensintervalls vor diesem Punkt. Rechnet die Odometrie einen längeren Weg als die effektiv gefahrene Distanz (Raddurchmesser wegen Abnutzung kleiner als der im Fahrzeugrechner gespeicherte Wert) endet die Fahrerlaubnis entsprechend weiter vor dem projektierten Zielpunkt.

Je nach Genauigkeit der Odometrie liegt daher der effektive Zielpunkt der Fahrerlaubnis im Bereich der doppelten Länge des Vertrauensintervall vor dem projektierten Zielpunkt:

$$2 \bullet (\text{Verlegegenauigkeit} + 0.02 \bullet \text{Distanz ab vorliegender Balisengruppe}) \text{ [m]}$$

Damit der fahrdienstlich spätesten Halteort erreicht werden kann, muss die überwachte Geschwindigkeit an diesem Ort ein Minimalwert von 3-5 km/h betragen. So kann überhaupt noch gefahren werden. Aus diesem Grund wird ein Abstand von 5 m nach dem spätesten Halteort bis zum frühesten Ende der Fahrerlaubnis eingerechnet.

Die vom System benötigte Distanz nach dem Hauptsignal wird durch die Summierung der Parameter berechnet:

- der minimalen überwachten Geschwindigkeit am spätesten Halteort von 3-5 km/h je nach Bremsmodell (Zuschlag 5 m)
- der Verlegegenauigkeit der Balisengruppe (2 • 5 m im Regelfall, 2 • 1 m mit Eichbalise)
- der wegabhängigen Toleranz der Odometrie (2 • 2% der Distanz ab vorliegender Balisengruppe).

Aus den sich kumulierenden Bedingungen wird die Distanz ab Hauptsignal bis zum projektierten Zielpunkt der Fahrerlaubnis mit der Formel berechnet:

s [m] Abstand vom Hauptsignal bis zum projektierten Zielpunkt

s ≤ 30 m, Höchstwert der annehmbaren Distanz nach dem spätesten Halteort

- ohne Eichbalise  
s = 15 + 0.04 • Distanz ab vorliegenden Balisengruppe [m]
- mit Eichbalise  
s = 7 + 0.04 • Distanz ab Eichbalise [m].

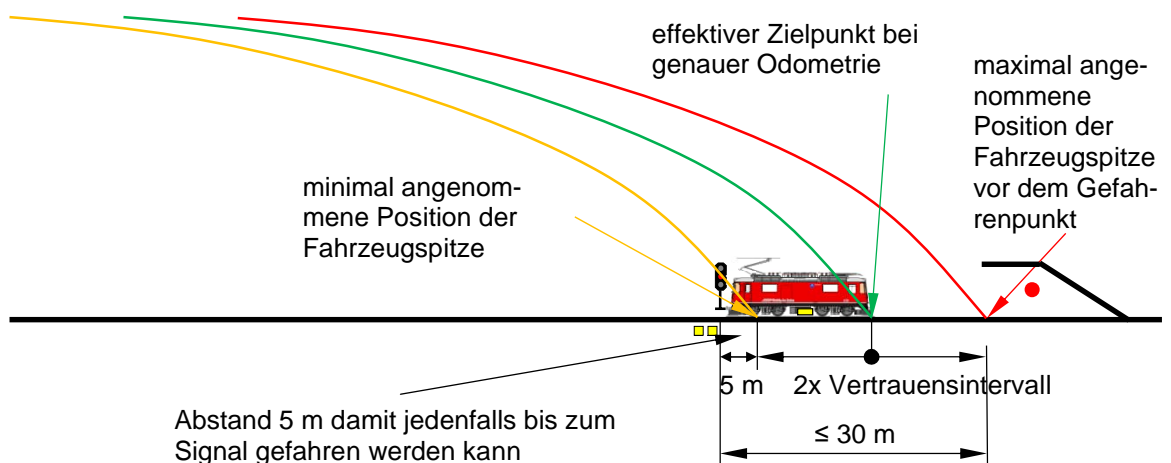


Abbildung 36: Zielpunkt nach dem spätesten Halteort

Jede verlinkte Balisengruppe setzt das Vertrauensintervall zurück. Reicht der vorhandene Abstand zwischen dem spätesten Halteort und dem Gefahrenpunkt nicht aus, kann eine zusätzliche Eichbalise zirka 30-70 m vor dem spätesten Halteort verlegt werden. Mit dieser Massnahme wird das Vertrauensintervall minimiert. Als Eichbalise genügt eine einzeln verlegte Fixdatenbalise.

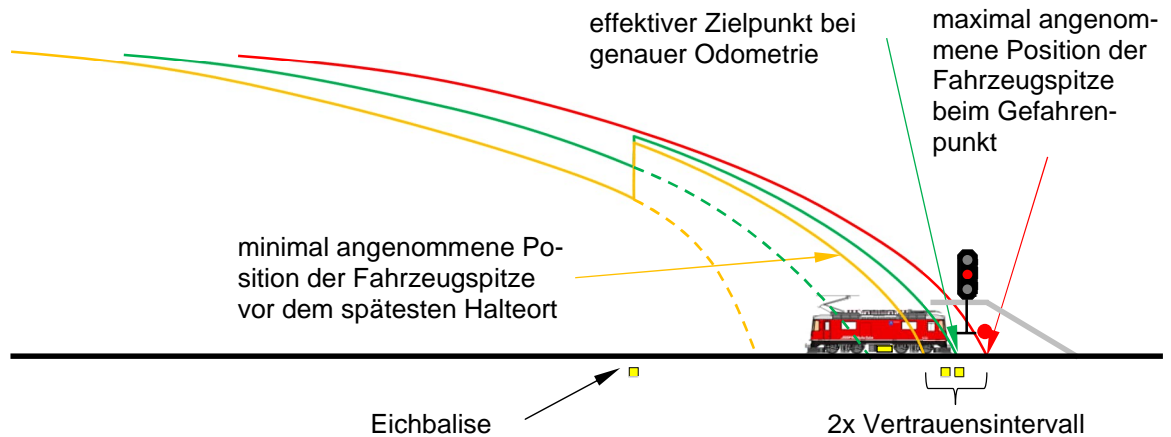


Abbildung 37: Distanz bis zum Gefahrenpunkt auch mit Eichbalise nicht ausreichend

Reicht die Distanz bis zum Gefahrenpunkt nicht aus, muss der Halteort angepasst oder der Zielpunkt hinter den Gefahrenpunkt projiziert werden.

### 6.12.3 Zielpunkt nach dem Gefahrenpunkt

Reicht die Distanz bis zum Gefahrenpunkt 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 ca. 30-70 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 zirka 30-70 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.

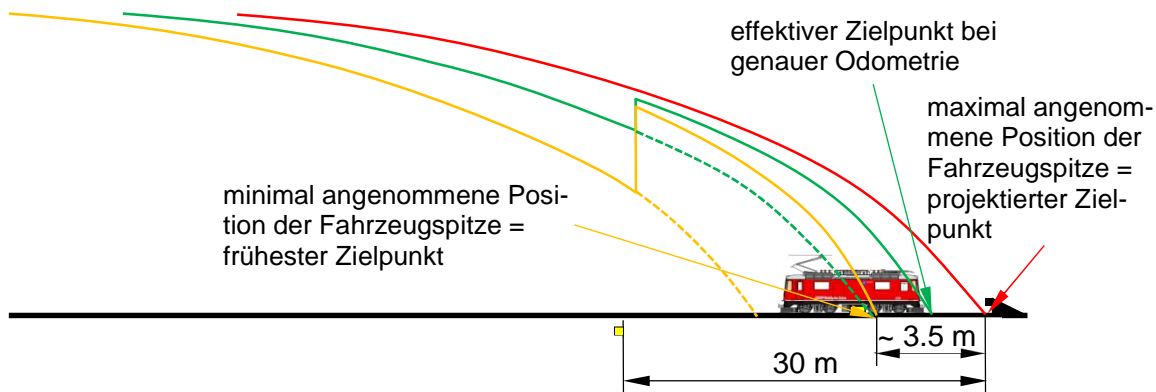


Abbildung 38: Eichbalise vor dem Prellbock

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

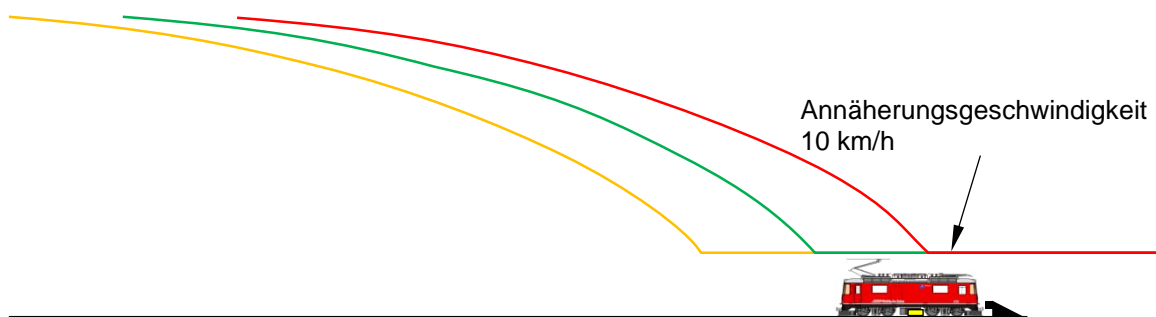


Abbildung 39: Annäherungsgeschwindigkeit vor dem Prellbock

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.

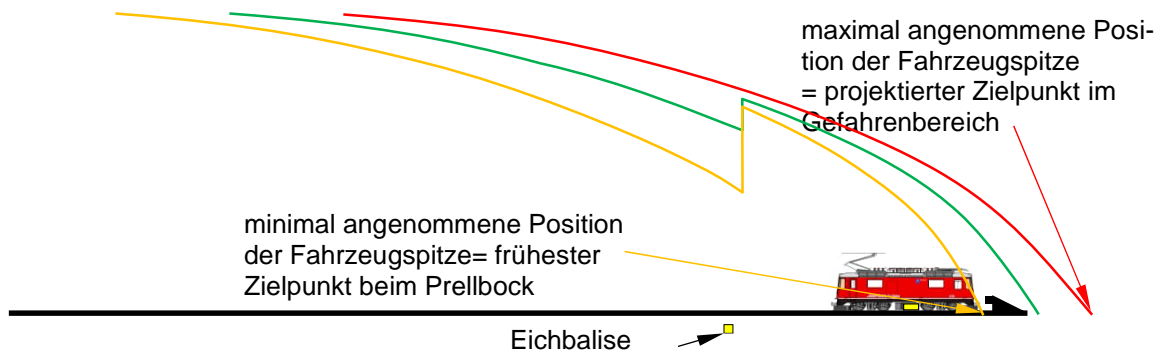


Abbildung 40: Zielpunkt hinter dem Prellbock

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 soll diese Situation vermieden werden:

- Bei einem Gleissignal kann das Signal versetzt werden, damit ein ausreichender Abstand bis zum Gefahrenpunkt 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 Abstand bis zum Gefahrenpunkt 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.

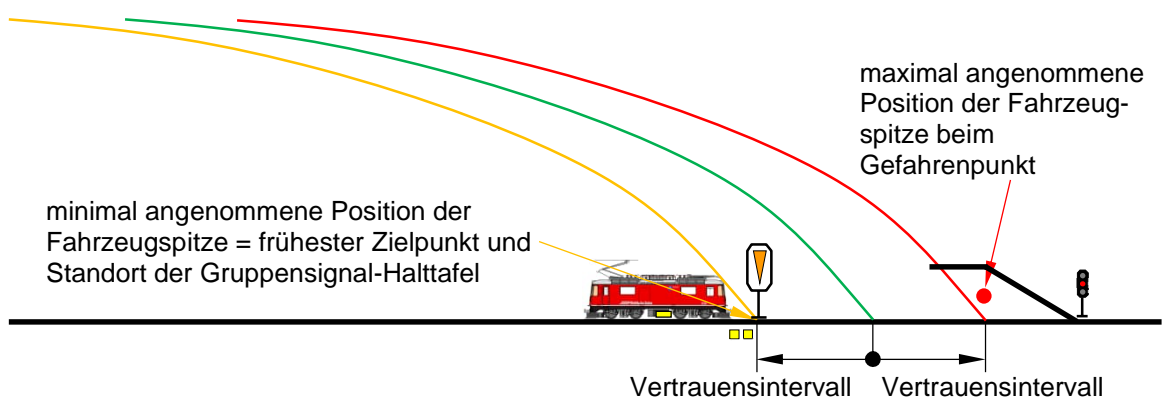


Abbildung 41: Aufstellung der Gruppensignal-Halttafel

Der Abstand bis zum Gefahrenpunkt kann mit der Aufstellung einer Eichbalise zirka 30-70 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.

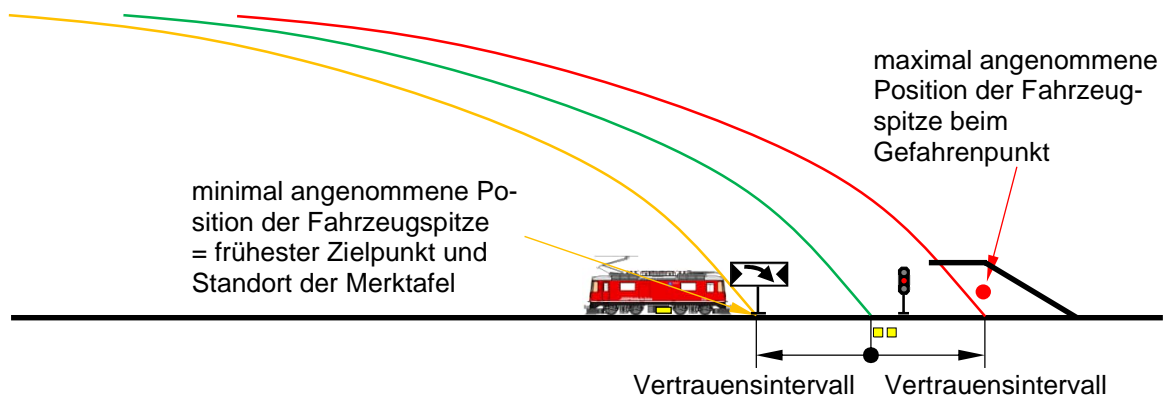


Abbildung 43: Aufstellung der Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve

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.

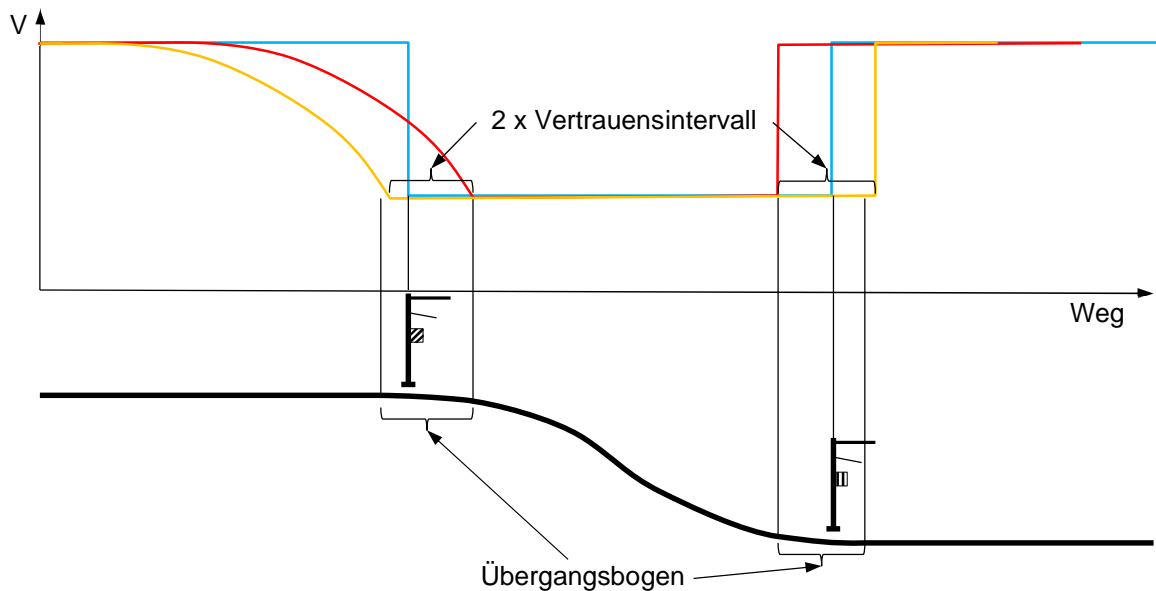


Abbildung 44: Projektierung von Geschwindigkeitseinschränkungen

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 [ $\text{m/s}^2$ ]

$v$  Höchstgeschwindigkeit im Weichenbereich [km/h]

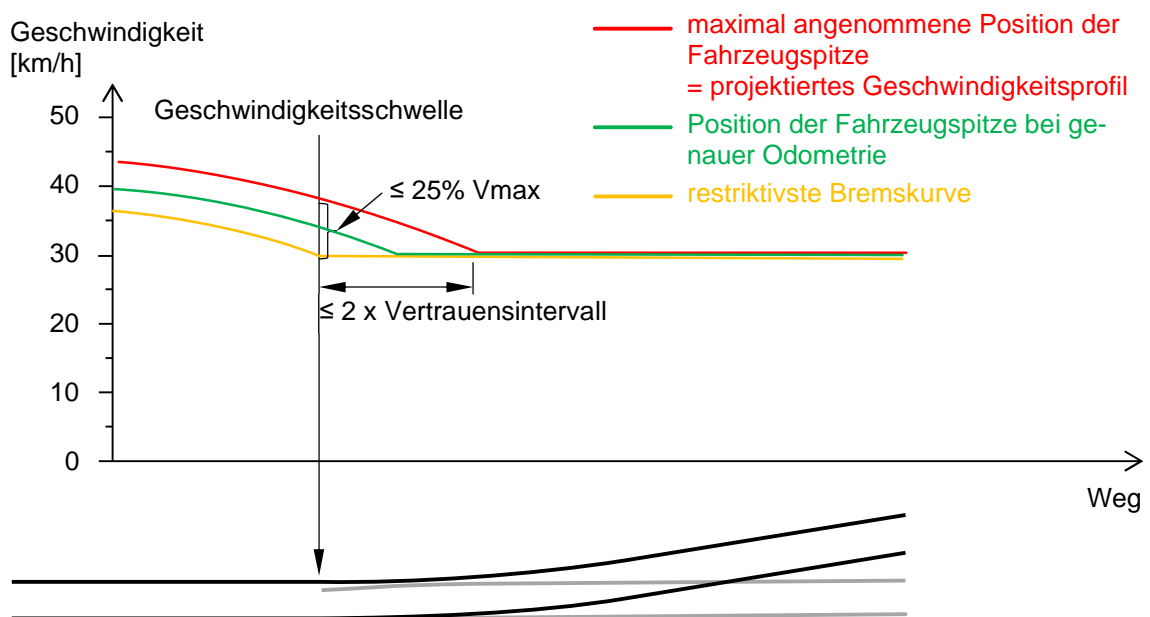


Abbildung 45: Projektierung bei einer Weichenspitze

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 Sicherheitsgründen geplant werden. Sie sind zwingend getrennt von der Zugbeeinflussung zu betrachten.

Beide Ausgangslagen dürfen nicht verwechselt werden:

- Vom System benötigte Distanz zwischen dem spätesten Halteort und dem Gefahrenpunkt damit der Zug trotz Toleranz der Odometrie immer bis zum fahrdienstlich spätesten Halteort fahren kann (siehe Kapitel 6.12.2)
- Aus Sicherheitsgründen bei gleichzeitigen Fahrten geforderter Durchrutschweg, um dem Risiko einer ungenügenden Bremsung entgegenzuwirken (AB-EBV, AB 39.3.a).

### 6.13.2 Planung der Durchrutschwege bei gleichzeitigen Fahrten

Durch kontinuierliche Überwachung wird gewährleistet, dass der Zug am Ende einer Zugfahrstrasse immer vor dem projektierten Zielpunkt zum Stillstand kommt. Sofern der projektierte Zielpunkt vor dem Gefahrenpunkt liegt, wird der Halt der Zugspitze vor dem Gefahrenpunkt durch die Zugbeeinflussung erzwungen. Die im Zusammenhang mit dem Lokführer und der Bedienung stehenden Risikofaktoren werden durch die Zugbeeinflussung mit kontinuierlicher Überwachung ausgeschlossen.

Durch den Durchrutschweg muss aber weiterhin das Risiko einer ungenügenden Bremsung des Zugs wegen eines Gleitens oder eines störungsbedingten Ausfalls einer Bremseinheit abgedeckt werden. 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 projektiert werden.

Verkürzte Durchrutschwege dürfen nur projektiert werden, wenn:

- diese auf Grund einer Sicherheitsbeurteilung festgelegt wurden
  - die Sicherheitsbeurteilung ist mit den Unterlagen zum Plangenehmigungsverfahren einzureichen
  - die Fahrten mit abgetrennter Zugbeeinflussung im Störfall sowie allfällige Fahrten ohne ausreichende Zugbeeinflussung sind in der Sicherheitsbeurteilung einzubeziehen
- 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
- im Falle eines Wechsels der Überwachungsart muss die kontinuierliche Überwachung spätestens ab Einfahrvorsignal des betroffenen Bahnhofs erfolgen.

## 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.

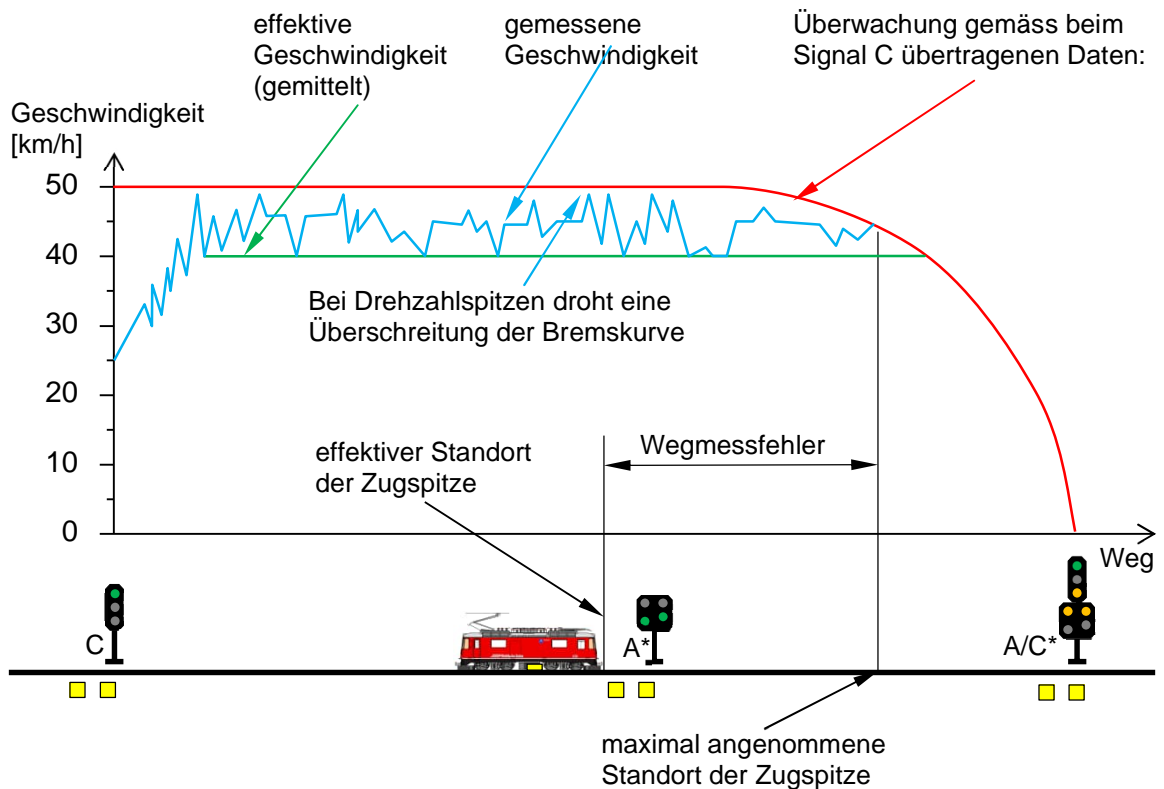


Abbildung 46: Auswirkungen von Adhäsionsschwierigkeiten

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 Abstand zwischen Hauptsignal und Gefahrenpunkt projektiert werden. Diese Massnahme kann sich im folgenden Abschnitt nachteilig auswirken: Eine Geschwindigkeitsschwelle oder sogar der Zielpunkt wird bis zur nächsten Korrektur der Ortung dem Wert der Verlegegenauigkeit entsprechend restriktiver berechnet.
- 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. Das Linking kann nur unterbrochen werden, wenn kein Euroloop empfangen werden soll:
  - Zwischen einem Vor- und einem Hauptsignal kann das Linking nur allgemein unterbrochen werden, wenn kein Euroloop vor dem Hauptsignal verlegt ist
  - Zwischen einem Vor- und einem Hauptsignal kann das Linking bei Fahrbeurteilung unterbrochen werden. Der Euroloop vor dem Hauptsignal wird nicht angekündigt und daher nicht ausgewertet. Bei *Warnung* am Vorsignal wird das Linking beibehalten und der Euroloop angekündigt und daher ausgewertet
  - Wenn das Linking zwischen einem Vor- und einem Hauptsignal unterbrochen wird, wird ein Fehler beim Empfang der Balisengruppe am Hauptsignal durch Überschreitung des Endes der Fahrerlaubnis statt durch Linkingsfehler offenbart. Die Systemreaktion ist somit gleichwertig.
- 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 projektiert werden, damit trotz andauernden Schlupfs und Drehzahlspitzen mit der effektiven zulässigen Streckengeschwindigkeit gefahren werden kann.

6.14.4 Beispiel zur Umsetzung

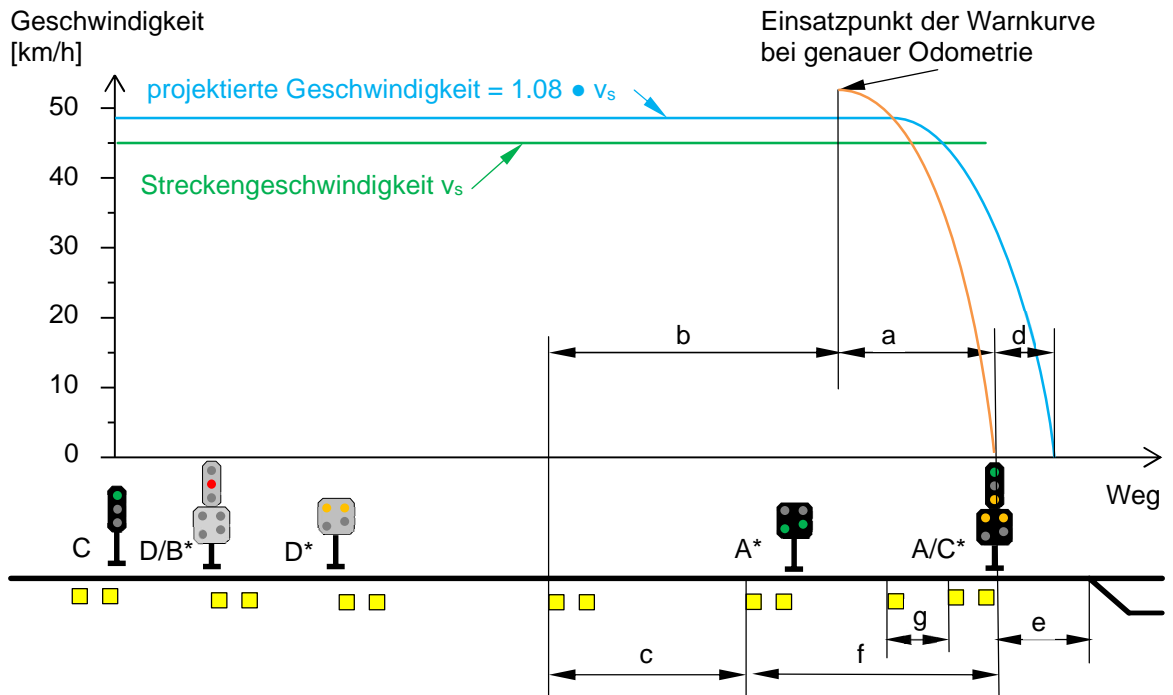


Abbildung 47: Projektierung bei Adhäsionsschwierigkeiten

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 andauernden 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.

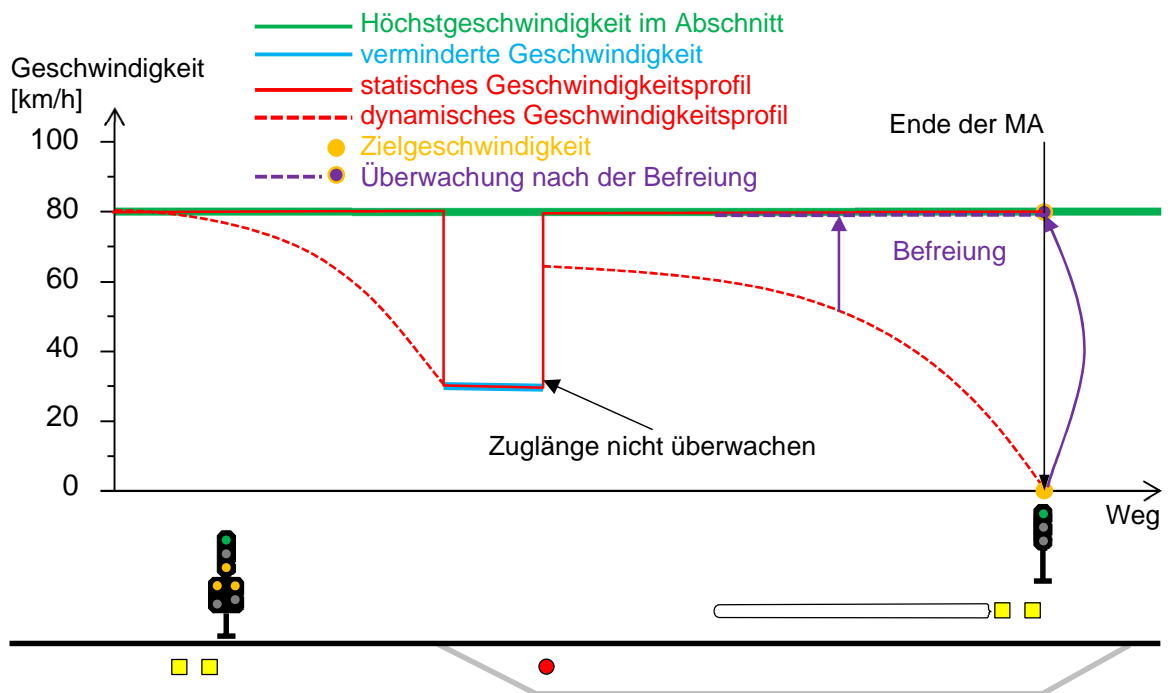


Abbildung 48: Fahrbegriff-Tiefhaltung

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 einer Vollbremsung mit einem ganzen Zug berücksichtigen. Eine nur den Schnellbremsweg eines Einzelfahrzeugs berücksichtigende Vorsignaldistanz 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, sollen bei der Planung der Signalpositionen die Sicherheitsfaktoren gemäss aktueller Ausgabe des Kommentar 4 (Ergänzung a) zur AB-EBV Art. 52.2 berücksichtigt 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.

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

S	Bremsweg inkl. Fahrzeugüberhang [m]
st	Streckeneneigung [‰]
a	Bremsverzögerung [m/s <sup>2</sup> ]
t <sub>r</sub>	Bremsreaktionszeit [s]
t <sub>v</sub>	Bremsdurchschlagzeit [s]
V <sub>Strecke</sub>	Streckengeschwindigkeit [km/h]
V <sub>ü</sub>	Überhöhung [km/h]
S <sub>üMax</sub>	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 Zwangsbremung 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.

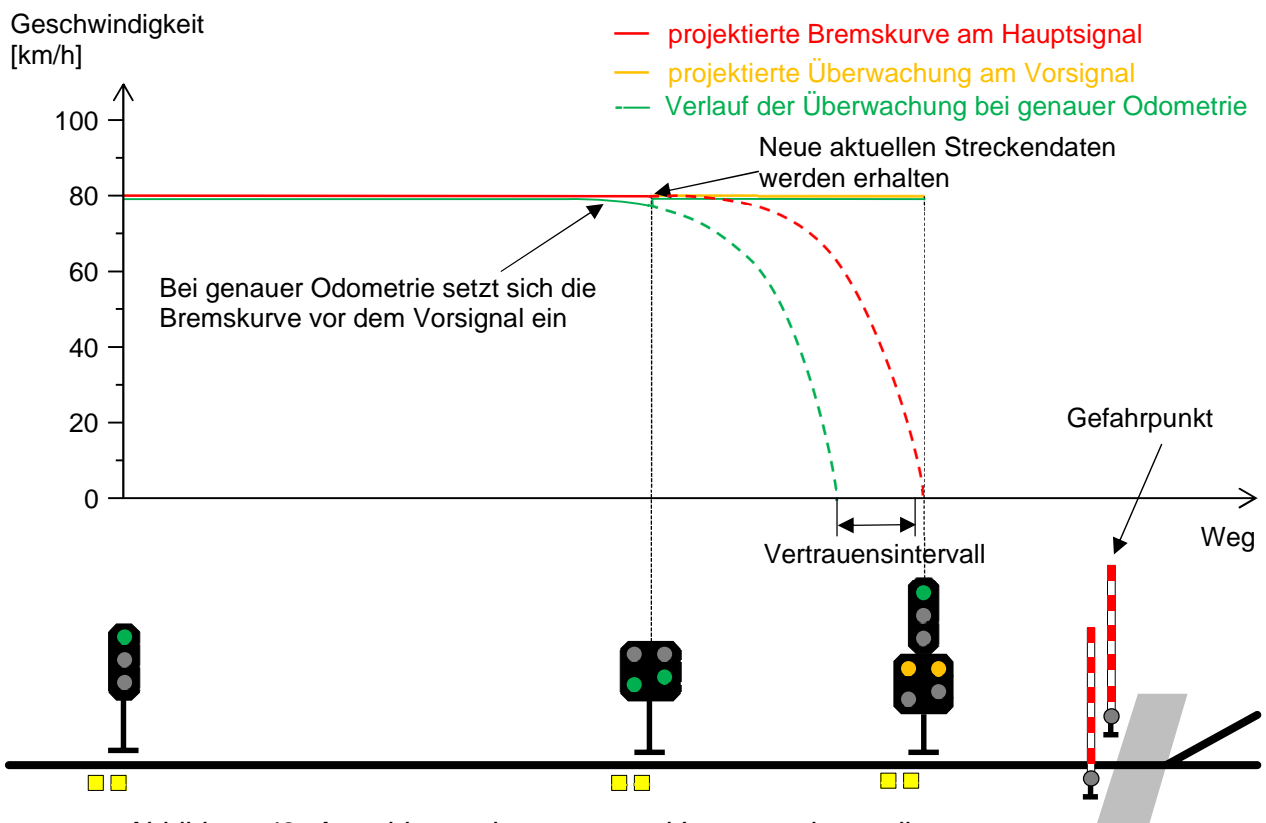


Abbildung 49: Auswirkung eines grossen Vertrauensintervalls

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.

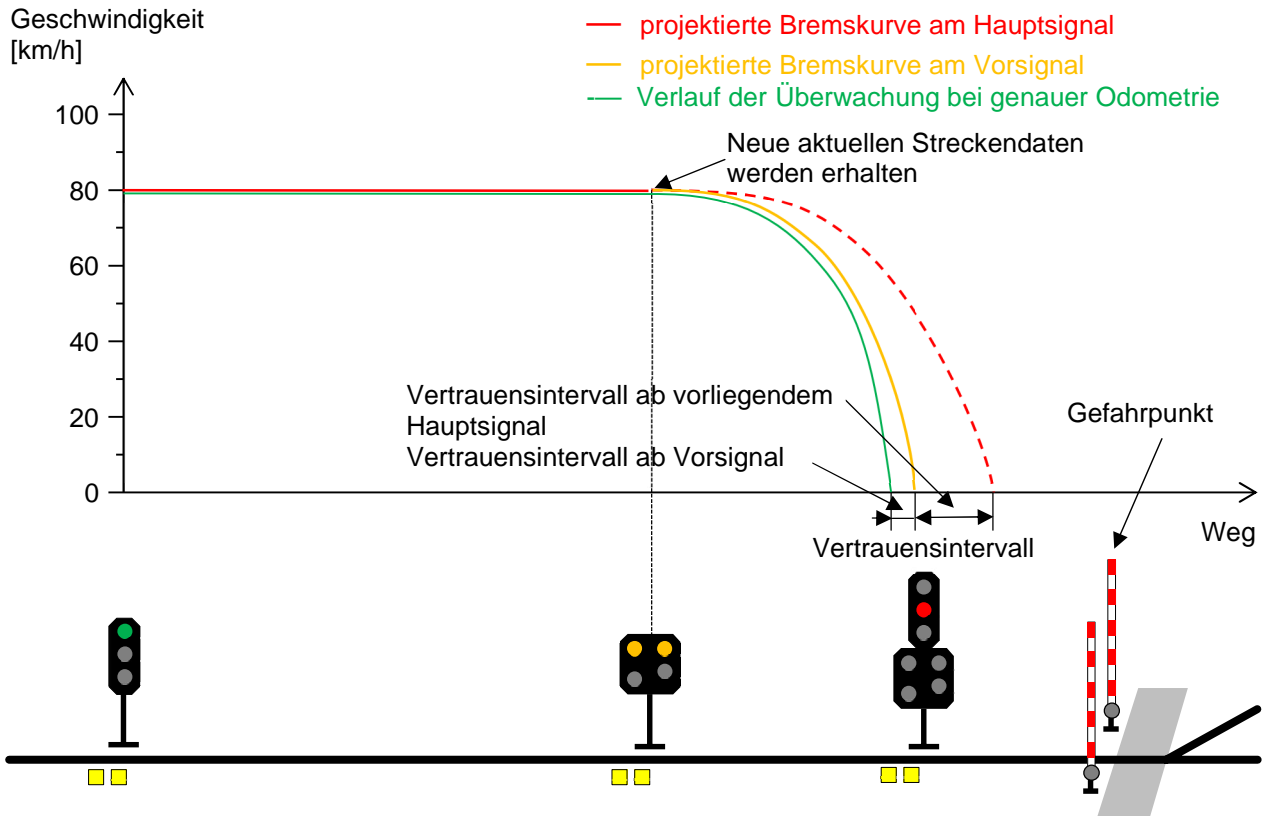


Abbildung 50: Massnahmen bei grossem Vertrauensintervall

## 6.17 Fehlendes Vorsignal

Wenn eine Merktafel für ein fehlendes Vorsignal zum Einfahrtsignal aufgestellt ist, soll eine Infill-Balisengruppe bei dieser Merktafel aufgestellt werden. Sie wird an die LEU des Hauptsignals angeschlossen. Sie wird auf den gleichen Grundsätzen wie bei einem echten Vorsignal projektiert.

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 projektiert 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.

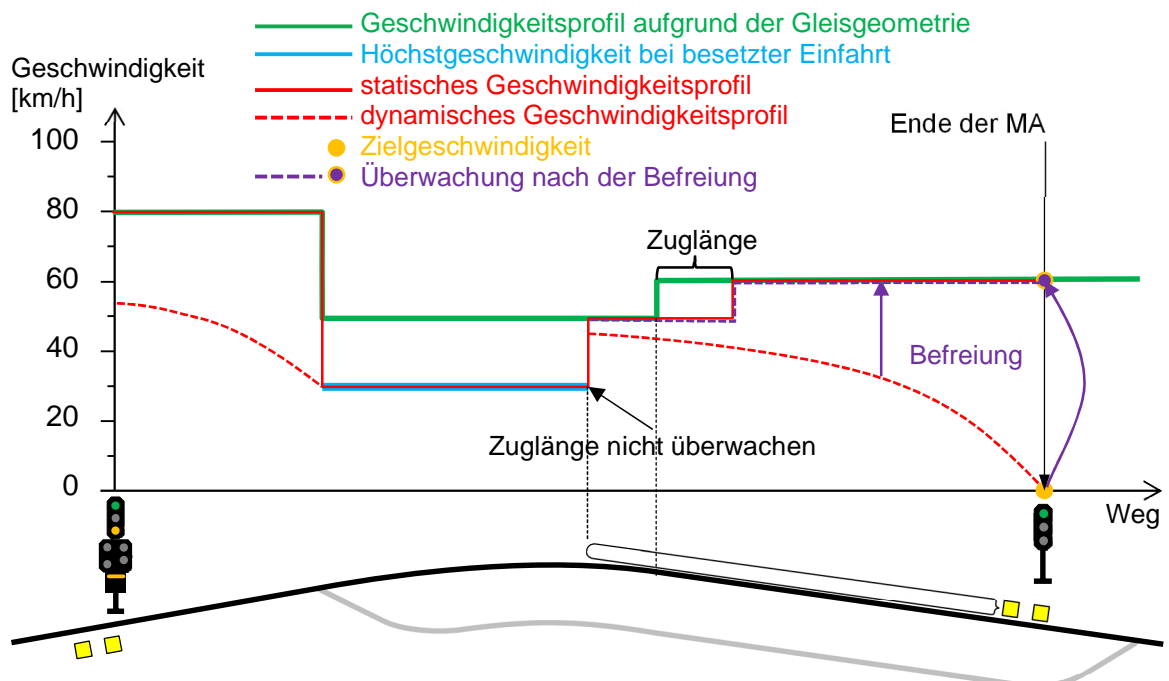


Abbildung 51: Besetzte Einfahrt

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 sequenziell. 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 projiziert, wenn diese signalisiert wird:

- mittels Signals 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 projiziert 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 projiziert werden. Die Zielgeschwindigkeit, ausser wenn *Warnung* signalisiert wird, sowie das statische Geschwindigkeitsprofil dürfen wie beim normalen Fahrbezug projiziert werden.

## 6.21 Bahnübergangsanlagen

### 6.21.1 Mit Kontrolllicht überwachte Bahnübergangsanlage

Je nach Anordnung der Steuerung kann die Ausrüstung der Bahnübergangsanlage mit einer bei der Steuerung angeordneten LEU vorteilhaft sein. An dieser LEU werden die bei jedem Kontrolllicht verlegten Balisengruppen angeschlossen. Bei zentral im Stellwerk angeordneter Steuerung ist die Ausrüstung jedes Kontrolllichts mit einer 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.

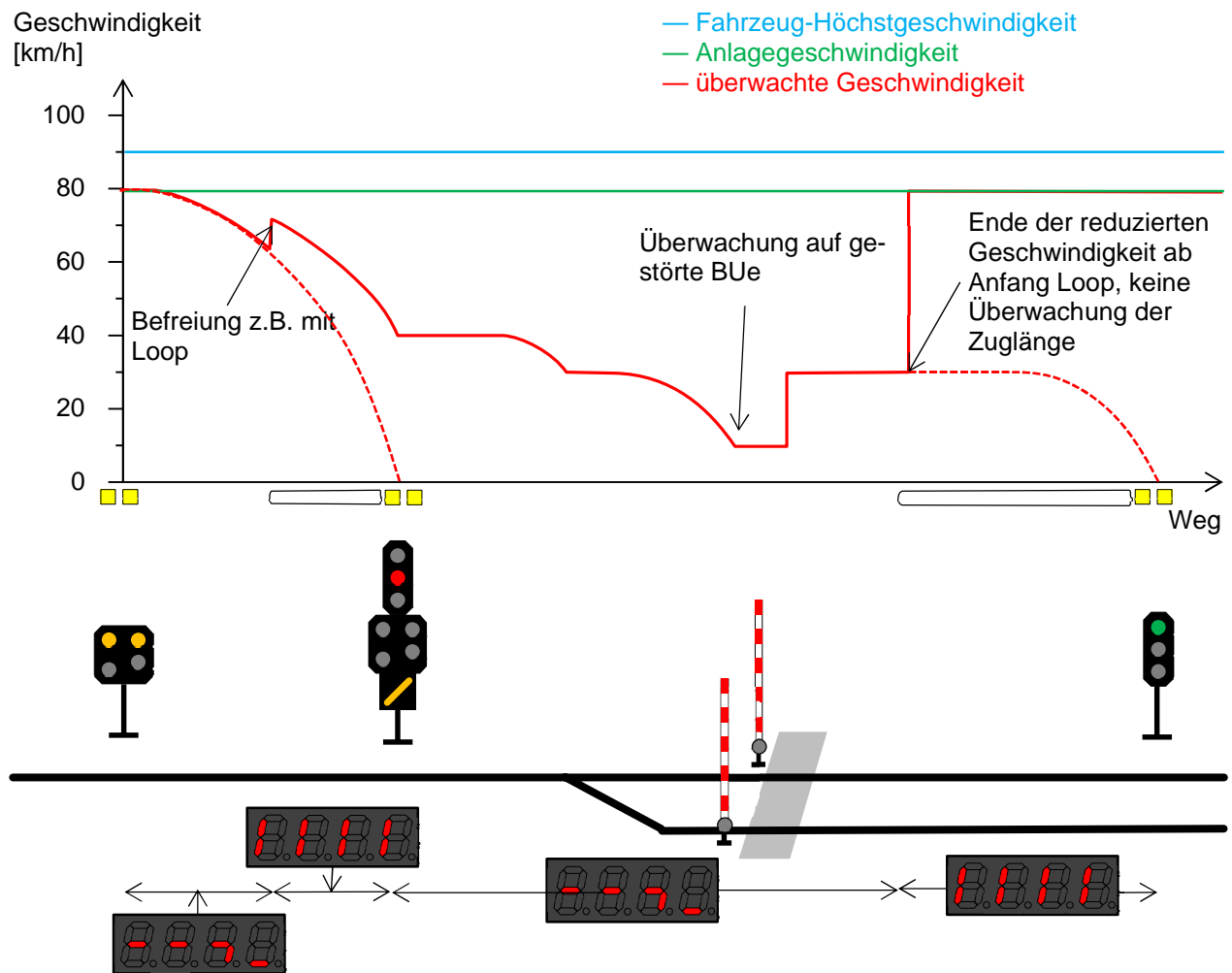


Abbildung 52: Hilfssignal

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 Abfahrtverhinderung ist nur bei einem zuvor angekündigten Euroloop wirksam.

Unterschiedliche Situationen sind auf der Grafik dargestellt:

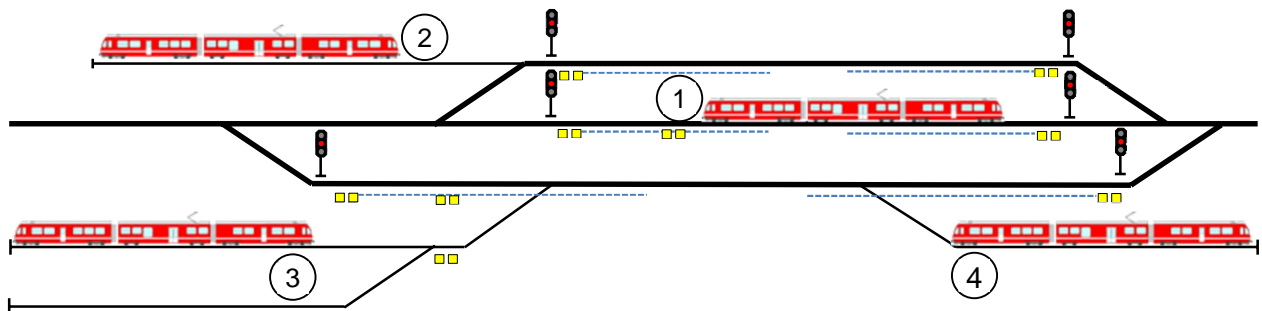


Abbildung 53: Abstell-situationen

- ① Das Fahrzeug wurde im Abfahrgleis 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 (In-fill).
- 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 Abfahrgleis 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 Zwangsbremmung 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 Zwangsbremmung im Bereich der Zahnstangeneinfahrt möglichst vermieden wird. Die Einfahrt in die Zahnstange mit gebremsten Zahnradern kann Schaden verursachen. Bei einer tiefen überwachten Geschwindigkeit soll die Geschwindigkeitsschwelle sehr genau überwacht werden, damit die Überwachung sich in Betrieb nicht hinderlich auswirkt. Die Überwachung wird durch das Geschwindigkeitsprofil der Streckendaten bestimmt. Es kann nur eine einheitliche Geschwindigkeit pro Zahnstangeneinfahrt überwacht werden.

Die Projektierung wird mit den Grundsätzen durchgeführt:

- Bei genauer Odometrie soll im Falle einer Zwangsbremmung die erste Zahnrad-Triebachse beziehungsweise das erste Bremszahnrad vor der Zahnstangeneinfahrt zum Stillstand kommen
- Die Überwachung wirkt auf der minimalen Länge von 5 m
- Es wird keine Zuglängen-Überwachung projiziert
- Die Distanz ab der zurückliegenden Balisengruppe, die das Vertrauensintervall zurückstellt, soll nicht höher als 250 m sein. Damit wird das Vertrauensintervall auf 10 m begrenzt.

Der höchstzulässige Abstand ab Anfang der Zahnstangeneinfahrt bis zur projizierten Geschwindigkeitsschwelle wird mit der Formel berechnet:

$$s_z = s_{\text{üMin}} + 5 + 0.02 \times s_{bg} - \frac{\left(\frac{V_A}{3.6}\right)^2}{2 \times a}$$

- $S_z$  Abstand zwischen Anfang der Zahnstangeneinfahrt und projektierte Geschwindigkeitsschwelle [m]
- $S_{\text{üMin}}$  Überhang zwischen Fahrzeugspitze und erstes Zahnrad, minimaler Wert aller auf der Strecke eingesetzten Fahrzeuge [m]
- $S_{BG}$  Distanz ab zurückliegender Balisengruppe [m]
- $V_A$  Einfahrtgeschwindigkeit in die Zahnstränge, maximaler Wert im Falle unterschiedlicher Vorgaben (Triebfahrzeug oder Steuerwagen) [km/h]
- $a$  Verzögerung bei einer Zwangsbremung [m/s<sup>2</sup>]

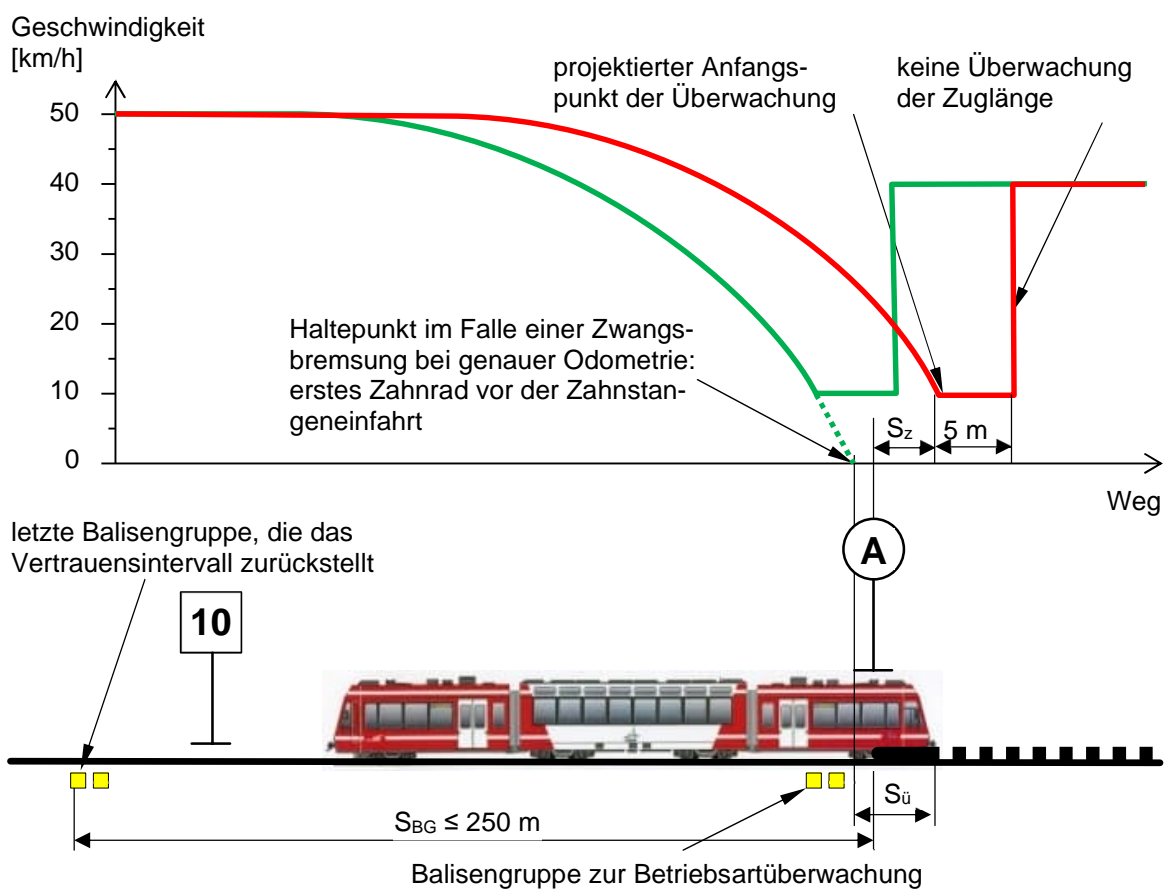


Abbildung 54: Überwachung einer Zahnstangeneinfahrt

### 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.

Die Neigung wird 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.

## 6.32 Provisorien

Der Umbau eines unter Betrieb stehenden Bahnhofs muss in der Praxis etappenweise erfolgen. Auch die entsprechenden Anpassungen der Sicherungsanlage müssen häufig gestaffelt werden. Zeitlich sehr kurze Zwischenstände können unvermeidlich sein.

Die kompromisslose Anpassung der Projektierung der Zugbeeinflussung für jede Etappe kann zu einem unverhältnismässigen Aufwand führen. Situativ können Vereinfachungen erforderlich sein.

Die eventuell entstehenden ungedeckten Risiken sind zu betrachten. Jedenfalls ist eine sorgfältige vorausschauende Planung zwingend. Mögliche Lösungen sind:

- Die Ausserbetriebsetzung der Streckenausrüstung. Diese Lösung ist nur vertretbar, wenn keine Zugskreuzungen im Bahnhof stattfinden:
- Beidseitig des Baustellenbereiches werden Balisengruppen verlegt, die eine Fahrerlaubnis ausreichender Länge bis zum nächsten aktiven Streckenpunkt ohne Geschwindigkeitseinschränkung erteilen
  - Alle Balisen im Bereich zwischen diesen beiden Balisengruppen werden abgedeckt
- Eine punktuelle Überwachung mittels Eurobalisen kann mit einem geringen Aufwand umgesetzt werden:
  - Wenn nur die Standorte der Balisengruppen der Ausfahrtsignale betroffen sind, genügt in der Regel eine Umprojektierung dieser Streckenpunkte
  - Wenn die Fahrbegriffe der Einfahrtsignale betroffen sind, sind diese ins Provisorium einzubeziehen
  - Ein Halt-Telegramm wird bei *Halt* projektiert
  - Bei allen Fahrbegriffen wird eine Fahrerlaubnis ausreichender Länge bis zum nächsten aktiven Streckenpunkt ohne Geschwindigkeitseinschränkung projektiert. Eine Warnung kann nicht projektiert werden
  - Die Abfahrtsverhinderung entfällt. Der Halt vor dem Gefahrenpunkt wird nicht überwacht. Zum Ausgleich der entstehenden Risiken kann eine Langsamfahrstelle über dem Bahnhof geplant werden. Die Höchstgeschwindigkeit dieser Langsamfahrstelle kann mit Wurfbalisen überwacht werden.

Für diese Übergangssituationen kann auf die Erarbeitung der Bauunterlagen verzichtet werden. Die Projektierungsschritte sind:

- Erarbeitung der Erfassungsblätter mit dem provisorischen Zustand
  - Als Grundlage dazu dient die Version mit dem entsprechenden Ausbaustand der Aussenanlage (Standorte, Fahrbegriffe) für welche Bauunterlagen erstellt wurden oder werden erstellt. Das kann fallweise der ursprüngliche Zustand oder der Zustand nach dem Umbau sein
  - Die Kennzeichnung der Version wird als Zwischenstand angegeben (z.B. Version D.01)
- Es werden keine Bauunterlagen erarbeitet
- Die Datenpunktabeln werden direkt auf Grund der Erfassungsblätter erarbeitet
- Die Programmdateien werden erstellt
  - Die Programmdateien werden auch als Zwischenversion gekennzeichnet.

Im untenstehenden Beispiel wird in einer ersten Etappe das bisherige Gruppenausfahrtsignal B durch die Gleissignale B1 und B2 ersetzt. Mit der Schaffung von Durchrutschwegen werden die Balisengruppen versetzt. Mit dem Ausbau werden die

Fahrstrassen über der Weiche 1 in der Stellung links neu mit Fahrbegriff 3 statt bisher 2 signalisiert. Die Fahrbegriffe der Einfahrsignale werden erst in einer späteren Etappe angepasst.



Abbildung 55: provisorischer Zustand

Die Projektierung des Zwischenstands wird umgesetzt:

- Vorsignal A\*: bisherige Projektierung unverändert
- Einfahrsignal A/C\*: vereinfachte auf dem Ursprungszustand gestützte Projektierung,
  - Halt: Halttelegramm
  - alle Fahrbegriffe: Fahrttelegramm
  - eine allfälliger Euroloop in der Annäherung zum Signal bleibt aktiv
  - wenn die Balisengruppe des Vorsignals an der LEU des Einfahrsignals angeschlossen ist, darf die Anpassung der Fahrbegriffe in dieser Etappe noch nicht umgesetzt werden
- Ausfahrtsignale B1 und B2: vereinfachte auf dem Ausbauzustand gestützte Projektierung,
  - Halt: Halttelegramm
  - Fahrbegriff 3 beziehungsweise 1: Fahrttelegramm
- Ausfahrtsignal C: vereinfachte auf dem Ursprungszustand gestützte Projektierung,
  - Halt: Halttelegramm
  - Fahrbegriff 1, Balisengruppe im Gleis 1: Halttelegramm
  - Fahrbegriff 1, Balisengruppe im Gleis 2: Fahrttelegramm
  - Fahrbegriff 2, Balisengruppe im Gleis 1: Fahrttelegramm
  - Fahrbegriff 2, Balisengruppe im Gleis 2: Halttelegramm
- Einfahrsignal D/B\*: vereinfachte auf dem Ursprungszustand gestützte Projektierung,
  - Halt: Halttelegramm
  - alle Fahrbegriffe: Fahrttelegramm
  - eine allfällige Befreiung mittels Euroloop in der Annäherung zum Signal bleibt aktiv
  - wenn die Balisengruppe des Vorsignals an der LEU des Einfahrsignals angeschlossen ist, darf die Anpassung der Fahrbegriffe in dieser Etappe noch nicht umgesetzt werden
  - Vorsignal D\*: bisherige Projektierung unverändert.

Das sogenannte Fahrttelegramm umfasst:

- eine Fahrerlaubnis ausreichender Länge bis zur Balisengruppe des nächsten Zugsignals (z. B. Einfahrtvorsignal des Nachbarbahnhofs)
- nur eine Höchstgeschwindigkeit (Bahnhofgeschwindigkeit, Streckengeschwindigkeit)
- Zielgeschwindigkeit identisch mit der Höchstgeschwindigkeit
- keine Abschnitte mit reduzierter Geschwindigkeit
- kein Neigungsprofil
- gegebenenfalls Loopabkündigung.



# 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. Dazu können Vorlagen zu den Erfassungsblätter bei der Systemführung ZBMS angefordert werden. Die anwendende Infrastrukturbetreiberin darf die nötigen Anpassungen vornehmen, um diese in die eigene Dokumentstruktur zu integrieren.

Kopfdaten und Versionenverlauf:

- Die Erfassungsblätter beziehen sich auf die Neuausrüstung der Zugbeeinflussung nach Standard ZBMS oder auf dem Anlagestand nach einem Umbau. Auch kann ein Umbau in mehreren Etappen erfolgen. Da bei etappenweisen Umbauten mehrere Versionen eines Erfassungsblattes parallel geführt werden müssen, ist der entsprechende Ausbaustand der Anlage aufzuführen.

Die allgemeinen Daten jedes Bahnhofs und der angrenzenden Strecken werden im Erfassungsblatt des Bahnhofs aufgeführt.

Weichen:

- Aufzuführen sind alle Weichen in den Hauptgleisen mit den relevanten Angaben
  - Standort der Weichenspitze
  - Standort des Sicherheitszeichen
  - Höchstgeschwindigkeit beider Stränge
    - Die Angabe der Höchstgeschwindigkeit entfällt bei einem Weichenstrang, der in ein Nebengleis führt
- Die Weichen in den Nebengleisen müssen nicht erfasst werden.

Strecken- und Bahnhof-Höchstgeschwindigkeit:

- Das Geschwindigkeitsprofil wird mindestens ab dem letzten Hauptsignal des vorliegenden Bahnhofs bis zum ersten Hauptsignal des nächsten Bahnhofs ermittelt. Als Hauptsignal gilt dabei das Einfahrsignal sowie ein im Nachbarbahnhof zentralisiertes Blocksignal
- Angegeben wird die Höchstgeschwindigkeit bei signalisierter *Freie Fahrt* über die Gleise, welche mit der Anlage-Höchstgeschwindigkeit befahren werden dürfen. Die mit einer tieferen signalisierten Geschwindigkeit befahrenen Gleise werden nicht aufgeführt.

Neigungsprofil:

- Das Neigungsprofil wird mindestens ab dem letzten Hauptsignal des vorliegenden Bahnhofs bis zum ersten Hauptsignal des nächsten Bahnhofs ermittelt. Als Hauptsignal gilt dabei das Einfahrsignal sowie ein im Nachbarbahnhof zentralisiertes Blocksignal
- Ermittelt wird das Neigungsprofil mit der Genauigkeit der Signalisierung an der Strecke. Änderungen bis 2 ‰ dürfen ignoriert und sehr kurze Abschnitte dürfen zusammengefasst werden
- Zusammengefasste Neigungsprofile aufgrund der Bremskurven werden in den Erfassungsblätter zusätzlich zum detaillierten Profil aufgeführt
- Vereinfachungen des Neigungsprofils aufgrund der Systemeigenschaften müssen auf der Ebene der Erfassungsblätter noch nicht projektiert werden. Sie werden in den Bauunterlagen dargestellt

Länge der einzelnen Gleise:

- Die Länge der einzelnen Gleise wird bei mehrgleisigen Anlagen nur ermittelt, wenn der Bahnhof oder ein Doppelspurabschnitt in einem Bogen liegt.

Kilometersprünge:

- Aufgeführt werden die nach einer Streckenkorrektur entstandenen Kilometersprünge
- Zudem sind bei in Bogen unterschiedlichen Gleislängen ab ca. 2 m, Distanzkorrekturen erforderlich. Zur Projektierung der Zugbeeinflussung wird ein Kilometersprung an einem geeigneten Ort im betroffenen Gleisabschnitt gesetzt.

**Bahnübergangsanlagen:**

- Alle Bahnübergangsanlagen im Bereich ab dem letzten Hauptsignal des vorliegenden Bahnhofs bis zum ersten Hauptsignal des nächsten Bahnhofs werden aufgeführt. Als Hauptsignal gilt dabei das Einfahrsignal sowie ein im Nachbarbahnhof zentralisiertes Blocksignal
- Unbewachte Bahnübergänge sind für die Zugbeeinflussung nicht relevant und müssen nicht aufgeführt werden.

**Signale ohne Ausrüstung und Prellböcke:**

- Signale ohne Streckenausrüstung sind Hauptsignale, die nur Halt signalisieren können. Dieser Grundsatz gilt auch wenn eine Fixdaten-Balisengruppe zur Euro-loop- An- und Abkündigung am gleichen Standort verlegt wird.
- Bei einem Prellbock wird der Standort des Puffers angegeben.

**Fixdaten-Balisengruppen:**

- Aufgeführt werden alle Fixdaten-Balisengruppen ohne Zugehörigkeit zu einem Zugsignal. Das sind zum Beispiel Fixdaten-Balisengruppen zur Distanzkorrektur oder zur Loop An- und Abkündigung
- Eine Eichbalise in der Annäherung zu einem Hauptsignal wird im Erfassungsblatt des Signals aufgeführt.

**Planungsunterlagen:**

- Auszuführen sind die für die Datenerhebung verwendeten Quellen in der Form von Dokumenten (z.B. Streckentabellen, Kabel- und Isolierplan) oder Systemen (z.B. geografisches Information-System).

Die Daten jedes Haupt- und Vorsignals werden in einem spezifischen Erfassungsblatt aufgeführt. Wiederholungssignale und Fahrtstellungsmelder werden in der Regel unter Bemerkungen mit ihrem Standort im Erfassungsblatt des zugehörigen Hauptsignals aufgeführt. Ein separates Erfassungsblatt wird geführt, wenn die Gleisfreimeldeeinrichtung aufgeteilt und eine eigene LEU beim Wiederholungssignal projektiert wird.

**Standorte der Signale:**

- Die Standorte werden mit einer Genauigkeit von 10 cm aufgenommen und von 1 m aufgeschrieben. Bei einem relativ auf ein Referenzobjekt aufgenommenen Standort muss beachtet werden, Messungenauigkeiten nicht zu addieren
- Die Methodik der Standorterfassung ist nachzuführen, um die Datenqualität zu überwachen und mögliche Abweichungen im Projektverlauf zu erkennen. Am Anfang eines Projekts muss fallweise mit Plänen gearbeitet werden, die noch Änderungen erleben können. Eine optimale Datensicherheit wird erreicht, wenn ein gegossenes Signalfundament vor Ort vermessen werden kann
- Die Art der Befreiung und fallweise der Anfangspunkt des Fensters zur manuellen Befreiung beziehungsweise die Länge des Euroloops sind festzulegen
- Der Zielpunkt der MA bezeichnet den Zielpunkt der Fahrerlaubnisse, die beim betrachteten Signal enden. Wenn dieser Punkt nach dem Gefahrenpunkt projektiert wird, muss es unter Bemerkungen im Erfassungsblatt und in der Nachweisführung deklariert werden.

## 7.2.2 Überwachungen

Alle Signalbegriffe inklusive Tiefhaltungen sowie Ausfall- und Rückfallbegriffe sind auszuführen. Die Vollständigkeit der Auflistung der Signalbegriffe ist besonders zu prüfen.

Zu jedem Fahrbeginn ist festzulegen:

- der Zielpunkt der Fahrerlaubnis in Bezug auf die Anforderungen:
  - der Sicherheit, wenn der Zielpunkt über den Gefahrenpunkt projiziert wird
  - des Betriebs, damit wo erforderlich bis zum spätesten Halteort vorgezogen werden kann
- der gegebenenfalls erforderlichen Massnahmen bei Adhäsionsschwierigkeiten
- das statische Geschwindigkeitsprofil
- die Zielgeschwindigkeit.

Wenn bei gleichem Signalbegriff unterschiedliche Fahrstrassen abweichende Überwachungen erfordern, sind Weichenlageüberwachungen zu projektieren. Sie werden unter Signalbegriff und Bemerkungen aufgeführt.

Besonders zu achten ist auf allfällige Fahrbeginn-Tiefhaltungen und auf den Ablauf, wenn das Zielsignal in der Annäherung eines Zuges auf einen höheren Fahrbeginn 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.

Zur Qualitätssicherung der erfassten Daten ist eine Prüfung der erfassten Parameter gemäss Vier-Augen-Prinzip vorzusehen.

## 7.2.3 Begehung

In einer Begehung können die erfassten Daten sowie die Einbaumöglichkeiten systematisch geprüft werden. 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.

Bei der Nachrüstung bestehender Anlagen mit der Zugbeeinflussung nach Standard ZBMS wird eine Begehung möglichst früh in der Projektabwicklung durchgeführt. Bei tiefgreifenden Bahnhofumbauten ist eine Begehung sinnvoll, erst wenn die Signalfundamente stehen.

#### **7.2.4 Ausführungspläne, Bauunterlagen**

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

Diese Unterlagen sind durch den Besteller zu prüfen und freizugeben.

#### **7.2.5 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 Zugbeeinflussungs-Projekt spezifisch die untenstehenden Angaben erforderlich:

- die Kosten-/Nutzenanalyse von Euroloops, die aus betrieblichen Gründen verlegt werden sollen (Ziffer 6.6.2)
- 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)
- für Bahnhöfe, wo Triebfahrzeuge regelmässig abgestellt werden: das Abstellkonzept und die Art der Sicherung bei der ersten Abfahrt nach der Inbetriebnahme (Kapitel 6.27)
- 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.

#### **7.2.6 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)
- 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.

Der Systembetreiber sorgt, dass das Unterhaltspersonal Zugriff auf den erforderlichen Unterlagen und Zielsystemdateien hat. Die aktuelle dem Betriebszustand entsprechende Version muss stets zugänglich und unverwechselbar sein.

## 7.3 Erfüllung des Sicherheitsintegritätslevels SIL 2

### 7.3.1 Grundsatz

Bei einer Projektierung der Zugbeeinflussung unter Einhaltung des Sicherheitsintegritätslevel SIL 2 nach EN 50128 beziehungsweise EN 50716 sind grundlegende Rahmenbedingungen einzuhalten:

- Die am Projekt beteiligten Unternehmen müssen über ein eigenes Sicherheitsmanagement und ein zertifiziertes Qualitätsmanagement nach EN ISO 9001 oder gleichwertig (SMS) verfügen und müssen dieses anwenden
- Sämtliche Projektschritte müssen durch zwei verschiedene Personen in der Funktion Ersteller und Prüfer unabhängig voneinander ausgeführt werden. Beide Personen müssen über die erforderlichen Qualifikationen verfügen, welche nachzuweisen sind. In einem anderen Projekt muss der Ersteller die Rolle des Prüfers beziehungsweise muss der Prüfer die Rolle des Erstellers wahrnehmen können.
- Alle relevanten Anforderungen der eingesetzten Systemkomponenten sind zu berücksichtigen (Sicherheit, Einbau und Einsatz, Herstellervorgaben)
- Die Führung des Sicherheitsnachweis wird zwischen Systemlieferant und Infrastrukturbetreiberin aufgeteilt
  - Die Infrastrukturbetreiberin lässt die spezifischen Sicherheitsnachweise für den Anteil der Projektierung erstellen, der in ihrem Verantwortungsbereich liegt. Diese Dokumente werden im übergeordneten Sicherheitsnachweis über dem gesamten Projektdurch den Systemlieferant integriert
  - Der Systemlieferant lässt ein oder mehrere Sicherheitsnachweis(e) für die Zugbeeinflussung im Umfang des gesamten Projekts inklusiv Projektierung, Hardware, Software und Anwenderdokumentation erstellen. Die Rollentrennung und die Unabhängigkeit des Gutachters gegenüber dem Projektteam sind zu gewährleisten. Ersteller und Gutachter dürfen im gleichen Unternehmen beschäftigt sein. Sie sollen aber unterschiedlichen Organisationseinheiten gehören.

Die Systemführung ZBMS stellt eine Vorlage zur Nachweisführung durch die Infrastrukturbetreiberin zur Verfügung. Die anwendende Infrastrukturbetreiberin darf die nötigen Anpassungen vornehmen, um diese in die eigene Dokumentstruktur zu integrieren.

### 7.3.2 Erstellung der Erfassungsblätter

Die Erfassung der Rohdaten liegt im Verantwortungsbereich der Infrastrukturbetreiberin. Die Projektierungsgrundlagen ZBMS dienen als Grundlage zur Festlegung der Schutzparameter. Abweichungen zu den Projektierungsgrundlagen ZBMS sowie zu hoheitlichen Vorschriften sind unter Bemerkungen im entsprechenden Erfassungsblatt aufzuschreiben und in der Nachweisführung zu deklarieren. Auch Abweichungen von den Montageanleitungen sind zu deklarieren. Dies kann zum Beispiel mit ungenügendem Abstand zu Fangschiene oder andere Stahlkonstruktionen sowie Weichenzungen verlegten Eurobalisen betreffen.

Der Prüfer darf selbst die Dokumente nicht ändern. Allfällige Korrekturen sind durch den Ersteller auszuführen und durch den Prüfer nochmals zu kontrollieren. Der Ersteller muss alle Anpassungen nachvollziehbar dokumentieren.

Der Ersteller und der Prüfer sind unterschiedliche Personen. Die Freigabe darf wahlweise durch den Ersteller, den Prüfer oder eine dritte Person erfolgen.

### 7.3.3 Prüfung der Bauunterlagen

Der Prüfer der Bauunterlagen darf der Ersteller oder der Prüfer der Erfassungsblätter sein. Die Prüfung darf auch von einer dritten Person durchgeführt werden. Der Prüfer der Bauunterlagen muss die Erfassungsblätter verstehen. Zudem muss er die betrieblichen Anforderungen kennen und deren Erfüllung bewerten können.

Es wird empfohlen alle bei der Infrastrukturbetreiberin am Projekt beteiligten Fachstellen in die Prüfung einzubeziehen. Der Prüfer koordiniert den gesamten Vorgang und validiert die einzelnen Rückmeldungen.

In den Situationsskizzen wird insbesondere geprüft:

- die richtige Darstellung aller Elemente der Sicherungsanlage und der Zugbeeinflussung in der Zeichnung
- die korrekte Kennzeichnung der Gleise, Weichen und Signale
- die Zahnstangen Ein- und Ausfahrten
- alle Standorte. Sie werden mit den Erfassungsblätter verglichen. Gleichzeitig ist die Aktualität der erfassten Standorte zu verifizieren. Fallweise kann der Datenstand der in den Erfassungsblätter festgelegten Standorte aktualisiert werden
- die Profile der Anlage-Höchstgeschwindigkeit und der Neigungen
- die Vollständigkeit und die Richtigkeit der fallweise erforderlichen Erläuterungstexte
- die Erfüllung der betrieblichen Anforderungen:
  - alle erforderlichen Fixdaten-Balisengruppen zur Loop An- und Abkündigung müssen projektiert und am geeigneten Standort geplant sein
  - die zur Wegmesskorrektur erforderlichen Fixdaten-Balisengruppen auf der Strecke
  - die Looplängen müssen nicht nur mit betrieblichen Anforderungen, sondern auch mit den Möglichkeiten zur Loopankündigung übereinstimmen.

In den grafischen Geschwindigkeitsprofilen wird insbesondere geprüft:

- der Zielpunkt der Fahrerlaubnis in Bezug auf die Anforderungen:
  - der Sicherheit, wenn der Zielpunkt über den Gefahrenpunkt festgelegt wird
  - des Betriebs, damit wo erforderlich bis zum spätesten Halteort vorgezogen werden kann
  - der gegebenenfalls erforderlichen Massnahmen bei Adhäsionsschwierigkeiten
- die Zielgeschwindigkeit
- die Befreiung vor dem Zielpunkt
- das statische Geschwindigkeitsprofil
- das Neigungsprofil:
  - die Korrektheit der Vereinfachung, wenn eine Vereinfachung erforderlich ist, weil der Abschnitt mehr als drei Neigungen umfasst
  - die erforderlichen Vereinfachungen, damit die Bremskurven nicht unnötig verschärft werden.

Die Prüfbefunde sind mit den erforderlichen Erläuterungen zu ergänzen, damit sie nachvollziehbar sind.

### 7.3.4 Nachweisführung

Die Infrastrukturbetreiberin führt ein Protokoll zu den Projektstätigkeiten und die Prüfungen, die in ihrem Verantwortungsbereich liegen. Dieses Dokument ist Teil des gesamten durch den Systemlieferant zu erstellenden Sicherheitsnachweis.

Das Protokoll muss mindestens umfassen:

- die Auflistung der geprüften Dokumente inklusive Version
- eine klare Aussage zum Prüfungsergebnis. Prüfvermerke sind den betroffenen Prüfobjekte klar zu richten.
- eine Auflistung der allfälligen Abweichungen zu den Projektierungsgrundlagen und zu Vorschriften. Eine Bewertung des Prüfers zu jeder Abweichung ist aufzuführen
- die einzelne Bewertung der durchgeführten Prüfungen.

Das Protokoll muss vom Prüfer unterschrieben werden. Damit bestätigt er, dass er alles vollständig geprüft hat. Das Prüfprotokoll ist zusammen mit der Anlagedokumentation während der gesamten Lebensdauer der Anlage durch die Infrastrukturbetreiberin aufzubewahren.

Die Systemführung ZBMS stellt den Infrastrukturbetreiberinnen eine Vorlage zum Prüfprotokoll zur Verfügung. Die Prüfung wird mehrheitlich als Checkliste nachgewiesen.

## 7.4 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 prüfende Hauptsignale auf *Halt* zu belassen, bis der Zug angehalten hat. Vom Aufwand her ist es sinnvoll, diese Probefahrt erst nach der Inbetriebnahme einzuplanen.

## 7.5 Projektierung der Fahrzeugausrüstung

### 7.5.1 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.

### 7.5.2 Fahrzeugparameter

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

Die Parameter umfassen unter anderem:

- Eisenbahnverkehrsunternehmens- und ETCS-Kennungen
- Festlegung diverser Geschwindigkeitsschwellen
- Bremskurvendefinitionen
- diverse Reaktionszeiten
- maximale Streckenneigungen
- Betriebsartumschaltung für die Traktion und Überwachungen
- spezifische Parameter der Zahnradbahnen
- Wechsel im Überwachungsbereich.

### 7.5.3 Systembremsung

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

- Grundsätzlich wird eine Zugkraftsperre projektiert
  - 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 Direktkontrollern, kann eine Zugkraftsperre nicht vernünftig projektiert 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.

### 7.5.4 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
- Ansprechen der Warnung, der Systembremsung und der Zwangsbremsung bei Überschreitung der überwachten Geschwindigkeit in der Adhäsion
- Empfang von Magneten
- zusätzliche digitale Ausgänge
- Betriebsartüberwachung Adhäsion – Zahnrad
- Ansprechen der Warnung, der Systembremsung und der Zwangsbremsung bei Überschreitung der überwachten Geschwindigkeit bei der Talfahrt in einem Zahnstangenabschnitt.

## 7.6 Bremsmodelle

### 7.6.1 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.

### 7.6.2 Anrechenbare Bremsen

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

### 7.6.3 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 projektieren 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.

### 7.6.4 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 Zwangsbremmung 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 Zwangsbremmsventil entleert werden. Die Durchschlagzeit kann gegenüber einer Schnellbremsung massiv länger ausfallen. Dies ist der Fall, wenn der Durchlass des Zwangsbremmsventils 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.

### **7.6.5 Verzögerung**

Die Berechnung der Bremskurven erfolgt mit der projektierten mittleren Verzögerung.

Diese mittlere Verzögerung darf nicht mit den Bremsprozenten (Bremsgewichtshundertstel) gleichgesetzt werden. Die Bremsbewertung zur Bestimmung des Bremsverhältnis stützt sich auf den Bremsweg eines Einzelfahrzeugs bei einer Schnellbremsung. Die Bremsaufbauzeit im Einzelfahrzeug wird miteinbezogen. Die Verzögerung wird aufgrund der geschwindigkeitsabhängigen Kennlinie des Reibungskoeffizienten einer repräsentativen Bremssohle beziehungsweise eines Bremsbelags bei Scheibenbremsen nachgebildet.

Hingegen wird im System die Verzögerung als konstante Verzögerung während der Abbremsung ab Ablauf der Reaktionszeit bis zum Stillstand angenommen.

### 7.6.6 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.

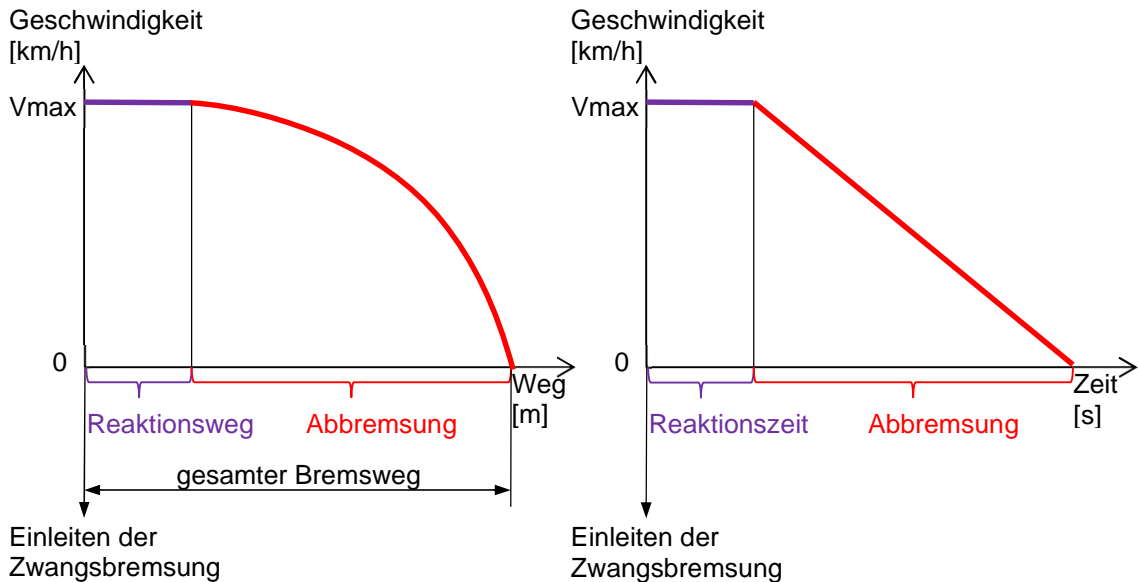


Abbildung 56: Zwangsbremmung einheitlicher Zug

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<sup>2</sup>]

$v_0$  Ausgangsgeschwindigkeit [m/s]

$t_0$  Reaktionszeit = Aufbauzeit [s]

$s$  gesamter Bremsweg [m]

### 7.6.7 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.

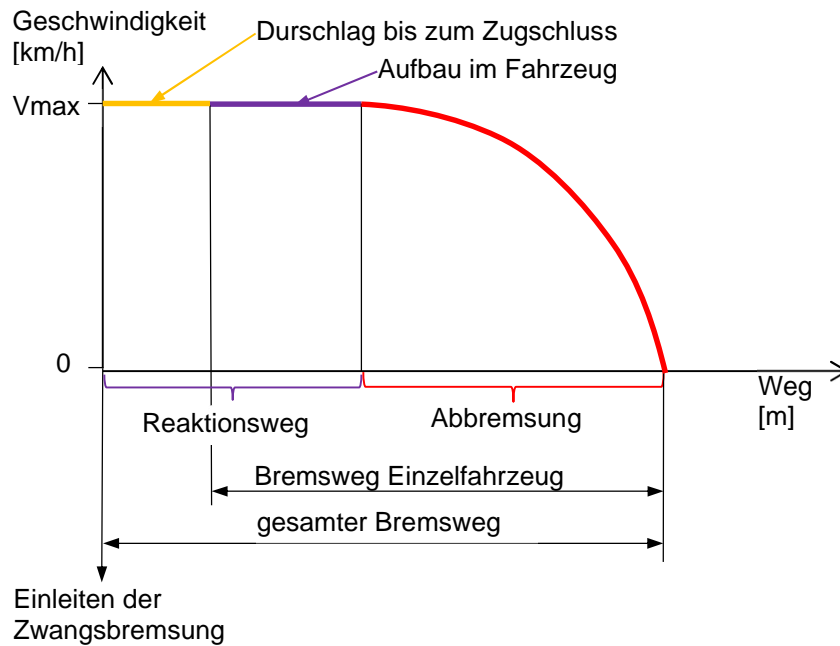


Abbildung 57: Zwangsbremung gemischter Zug

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, Art. 6.1.5 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 [ $\text{m/s}^2$ ]
- $v_0$  Ausgangsgeschwindigkeit [ $\text{m/s}$ ]
- $t_0$  Aufbauzeit im Einzelfahrzeug [ $\text{s}$ ]
- $t_1$  Durchschlagzeit bis zum Zugschluss [ $\text{s}$ ]
- $s_t$  gesamter Bremsweg [ $\text{m}$ ]

### 7.6.8 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.

### 7.6.9 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.

Bei gemischten Adhäsion- /Zahnradbahnen ist die Verifizierung in beiden Betriebsarten vorzunehmen.

## 7.7 Festlegung der Fahrzeugparameter

### 7.7.1 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.

## 7.7.2 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
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 der Betriebsart Rangieren	Empfehlung: 10 km/h	10 km/h
Vmax beim Verlassen der Betriebsart Rangieren	10 km/h	10 km/h
Rückwärtsfahrten in der Betriebsart Rangieren	erlaubt	erlaubt
Bei Fahrt in der Betriebsart Rangieren über Balisengruppe oder eine <i>Halt</i> übermittelnde Magnetkombination wird Summton ausgegeben und die Leuchte Rangieren blinkt	nein	nein
Summer- und DMI-Signalisierungsdauer bei der Überfahrt einer Balisengruppe oder <i>Halt</i> übermittelnde Magnetkombination in der Betriebsart Rangieren	0	0
Toleranz zwischen erlaubter Geschwindigkeit und Warngeschwindigkeit in der Adhäsion	≤ 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 in der Adhäsion	≤ 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 in der Adhäsion	≤ 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

Beschreibung	Grundsätze	Freizügiger Einsatz
Toleranz zwischen erlaubter Geschwindigkeit und Warngeschwindigkeit im Zahnstangenbereich	gleiche Toleranz bei der Bergfahrt und bei der Talfahrt	< 20 km/h: 0.7 km/h ≥ 20 km/h: 1.0 km/h
Toleranz zwischen erlaubter Geschwindigkeit und Einleiten der Systembremsung im Zahnstangenbereich	gleiche Toleranz bei der Bergfahrt und bei der Talfahrt	< 20 km/h: 1.0 km/h ≥ 20 km/h: 1.5 km/h
Toleranz zwischen erlaubter Geschwindigkeit und Einleiten der Zwangsbremse im Zahnstangenbereich	gleiche Toleranz bei der Bergfahrt und bei der Talfahrt, ≤ 10 % der zulässigen Geschwindigkeit	< 20 km/h: 1.4 km/h ≥ 20 km/h / < 25 km/h: 2.0 km/h ≥ 25 km/h / < 30 km/h: 2.5 km/h ≥ 30 km/h: 3.0 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
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 Überwachungsbereiche	Gemäss Ausrüstungsstand / Migrationskonzept des Netzes festlegen	1 kontinuierliche Überwachung 3 punktuelle Überwachung

Beschreibung	Grundsätze	Freizügiger Einsatz
Max. Bestätigungszeit für den Wechsel in den Unfitted Mode durch den Lokführer.	5 s wenn "2 keine Überwachung" angewählt werden darf	0
Zuglänge-Überwachung aktivieren	ja	ja
Anzahl Bremsmodelle	2-8 fahrzeugspezifisch	2-8 fahrzeugspezifisch
Parameter der Bremsmodelle	fahrzeugspezifisch	fahrzeugspezifisch
Auswahl der Höchstgeschwindigkeit	Grundsatz: Tabelle (2-8 Werte) Ausnahme: nur Fahrzeughöchstgeschwindigkeit	
Systembremsung bei Abfahrtverhinderung mittels Euroloop aktivieren	ja, wenn die Systembremsung fahrzeugseitig eine Auswirkung hat	ja, wenn die Systembremsung fahrzeugseitig eine Auswirkung hat
Auswertung der ETCS Pakete 65, 66 und 141 in der punktuellen Überwachung	ja	ja
Beibehaltung der Streckendaten nach einer Zwangsbremung	ja	ja
Höchstgeschwindigkeit bei Fahrt ohne Streckendaten	Fahrzeug-Höchstgeschwindigkeit	Fahrzeug-Höchstgeschwindigkeit
Funktion Override aktivieren	nein, ausser bei den betroffenen grenzüberschreitenden Strecken	nein
Funktion Override Bahnübergang	nein, ausser bei den betroffenen grenzüberschreitenden Strecken	nein

### 7.7.3 Auswahl der Höchstgeschwindigkeit

Mit dem Release 5.5 des Fahrzeugrechners wird das zusätzliche Parameter Höchstgeschwindigkeit des Zugs bei der Auswahl der Zugdaten eingeführt. In den Fahrzeugparametern können in einer Tabelle bis zu acht unterschiedlichen Höchstgeschwindigkeiten festgelegt werden, die bei der Zugdaten-Eingabe angeboten werden.

Bei Fahrzeugen, die in unterschiedlichen Zugbildungen verkehren können, werden die Höchstgeschwindigkeiten der in Frage kommenden Anhängfahrzeuge in der Auswahl aufgenommen.

Nur bei Fahrzeugen, die nicht mit Fahrzeugen mit einer tieferen Höchstgeschwindigkeit gekuppelt werden können, entfällt der Auswahl. Nur die Fahrzeug-Höchstgeschwindigkeit wird aufgenommen. Dasselbe gilt für Triebzüge, wenn in Mehrfachtraktion eine allfällige tiefere Höchstgeschwindigkeit durch die Fahrzeug-Leittechnik automatisch begrenzt wird.

Nur wegen allfälliger tieferer nur im Störfall relevanten Höchstgeschwindigkeiten muss die Auswahl der Höchstgeschwindigkeit nicht bei jedem Führerstandwechsel erzwungen werden.

## 7.8 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.

## 7.9 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.