

Landquart, 11. Oktober 2016

Systemführung ZBMS

Projektierungsgrundlagen Zugbeeinflussung

für Eisenbahnunternehmen welche eine Zugbeeinflussung gemäss ZBMS einsetzen

Version	Nr. 1.1
Inkraftsetzung:	01. Mai 2017
Dokument-Nummer:	21187

Rhätische Bahn		
Erstellt:	geprüft / verifiziert:	Freigabe:
		
Pierre-Yves Kalbfuss P-PE-VZ	Urs Deragisch Leiter I-EA-SA	Christian Florin Leiter Infrastruktur

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)	Anpassung des Titels

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	5
1.1	Ziele der Regelung	5
1.2	Anwendungsbereich	5
1.3	Zahnradbahnen	5
2	Grundlagen	7
2.1	Hoheitliche Regelungen	7
2.2	RTE-Regelungen	7
3	Abkürzungen und Begriffe	9
3.1	Abkürzungen	9
3.2	Begriffe	10
4	Streckenausrüstung	13
4.1	Systemkomponenten	13
4.2	Aufstellung der Eurobalisen	13
4.3	Verkabelung zum ETCS-Streckengerät	18
4.4	Installation der Euroloop Komponenten	19
5	Fahrzeugausrüstung	21
5.1	Fahrzeugrechner	21
5.2	Bedien- und Anzeigegerät	21
5.3	Externe Quittierungstaste	21
5.4	Überbrückungsschalter	21
5.5	ETCS-Antenne	22
5.6	Magnetempfänger	22
5.7	Wegimpulsgeber	23
5.8	Ausgänge	23
6	Auslegung des Systems	25
6.1	Art der Überwachung	25
6.2	Wechsel der Überwachungsart	25
6.3	Fahrerlaubnis (MA)	28
6.4	Geschwindigkeitsprofil (SSP)	30
6.5	Neigung	32
6.6	Befreiung	33
6.7	Höchstgeschwindigkeiten in Personalverantwortung	38
6.8	Rangieren	39
6.9	Linking	40
6.10	Vertrauensintervall / Erwartungsfenster	41
6.11	Zielpunkt der Fahrerlaubnis	42
6.12	Planung der Durchrutschwege	49
6.13	Fahrbeginn-Tiefhaltung	49
6.14	Besetzte Einfahrt	49
6.15	Einfahrt in einen Bahnhof ohne schienenfreie Zugänge	50
6.16	Gestörte Bahnübergangsanlage	50
6.17	Hilfssignal	51
6.18	Strassenbahnbereich	53
6.19	Vorübergehende Langsamfahrstellen	53
6.20	Punktförmige Überwachung mit Balisen	54
6.21	Abgestellte Fahrzeuge	54

6.22	Betriebsartumschaltung	55
6.23	Default- und Störungs-Telegramme	55
6.24	Abfahrtverhinderung bei Normalspurzügen.....	56
7	Systemintegration beim Betreiber.....	57
7.1	Voraussetzungen.....	57
7.2	Projektierung der Streckenausrüstung	57
7.3	Montage, Inbetriebsetzung	59
7.4	Projektierung der Fahrzeugausrüstung	60
7.5	Bremsmodelle.....	61
7.6	Betriebsvorschriften	65
7.7	Schulungen.....	65

1 Allgemeines

1.1 Ziele der Regelung

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

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

1.2 Anwendungsbereich

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

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

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

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

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

1.3 Zahnradbahnen

In dieser Ausgabe der Projektierungsgrundlagen werden die Besonderheiten der Zahnradbahnen lückenhaft behandelt. Dieses Thema wird in der nächsten Überarbeitung ausführlich behandelt.

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.

3 Abkürzungen und Begriffe

3.1 Abkürzungen

BG	Balise Group	Eurobalisengruppe
BAV		Bundesamt für Verkehr
ELM	Euroloop-Modem	Euroloop-Modem
ETCS	European Train Control System	Europäisches Zugbeeinflussung- und Zugsteuerungssystem
FS	Full Supervision	Betriebsart "Vollüberwachung"
GP	Gradient Profile	Neigungsprofil
IS	Isolation	Betriebsart "abgetrennt"
JRU	Juridical Recording Unit	Fahrtdaten-Aufzeichnungsgerät
LEU	Lineside Electronic Unit	ETCS-Streckengerät
MA	Movement Authority	Fahrerlaubnis
NL	Non Leading	Betriebsart "nicht zugführend"
ODM	Odometry	Wegmessung
SH	Shunting	Betriebsart "rangieren"
SL	Sleeping	Betriebsart "ferngesteuert"
SR	Staff Responsible	Betriebsart "Fahrt in Personalverantwortung"
SSP	Static Speed Profile	statisches Geschwindigkeitsprofil
TS	Target Speed	Zielgeschwindigkeit
TSI	Technical Specifications for Interoperability	technische Spezifikationen für die Interoperabilität
TSR	Temporary Speed Restriction	temporäre Langsamfahrstellen
UN	Unfitted	Betriebsart "punktuell überwacht mit Magneten" oder "punktuell überwacht mit Eurobalisengruppen"
ZBMS	Zugbeeinflussung Meter- und Spezialspur	Nationaler Standard für die Zugbeeinflussung für Bahnen, welche nicht zu ETCS migrieren

3.2 Begriffe

Abgetrennt	In der Betriebsart "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 Balisengruppe, welcher die Fahrt in einen Gleisabschnitt erlaubt. Die Fahrerlaubnis gibt der Fahrzeugausrüstung die Distanz an, welche den Zug befahren darf. Grundsätzlich entspricht die im System generierte Fahrerlaubnis der durch das Zugsignal angezeigten Zustimmung zur Fahrt bis zum nächsten Hauptsignal.
Fahrt in Personalverantwortung	Die Betriebsart "Fahrt in Personalverantwortung" (SR) entspricht einer Teilüberwachung. Die Fahrt in der Personalverantwortung wird eingenommen, wenn keine Fahrerlaubnis von einer Infrastrukturausrüstung übermittelt wurde oder wenn nach Wenden eine Aufwertung durch einen Euroloop erfolgt. Das Fahrzeug wird von der Zugbeeinflussung auf eine Geschwindigkeit überwacht. Die Position des Fahrzeugs, und damit die Länge der Fahrerlaubnis, werden nicht überwacht.
Ferngesteuert	In der Betriebsart "ferngesteuert" (SL) ist kein Lokführer auf dem Triebfahrzeug oder dem Steuerwagen welches/welcher nicht als vorderstes Triebfahrzeug des Zuges eingereiht ist.
Infill	Bezeichnung einer Balisengruppe 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 Magnete	Logische Verknüpfung von Balisengruppen untereinander Für die punktuelle Überwachung stehen heute verschiedene 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	In der Betriebsart "nicht Zugführend" (NL) bedient ein Lokführer ein Triebfahrzeug oder einen Steuerwagen, welches/welcher nicht als vorderstes Triebfahrzeug des Zuges eingereiht ist.
Punktuelle Überwachung	Punktuelle Übertragung von Informationen auf das Fahrzeug mit unmittelbarer Reaktion der Zugbeeinflussung auf die momentan aktuelle Information.

Rangieren	Die Betriebsart "rangieren" (SH) wird für Rangierbewegungen im Bahnhof und auf der Strecke verwendet. Der zulässige Abschnitt kann von der Zugbeeinflussung vorgegeben werden. Von der Zugbeeinflussung wird die maximal zulässige Geschwindigkeit für die Rangierbewegung überwacht.
Repositioning	Fahrwegabhängige Korrektur der Fahrerlaubnis bei unterschiedlich entfernten Zielpunkten sowie Rückstellung des fahrwegabhängigen Vertrauensintervalls innerhalb der Fahrerlaubnis durch Erfassung der genauen Fahrzeugposition. Nach einer Repositionierung wird die dynamische Bremskurve am Ende der Fahrerlaubnis beziehungsweise vor einer Geschwindigkeitsschwelle auf dem neu festgelegten Zielpunkt neu berechnet.
Vertrauensintervall	Fahrwegabhängige Toleranz gegenüber dem tatsächlichen Standort eines Zuges aufgrund der Ungenauigkeiten der Odometrie.
Vollüberwachung	In der Vollüberwachung (FS) werden anhand der Infrastrukturdaten 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.

4 Streckenausrüstung

4.1 Systemkomponenten

Die Streckenausrüstung besteht aus Komponenten gemäss untenstehender Abbildung.

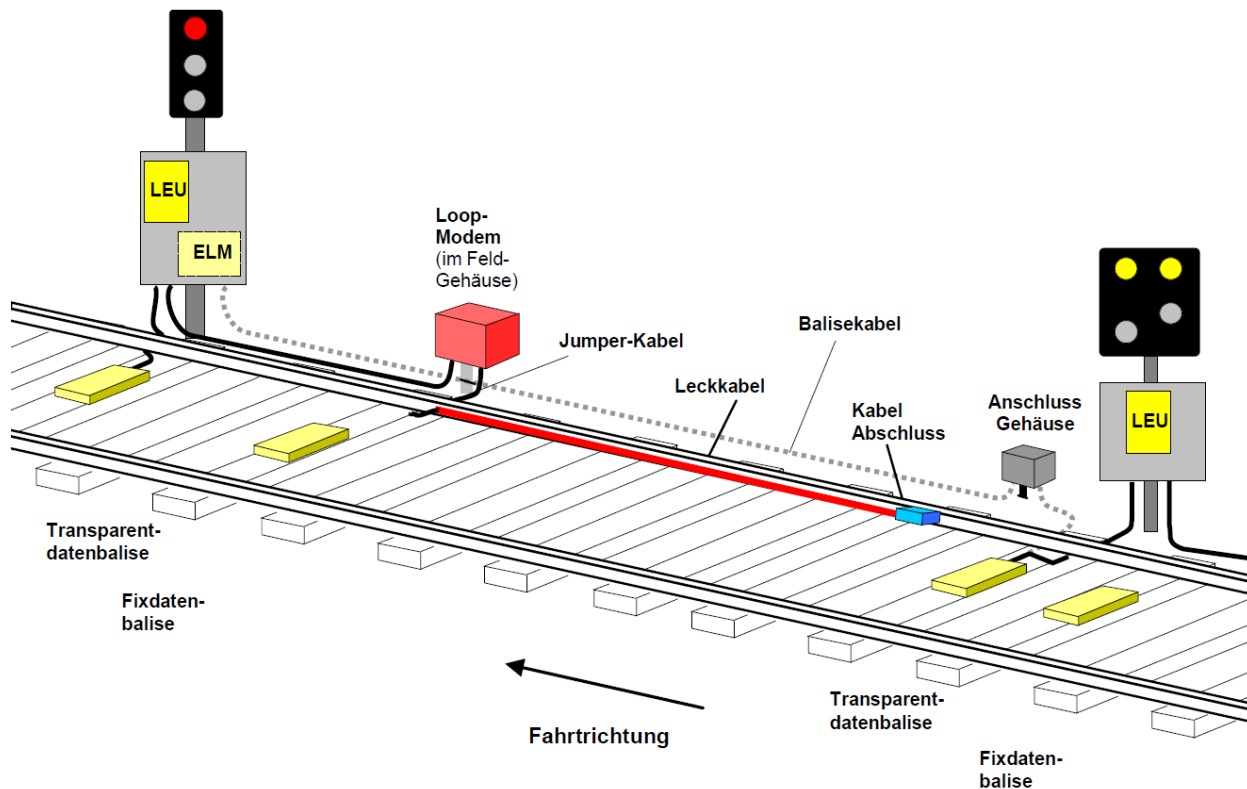


Abbildung 1: Mögliche Auslegung der Streckenkomponenten

Im Normalfall wird eine oder mehrere LEUs zusammen mit dem Euroloop Modem in einem Relaiskasten am Hauptsignal montiert. Die Balisengruppe beim Vorsignal wird von der LEU am Hauptsignal angesteuert. Dies hat den Vorteil, dass spezielle Fahrbe-
griffe, welche am Vorsignal nicht angezeigt werden können (Einfahrt mit Hilfssignal / Besetztssignal etc.), bereits am Vorsignal über die Balisengruppe dem Fahrzeug über-
mittelt werden können. Dazu muss eine Kabelverbindung zwischen Vor- und Hauptsig-
nal vorhanden sein.

Werden mit einem Fahrbegriff verschiedene Fahrstrassen angezeigt, kann es vorkom-
men, dass eine Wegausscheidung benötigt wird. Die Kriterien müssen in diesem Fall
vom Stellwerk abgegriffen werden und zum entsprechenden Signal übertragen werden.
Nur so kann eine Zugslängenüberwachung oder genaue Geschwindigkeitsschwelle
programmiert werden.

4.2 Aufstellung der Eurobalisen

4.2.1 Normalfall

Eine Balisengruppe besteht aus mindestens 2 Balisen. Bei reinen ZBMS-
Anwendungen werden immer 2 Balisen eingesetzt. Als Ausnahme wird eine Eichbali-
sengruppe mit einer einzigen Festdatenbalise realisiert.

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

Bei Adhäsionsbahnen werden die vier-eckigen Balisen in der Gleisachse ausgerichtet und in der Querrichtung verlegt.

Der Abstand zwischen den einzelnen Balisen einer Balisengruppe beträgt in der Längsrichtung in der Regel 3 m (technische Grenzwerte bis 160 km/h: Minimum 2.3 m, Maximum 6 m). Die letzte Balise der Balisengruppe wird 1-2 m vor dem zugehörigen ortsfesten Signal aufgestellt.

Der Minimalabstand zwischen Balisen unterschiedlicher aufeinanderfolgenden Balisengruppen beträgt 8 m (Höchstgeschwindigkeit bis 120 km/h). Dieser Minimalabstand ist unabhängig von der Fahrtrichtung.

Kürzere Werte sind bei engen Verhältnissen und niedriger Höchstgeschwindigkeit möglich. Jedenfalls einzuhalten ist:

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

$s_{\min}$ Minimalabstand [m]

v Höchstgeschwindigkeit [km/h]

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

Ein Streckenpunkt kann auch nur aus zwei Festdatenbalisen 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, etc.

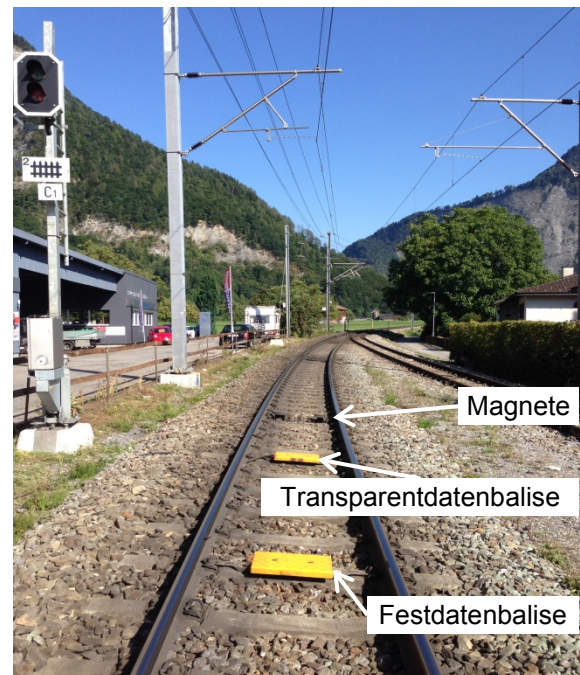


Abbildung 2: Aufstellung unter Beibehaltung der Magnete

4.2.2 Dreischienengleis

Im Drei- oder Vierschienengleis können die Streckendaten der unterschiedlichen Systeme ZBMS, ETCS L1LS, Euro-ZUB und Euro-Signum durch eine Balisengruppe übertragen werden. In diesem Fall muss die Balisengruppe mit einer zusätzlichen Transparentdatenbalise ergänzt werden, damit alle Informationen übertragen werden können.

4.2.3 Zahnstange und Hindernisse im Gleis

Die Balisen werden grundsätzlich in der Gleisachse verlegt. Eine seitliche Verschiebung ist bei Hindernissen wie Zahnstange oder Fangschiene nötig. In diesem Fall ist der seitliche Versatz zur Fahrzeugantenne zu prüfen.

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



Abbildung 3: Einbaubeispiel Fangschiene

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

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

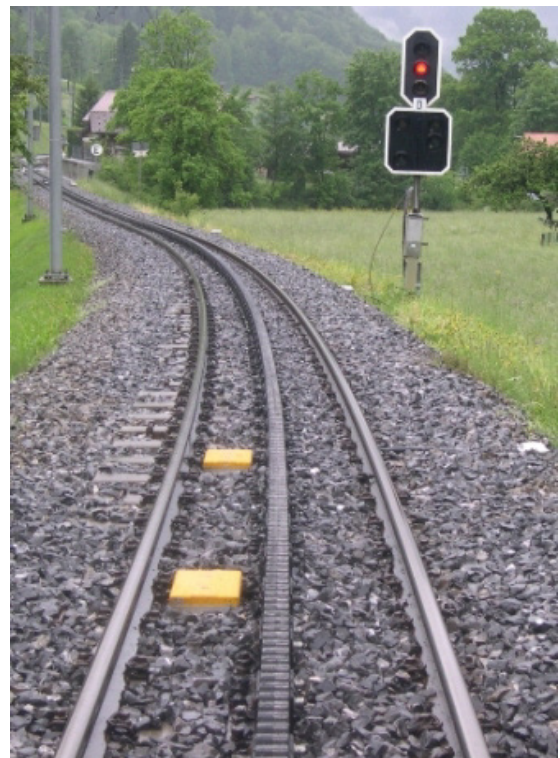


Abbildung 4: Einbaubeispiel Zahnstange

4.2.4 Abmessungen

Bei der Projektierung ist auf die Minimalabstände von einer Balise gegenüber den ferromagnetischen Elementen sowie gegenüber stromführenden Leitungen zu achten. Insbesondere ist die Einhaltung der Minimalabstände gegenüber Querungen von elektrischen Leitungen im Gleiskörper oder unterhalb der Fahrbahn massgebend.

Die Abmessungen einer Balise 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 Balise (Beispiel Eurobalise Siemens S21) dar:

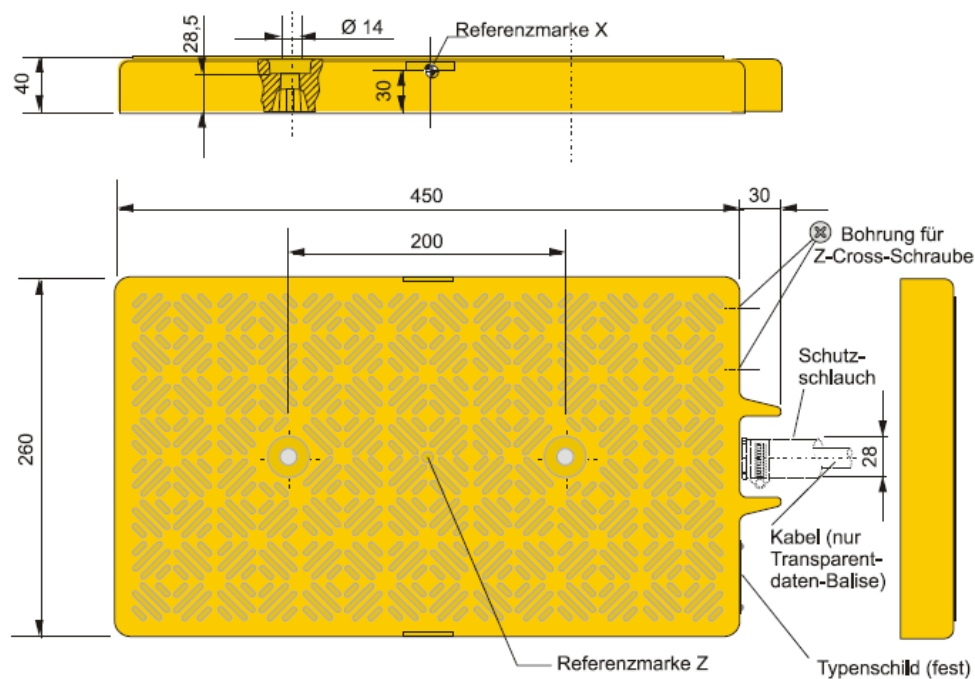


Abbildung 5: Beispiel der Abmessungen einer Balise

Freiräume müssen zur Balise eingehalten werden:

- damit das Programmierungsgerät über der Balise aufgesetzt werden kann
- wegen den elektromagnetischen Einflüssen von Eisenteilen und elektrischen Leitungen, 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 wie zum Beispiel einer Stahlbrücke ist ein besonderer Minimalabstand einzuhalten. Auf einer Stahlbrücke kann keine Eurobalise verlegt werden
 - Bei Montage auf Stahlschwellen oder ferromagnetischen Trägern ist ein senkrechter Minimalabstand einzuhalten. Bei Siemens beträgt dieser senkrechte Abstand 60 mm von der Referenzmarke x der Balise.

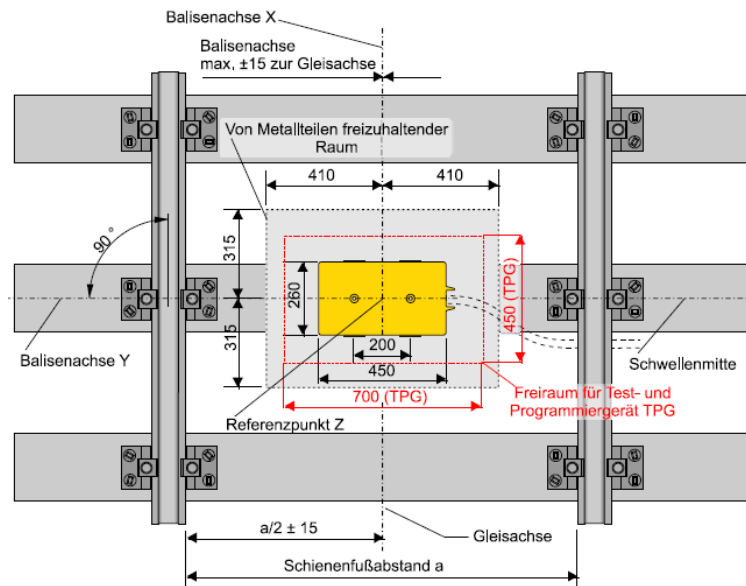


Abbildung 6: Beispiel der Freiräume

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

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 Siemens Balisen.

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

In Zahnstangenabschnitten sowie im Bereich von Fangschienen werden die Balisen mit einer Abstandplatte auf die Schwellen geschraubt.

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

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

4.3 Verkabelung zum ETCS-Streckengerät

4.3.1 Zuleitungslänge

Die Speisung des LEU kann unter Umständen über längere Distanzen ab Stellwerk erfolgen. Es ist auf den Spannungsabfall in der Leitung und auf den Leitungsschutz bei einem Kurzschluss am Leitungsende zu achten.

4.3.2 Kaskadierung

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

4.3.3 Anbindung an das Stellwerk

Das ETCS-Streckengerät (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 dann anhand der Anschaltungen der Signallampen generiert. Je nach Fahrbegriff wird ein anderes Telegramm erzeugt.

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

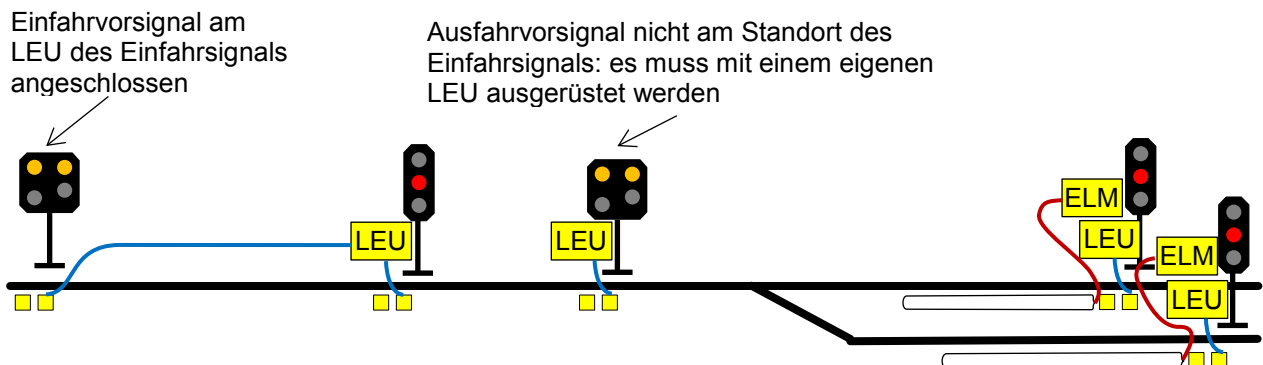


Abbildung 7: Bedarf an LEU

Wenn ein Euroloop verlegt wird, muss am LEU ein Euroloop-Modem (LEM) angeschlossen werden.

4.3.4 Anbindung an ein elektronisches Stellwerk

Bei gewissen elektronischen Stellwerken erfolgt die Datenübertragung vom Stellwerk zu den einzelnen Signalen seriell. Eine direkte Anbindung an die Datenübertragung ist vorteilhaft.

Zum Beispiel kann bei einem Siemens Stellwerk Simis IS oder Simis W die Balisengruppe jedes Signals über eine MS-ULK Karte am multifunktionalen Stellteil (MSTT) angeschlossen werden.

4.4 Installation der Euroloop Komponenten

4.4.1 Komponenten

Unter den Komponenten des Euroloop versteht man im Wesentlichen:

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

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

4.4.2 Montageart

Das Leckkabel wird im Normalfall im Schienenfuss mit Schienenfussklemmen befestigt. Ist die Befestigung am Schienenfuss durch eingedeckte Gleise oder ähnlichem 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:
 - Personenschutzerdung an LEU und ELM kurz halten
 - Interconnect- Kabel mit Klappdrossel versehen
 - Klappdrossel so nahe wie möglich bei der Schrankdurchführung
 - Stecker des Interconnect-Kabel mit Signalkasten verbinden (Durchführung nicht isolieren!)
- Jumperkabel:
 - das Jumperkabel soll mindestens 1 m in der Schienenkehle verlegt werden (gilt vor allem bei Querung des Jumpers) (Empfehlung 3m)
 - kein überschüssiges Jumperkabel (Reserve) im Schienenbereich liegen lassen
 - es dürfen keine Schlaufen mit dem Jumperkabel erzeugt oder 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 1-3 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 Leckkabel wird immer von der Mitte (Unterbrechungspunkt, Trennstelle) ausgegangen
 - das Leckkabel wird immer am Schienenfuss in der Aussenkehle verlegt. Es kann wahlweise an der rechten oder linken Schiene verlegt werden. Die Seite wird aufgrund der Hindernisse im Gleis (Weiche, Querungen vermeiden) festgelegt
 - überschneiden sich in einem Gleis die Loops beider Fahrtrichtungen, wird ein Loop an jeder Schiene verlegt
 - das Leckkabel darf nicht zerquetscht werden (keine mechanische Belastung). Der Einbau muss entsprechend sorgfältig erfolgen
 - bei Verlegung des Leckkabels bei Temperaturen zwischen -10° und $+5^{\circ}\text{C}$ müssen spezielle Bedingungen eingehalten werden
 - Unter -10°C sollte das Leckkabel nicht verlegt werden.

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 ausgebaut werden muss.

5 Fahrzeugausrüstung

5.1 Fahrzeugrechner

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

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

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

Bei sehr langen Fahrzeugen (Triebzügen) müssen auf Grund der maximalen Kabellänge zwei Zentralgeräte eingebaut werden.

5.2 Bedien- und Anzeigegerät

Die Geräte sollen im Sichtfeld des Lokführers montiert sein, möglichst in der Nähe des Tachometers. Die Geräte können neben- oder übereinander angeordnet sein. Sie sollen aus der normalen Sitzposition des Lokführers heraus gut sichtbar sein und die Bedienung soll hindernisfrei erfolgen können. Dabei soll die Hand bei der Bedienung das Anzeigegerät nicht überdecken.



Abbildung 8:
Einbaubeispiel Bedien- und Anzeigegerät

5.3 Externe Quittierungstaste

Während der Migrationsphase von punktueller zu kontinuierlicher Zugüberwachung soll die allenfalls vorhandene bisher verwendete Quittierungstaste weiterhin bestehen bleiben. Die Quittierung über das Bediengerät ist zwar möglich, in aller Regel aber für die häufige Bedienung nicht so optimal platziert.

5.4 Überbrückungsschalter

Der externe Überbrückungsschalter bewirkt die (z. B. bei einem Hardware-Defekt) die Überbrückung der Kontakte der Zwangsbremse und der Betriebsbremse. 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 einen Apparatkasten angeordnet.

Bei der Auswahl der Überbrückungsschalter ist darauf zu achten, dass mindestens 4 getrennte und unabhängig voneinander betätigte Schaltebenen vorhanden sind (3 Öffner und 1 Schliesser),

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

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

5.5 ETCS-Antenne

5.5.1 Anordnung

Die Balisen-Antenne ist möglichst am Fahrzeugkasten zu montieren. Je nach Fahrzeuggeometrie sind 1 oder 2 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 Balisen-Antenne beträgt 2 m. Die maximale Distanz zwischen erster Achse des Fahrzeugs und der Balisenantenne 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 Antennenkabel

Die Länge des Antennenkabels wird auf ein Vielfaches von der elektrischen Länge $\lambda/2 = 4.47$ m ausgelegt. Die Länge eines Antennenkabels beträgt 4.47 m oder ein Vielfaches davon, maximal aber 35.76 m. Der Grund ist die durch die Wellenlänge der Trägerfrequenz verursachte Reflexion. Bei der Montage am Drehgestell ist ein spezielles, flexibles Antennenkabel zu verwenden, welches aber 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 Balisen-Antenne beträgt 50 cm. Dabei sind alle bisherigen Einbauvorschriften weiterhin zu beachten.

5.7 Wegimpulsgeber

Es werden Wegimpulsgeber auf 2 unabhängigen Achsen benötigt. Jeder Wegimpulsgeber muss 2 um 90° versetzte Kanäle besitzen, welche galvanisch vom Rest des Fahrzeugs getrennt sind. Die gleichzeitige Nutzung der Impulse durch andere Geräte ist nicht zulässig.

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

Die Wegimpulsgeber müssen vom Hersteller für diese Anwendung zugelassen sein.

5.8 Ausgänge

Abgesehen vom sicherheitsrelevanten Ausgang für die Zwangsbremse sowie vom Ausgang für die Betriebsbremse bietet die Zugbeeinflussung zwei weitere Ausgänge für definierte Funktionen. Diese Ausgänge dürfen nicht für sicherheitsrelevante Funktionen verwendet werden. Typische Ausgangsanwendungen sind automatisches Ausschalten vor einer Schutzstrecke oder zusätzliche Summer.

Die benötigten Ausgänge sind konzeptionell gesamthaft zu analysieren und Schnittstellen mit der Fahrzeugsteuerung im Projekt festzulegen.

6 Auslegung des Systems

6.1 Art der Überwachung

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

- kontinuierliche Überwachung mit ETCS-Balisen und Euroloops
- punktuelle Überwachung mit Magneten oder ETCS-Balisen.

Innerhalb einer Strecke kann zwischen beider 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 potentiellen Gefahrpunkte 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 Balisen 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.

6.2 Wechsel der Überwachungsart

6.2.1 Allgemeines

In diesem Dokument werden 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 sind durch die Umschaltzeit des Fahrzeugrechners und die Distanz zwischen Magnetempfänger und ETCS-Antenne unter dem Fahrzeug bestimmt.

Die minimale Distanz zwischen Magnet- und Balisengruppen in Fahrtrichtung für die Umschaltung von mit Magneten ausgerüsteten Streckenabschnitten zu Streckenabschnitten mit Balisen beträgt bei einer Streckenmaximalgeschwindigkeit von 90 km/h 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 Balisen) muss für die Umschaltung von punktueller Überwachung zu kontinuierlicher Überwachung und umgekehrt eine Festdaten-Balisengruppe vorgesehen werden.

Innerhalb des Bereiches mit punktueller Überwachung können anstelle von Magneten Balisen verlegt werden. Diese übernehmen die gleichen Funktionen wie die Magnete. Diese Lösung kann zum Beispiel eingesetzt werden,

- wenn die Minimalabstände zwischen Balisen- und Magnetgruppen nicht eingehalten werden können
- als Vorinvestition bei Umbauten, um nicht Magnete nur für eine kurze Zeit einbauen zu müssen.

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

6.2.2 Wechsel aus der punktuellen in die kontinuierliche Überwachung

Wenn das Fahrzeuggerät in der punktuellen Überwachung geschaltet ist, werden Magnete und Balisen 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 gelesen aber nicht mehr vom Fahrzeuggerät ausgewertet.

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

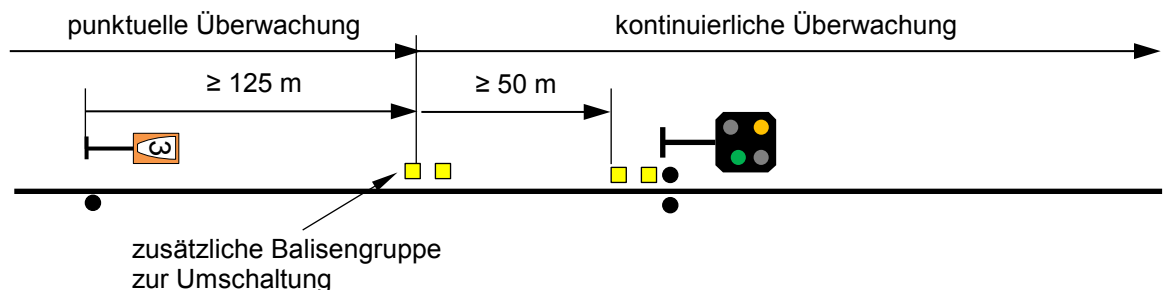


Abbildung 9: Wechsel bei Doppelausrüstung der Strecke

In diesem Beispiel werden die Magnete der bisherigen punktuellen Überwachung im Abschnitt mit kontinuierlicher Überwachung beibehalten. Die Umschaltung kann wegen den Magneten am gleichen Ort nicht mit der Balisengruppe des Vorsignals realisiert werden. Aus diesem Grund muss eine zusätzliche Festdaten-Balisengruppe zur Umschaltung mindestens 50 m vor dem Vorsignal gesetzt werden. Die Minimaldistanz ab der letzten Magnetgruppe welche eine Warnung übertragen bis zur ersten Balisengruppe beträgt 125 m bei Quittierung innerhalb 5 Sekunden und Geschwindigkeit 90 km/h. Ein typisches Beispiel zu dieser Situation kann mit einer vorübergehenden Langsamfahrstelle entstehen.

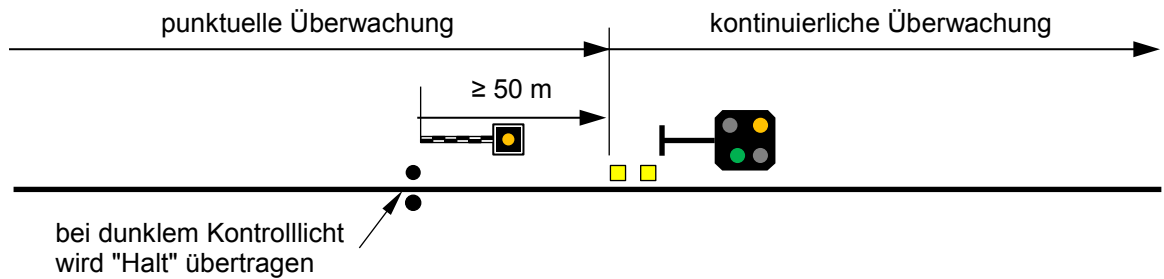


Abbildung 10: Wechsel bei alternierender Ausrüstung der Strecke

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

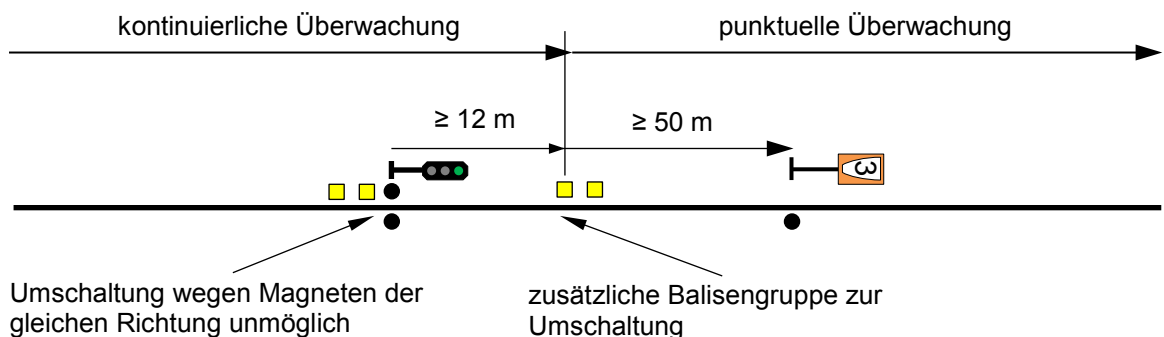


Abbildung 11: Wechsel bei Doppelausrüstung der Strecke

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. Da die Antenne bis zu 12,5 m hinter der Fahrzeugfront angeordnet werden darf, ist dieser Abstand jedenfalls kleiner als 12 m.

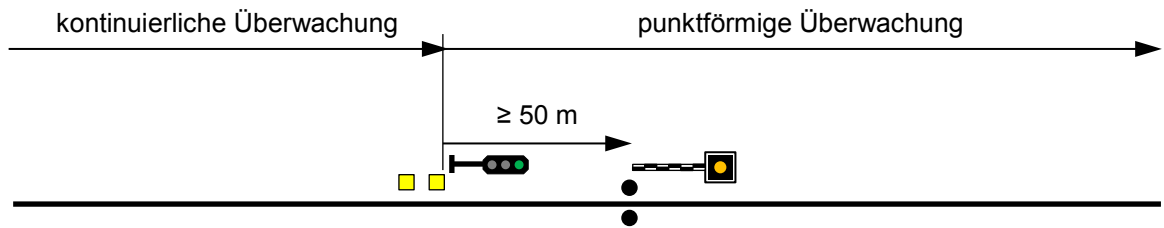


Abbildung 12: Wechsel bei alternierender Ausrüstung der Strecke

Wenn alle Triebfahrzeuge für die kontinuierliche Überwachung ausgerüstet sind, werden die Streckenpunkte entweder mit Balisen 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 von Hauptsignal zu 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.

6.3.2 Zielgeschwindigkeit am Ende der Fahrerlaubnis

Die Zielgeschwindigkeit am Ende der Fahrerlaubnis wird wie folgt projektiert:

- 0 km/h, bei einem
 - *Warnung* zeigenden Vorsignal
 - *kurze Fahrt* zeigenden Hauptsignal
 - Besetzsinal
 - dunklen Vorsignal
 - Hilfssignal
- 0 km/h bei einem Hauptsignal, wenn kein Vorsignal bis zum nächsten Hauptsignal angetroffen wird, ausser bei einem Hauptsignal, das *kurze Fahrt* signalisieren kann. 0 km/h wird ebenfalls projektiert, wenn eine Merktafel für fehlendes Vorsignal mit oder ohne Balisengruppe vor dem nächsten Hauptsignal aufgestellt ist
- Grundsätzlich 0 km/h bei einem Hauptsignal, wenn vor dem nächsten Hauptsignal ein Vorsignal aufgestellt ist.
Es darf als Alternative in diesem Fall auch 1 km/h projektiert werden. Faktisch erzwingt diese minimale Zielgeschwindigkeit den Halt vor dem Hauptsignal. Sie vermeidet aber die Anzeige "Zielgeschwindigkeit 0 km/h" am Anzeigegerät im Fahrzeug
- Die signalisierte Höchstgeschwindigkeit gegebenenfalls die Anlage-Höchstgeschwindigkeit bei einem
 - Vorsignal
 - Haupt- und Vorsignal am gleichen Ort
 - Kombisignal
 - Hauptsignal, das *kurze Fahrt* signalisieren kann
 - Hauptsignal, das einen tieferen Fahrbegriff wegen ungenügendem Bremsweg signalisieren kann.
Wenn die Vorsignaldistanz kürzer als der Bremsweg für die Höchstgeschwindigkeit ist, muss beim vorausstehenden Zugssignal eine Tiefhaltung projektiert werden. Bei diesem Hauptsignal wird bei den höheren Fahrbegriffen die signalisierte Höchstgeschwindigkeit gegebenenfalls die Anlage-Höchstgeschwindigkeit am Ende der Fahrerlaubnis projektiert.

6.3.3 Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis

Der Zielpunkt der Fahrerlaubnis (MA) liegt beim fahrdienstlichen spätesten Halteort der Fahrstrasse. Um den Auswirkungen der Wegmessung-Toleranzen entgegenzuwirken, darf der Zielpunkt im Durchrutschweg hinter dem spätesten Halteort projektiert werden.

Das Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis mit der Annäherungsgeschwindigkeit wird projektiert wenn:

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

6.3.4 Keine Fahrerlaubnis

Im Telegramm wird ein absoluter Halt projektiert bei:

- *Halt* zeigendem Hauptsignal
- dunklem Hauptsignal.

6.3.5 Mehrere Ziele

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

Falls mehrere Fahrstrassen mit dem gleichen Fahrbegriff 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 über im Fahrweg verlegte Balisen. 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 Gleisnummersignal oder Richtungssignal
 - die Fahrtstellung eines bestimmten Zwergsignals
 - die Lage einer Weiche.

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 Statik Speed Profile (SSP) bezeichnet und projiziert. Es umfasst:

- die Höchstgeschwindigkeit bis am Ende der Fahrerlaubnis
- die Zielgeschwindigkeit am Ende der Fahrerlaubnis
- bis zu 4 Abschnitte mit verminderter Geschwindigkeit pro Telegramm, die sich überlappen können. Sollten diese 4 Abschnitte nicht ausreichen, können mit zusätzlichen Balisengruppen weitere Geschwindigkeitsprofile projiziert werden.

Als verminderte Geschwindigkeit werden undifferenziert alle Arten der 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. Sogar kann deren Anfang 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 einer restriktiveren Überwachung anzupassen.

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

6.4.3 Beispiel

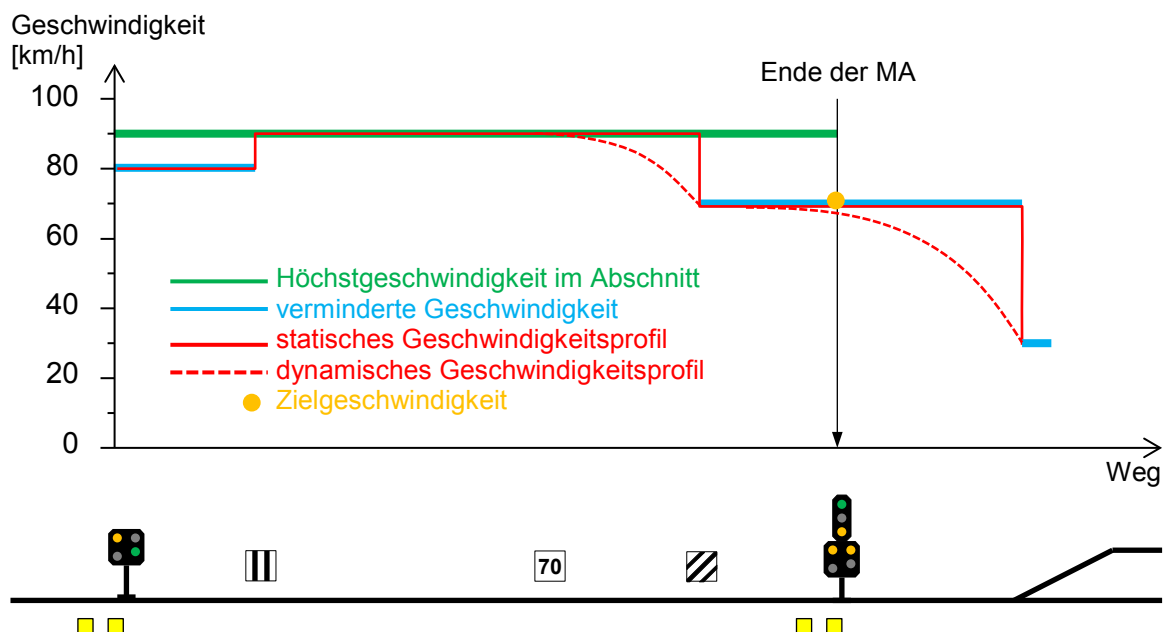


Abbildung 13: Beispiel SSP

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 Neigung

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

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

Steigungen werden als positive Neigungen erfasst. Gefällen werden als negative Neigungen erfasst. Es können 1 bis 4 Gradienten pro Balisengruppe und Signalbegriff übertragen werden. Falls das Längenprofil des Streckenabschnittes in mehr als 4 Gradienten unterteilt ist, muss ein vereinfachtes äquivalentes Profil berechnet und projiziert werden:

- In Bereichen, wo keine Bremskurve vor einer Geschwindigkeitsschwelle oder vor einem Signal entsteht, hat die im System erfasste Neigung keine Auswirkung. Es darf die in der vorliegenden oder in der darauffolgenden Bremskurve geltende Neigung eingesetzt werden
- Muss die Neigung in einem Bereich umgerechnet werden, wo eine Bremskurve entsteht, wird der Durchschnitt der Steigung oder des Gefälles in diesem Bereich berechnet. Der Bereich einer Bremskurve entspricht dem Bremsweg oder der Vorsignaldistanz zuzüglich der Länge der längsten Züge
- Das Neigungsprofil kann je Fahrtrichtung projiziert werden.

Der Fahrzeugrechner berechnet die Bremskurve aufgrund des grössten Gefälles bzw. der kleinsten Steigung. 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. In diesem Fall ist es empfehlenswert eine durchschnittliche Neigung zu berechnen und das Längenprofil entsprechend zu vereinfachen.

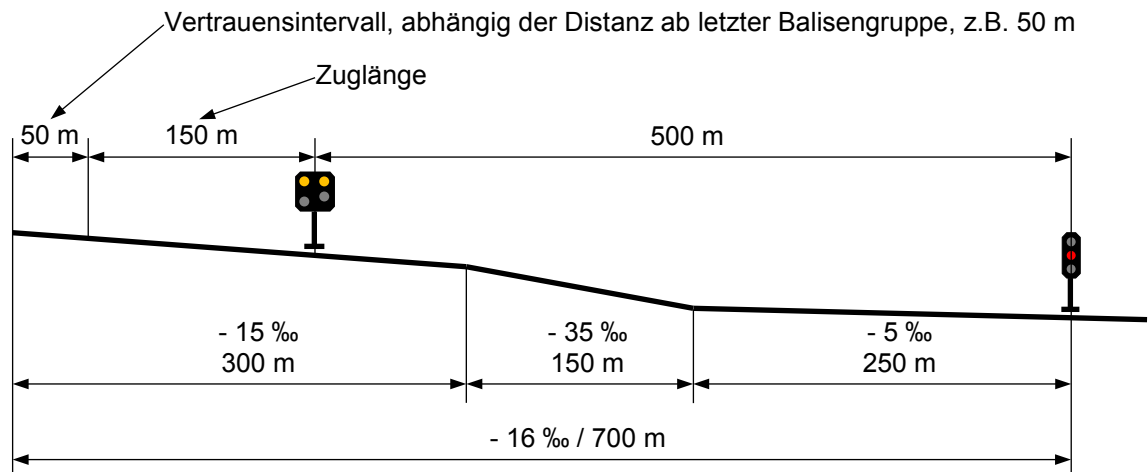


Abbildung 14: durchschnittliches Gefälle

In diesem Beispiel würde das System die Bremskurve vor dem Signal aufgrund eines Gefälles von 35 ‰ berechnen, wenn alle effektiven Gradienten projiziert werden. 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

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

- Loop
- 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 Loop verwirklicht werden.

Wo ein Loop installiert wird, werden Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis und manuelle Befreiung ausgeschlossen.

6.6.1 Befreiung durch Loop

Ein Loop ist immer zu projektieren, wo eine Abfahrverhinderung 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 projektiert 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 Loop zur automatischen Befreiung ohne Bedienung durch den Lokführer einzubauen.
- vor einem Gruppensignal
 - in jedem Gleis bei freier Gleisbenutzung
 - in der Fahrtrichtung entsprechendes Gleis bei vorgeschriebener Gleisbenutzung.

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

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

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

- Der Loopanfang muss bei normalen Sichtverhältnissen (Tag, kein Nebel) in der Sichtweite vom Signal 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 Loops wird aufgrund der untenstehenden Kriterien festgelegt:

- Der Loopanfang muss vor dem üblichen Halteort der kürzeren Zügen beginnen, damit die Abfahrtsverhinderung wirksam ist
- Der Loopanfang muss vor dem Halteort kürzerer 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 Loops darf 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.

Durch das Looptelegramm wird die Zielgeschwindigkeit am Ende des Abschnittes aufgehoben. Allfällige tiefere Überwachungen des statischen Geschwindigkeitsprofils bleiben aktiv.

Die Höchstgeschwindigkeit bei fehlendem Loopempfang ist auf 10 km/h zu projektieren.

6.6.2 Manuelle Befreiung

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

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

Der Bremsweg von der Einleitung der Zwangsbremse bis zum Gefahrpunkt muss für das Anhalten aus der Freigabegeschwindigkeit mit den gängigen Bremsreihen genügen. Eine Ausnahme ist unter Analyse der tatsächlichen örtlichen Risiken möglich und ist im Plangenehmigungsverfahren zu deklarieren.

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

Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, ist entweder ein Loop zu installieren oder die Vorbeifahrt am Zielpunkt darf nur mit Vorziehen mit der Annäherungsgeschwindigkeit erfolgen.

Die Distanz vor dem Signal, ab welcher 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 in der Sichtweite ist. Bei mehrgleisiger Anlage muss zudem die eindeutige Zuordnung des Signals für den Lokführer möglich sein.

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.

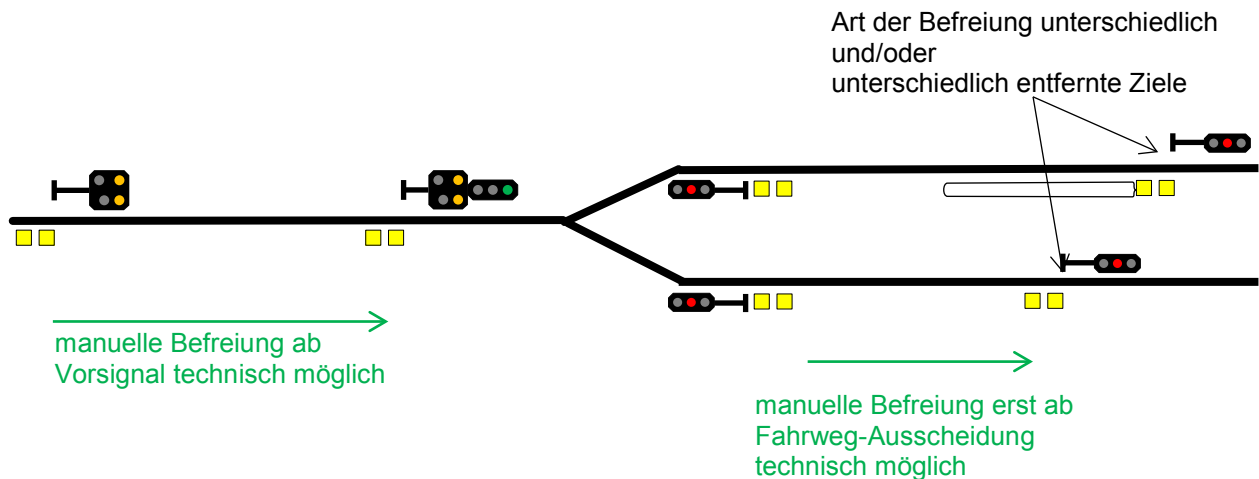


Abbildung 15: Projektierung der manuellen Befreiung

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 Fahrbegriff 2 geltende Geschwindigkeit zu übernehmen.

6.6.3 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.

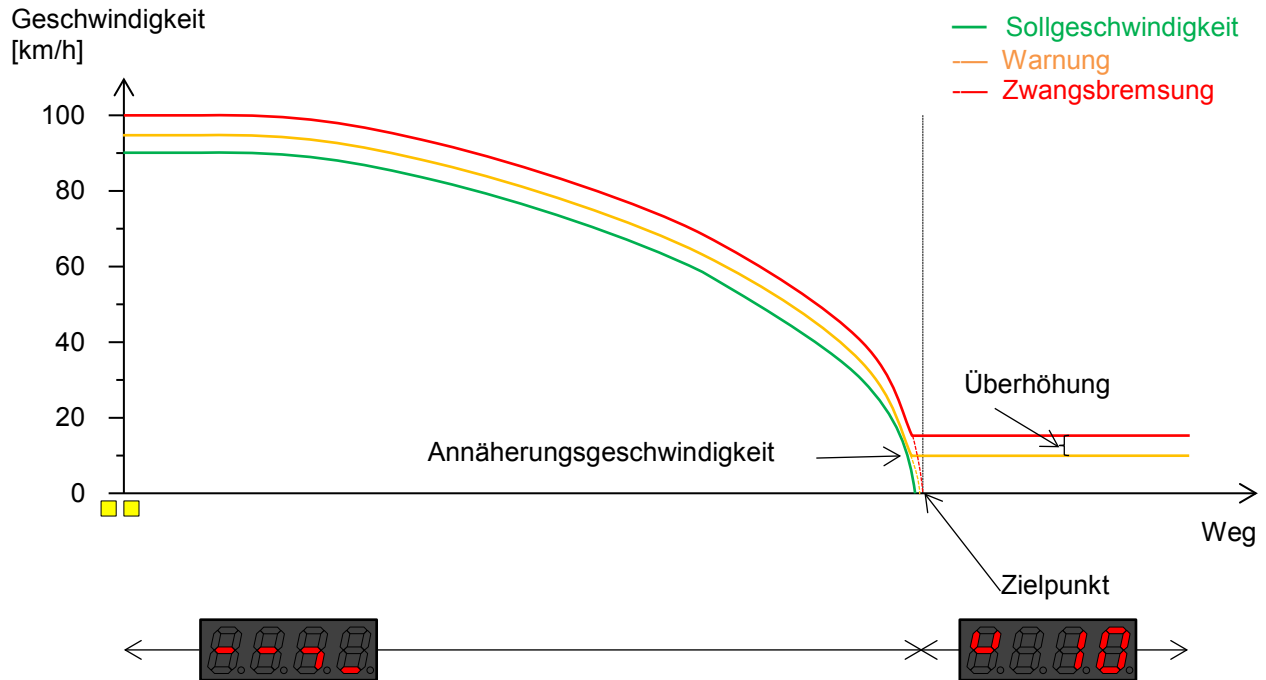


Abbildung 16: Vorziehen am Ende der Fahrerlaubnis

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 Loop 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 Loop am gleichen Zielpunkt sind nicht erlaubt.

6.6.4 Befreiung mittels Balise im Bremsweg

Eine Balisengruppe im Bremsweg ermöglicht eine Befreiung auf die Geschwindigkeit des folgenden Abschnittes wie bei einem Loop. Eine Infill-Balisengruppe ist mit allen Befreiungsmöglichkeiten kombinierbar, macht jedoch nur Sinn, wenn kein Loop 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 - 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 – Vorziehen mit der Annäherungsgeschwindigkeit am Ende der Fahr-erlaubnis, 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 Höchstgeschwindigkeiten in Personalverantwortung

6.7.1 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 der Betriebsart "Staff Responsible (SR)" nach ETCS. Sie soll restriktiv auf 10 km/h gesetzt werden.

6.7.2 Fahrt ohne Streckendaten

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

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

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

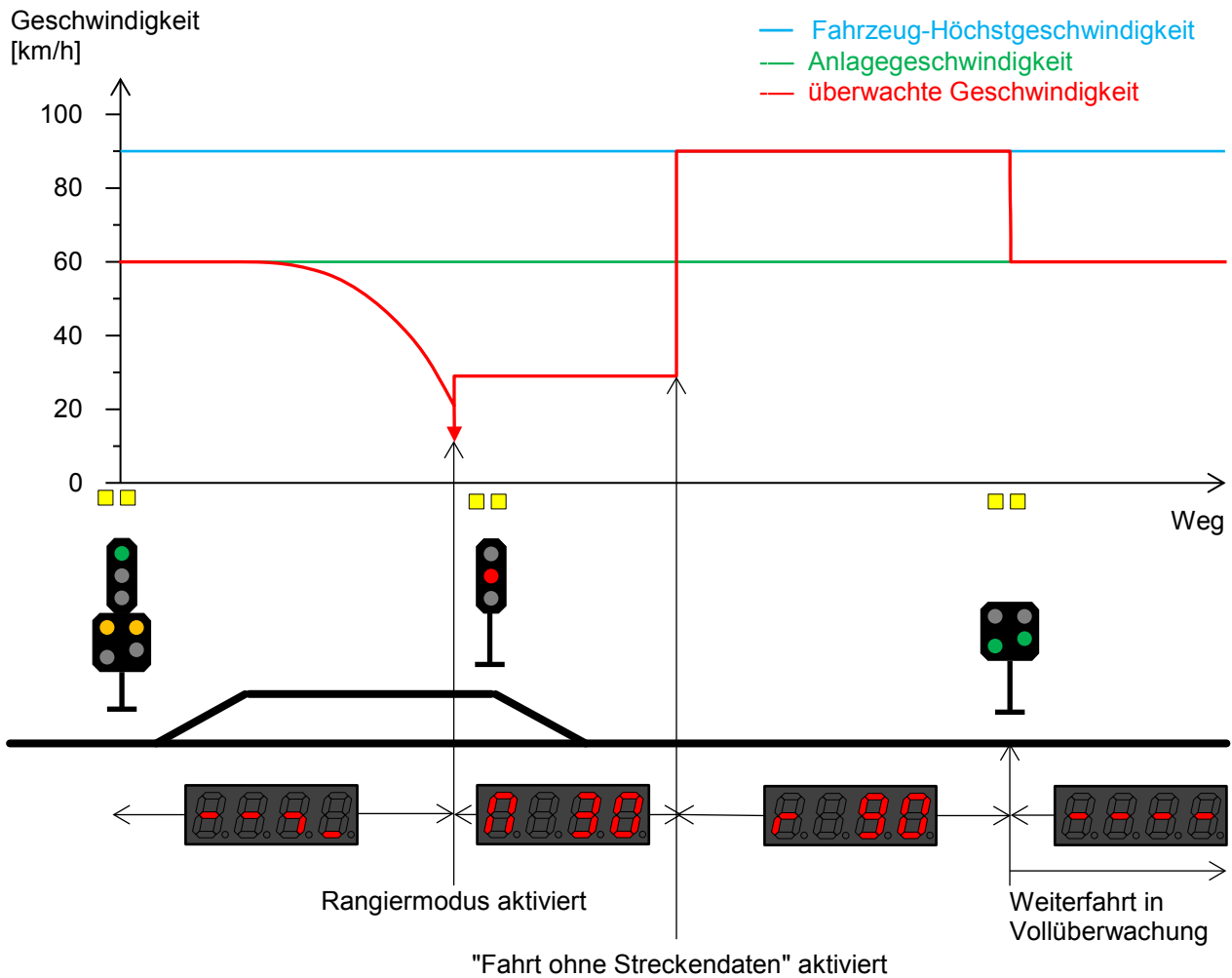


Abbildung 17: Fahrt ohne Streckendaten

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

6.8 Rangieren

Der Rangiermodus wird für Rangierbewegungen im Bahnhof angewendet. Die Höchstgeschwindigkeit im Rangiermodus ist identisch mit der Höchstgeschwindigkeit für Rangierbewegungen im Bahnhof gemäß Fahrdienstvorschriften bzw. Ausführungsbestimmungen zu den FDV zu parametrieren.

Die Parameter der Geschwindigkeit beim Aktivieren des Rangiermodus sowie der Geschwindigkeit beim Verlassen des Rangiermodus sind auch festzulegen. Dabei ist zu beachten, dass nach dem Verlassen des Rangiermodus zwingend zur reduzierten Geschwindigkeit gewechselt wird. Auch über einem Loop erfolgt der Wechsel zuerst in die reduzierte Überwachung ehe die Aufwertung durch den Loop erfolgt. In den Fahrdienstvorschriften ist beim Wechsel von Zug auf Rangierbewegung ein Halt vorgeschrieben. Aus diesen Gründen soll die Geschwindigkeit beim Aktivieren wie beim Verlassen des Rangiermodus einheitlich auf 10 km/h festgelegt werden.

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

6.9 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 Balisen in der Regel verlinkt. Auf die Verlinkung soll nicht verzichtet werden:

- zwischen Vor- und Hauptsignal
- zwischen Hauptsignalen innerhalb eines Bahnhofs.

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 durch:

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

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

6.10 Vertrauensintervall / Erwartungsfenster

Der durch das Fahrzeug befahrene Weg wird durch die Odometrie gemessen. Ungenauigkeiten entstehen durch die Radabnützung sowie durch schleudern und gleiten. Die Verlegegenauigkeit der Balisen 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:

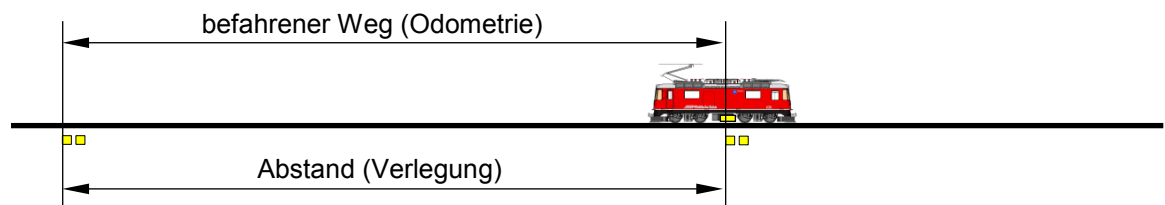


Abbildung 18: Vergleich Odometrie - Vermessung

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

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

Nach einer Eichbalise wird das Vertrauensintervall bewusst verkleinert:

- $1\text{ m} + 2\%$ des befahrenen Wegs
- der Minimalwert 1 m für die Verlegegenauigkeit wird bei den Eichbalisen angewendet, die im Zielgleis innerhalb des Bahnhofs verlegt sind.

Beispiel Balisengruppe innerhalb Erwartungsfenster erfasst:

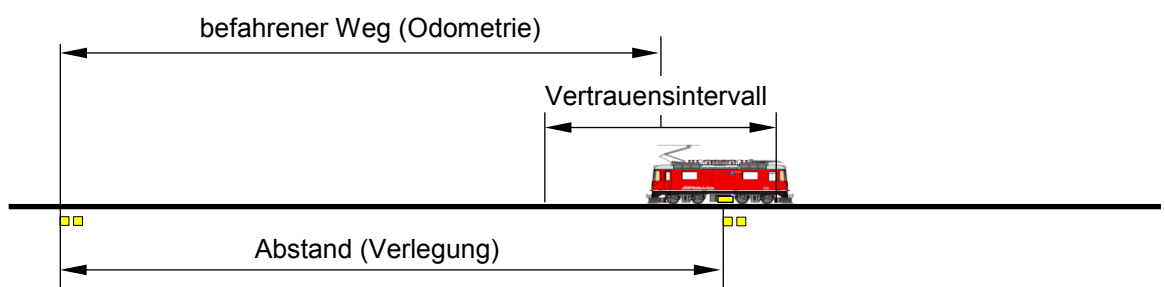


Abbildung 19: Balisengruppe im Vertrauensintervall erfasst

Das Erwartungsfenster entspricht dem Vertrauensintervall. Eine Balisengruppe wird nur ausgewertet, wenn sie innerhalb des Erwartungsfensters empfangen wird.

Beispiel Balisengruppe ausserhalb Erwartungsfenster erfasst:

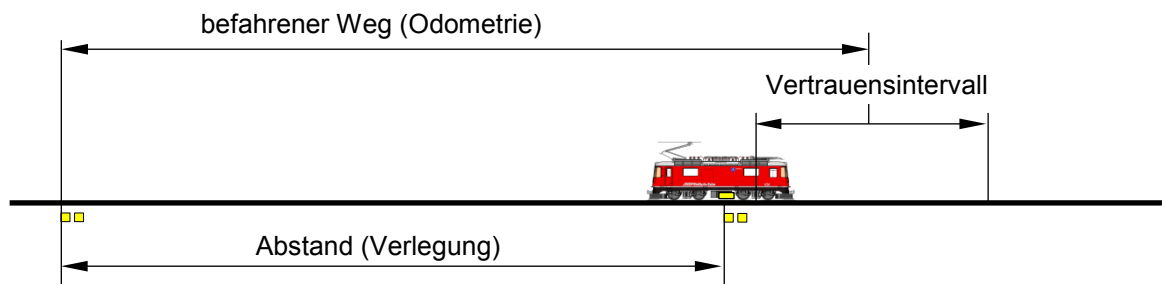


Abbildung 20: Balisengruppe ausserhalb Erwartungsfenster

Wenn keine Balise innerhalb des Erwartungsfensters empfangen wird, wird ein Fehler ausgegeben. Die Systemreaktion wird unterschiedlich projiziert:

- bei einer Balisengruppe die nur der Wegmessungskorrektur dient, wird nur eine Störungsmeldung angezeigt
- bei einer Balisengruppe an einem Vorsignal wird eine Störungsmeldung abgesetzt. Das Ende der Fahrerlaubnis bleibt unverändert. So wird ein Halt vor dem darauffolgenden Hauptsignal erzwungen
- bei einer Balisengruppe an einem Hauptsignal wird eine Zwangsbremse eingeleitet.

Wenn eine Balisengruppe ausserhalb des Erwartungsfensters erfasst wird, wird sie nicht ausgewertet. Das Vertrauensintervall wird nicht zurückgesetzt. Dadurch fehlen dem Fahrzeug die nötigen Informationen für den Folgeabschnitt und das System reagiert mit der entsprechenden Systemreaktion.

6.11 Zielpunkt der Fahrerlaubnis

6.11.1 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.

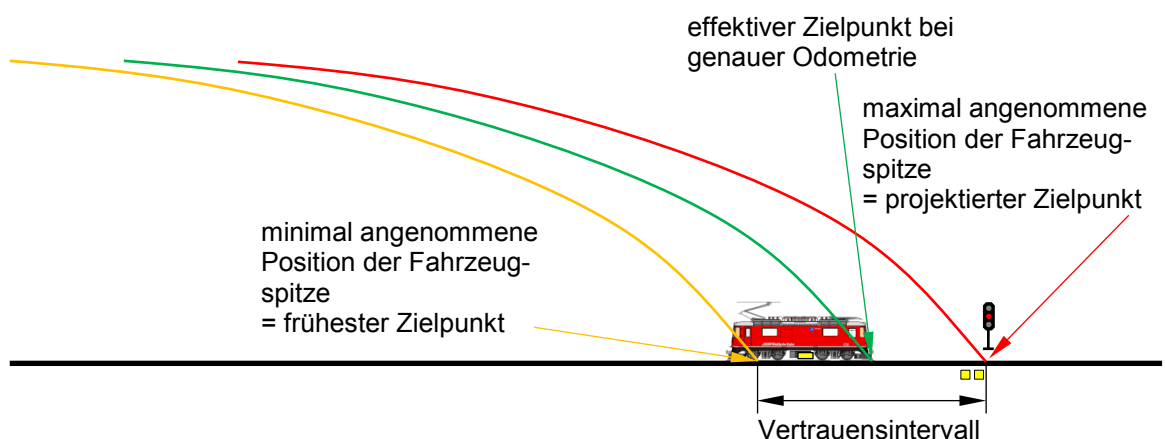


Abbildung 21: Zielpunkt-Berechnung

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.

6.11.2 Ausnutzung des Durchrutschweges

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

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

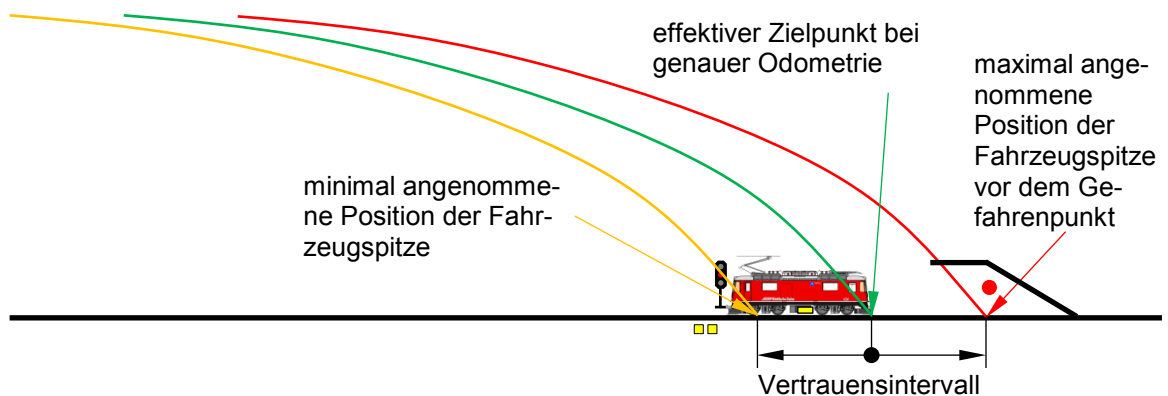


Abbildung 22: Zielpunkt im Durchrutschweg

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

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

Jede verlinkte Balisengruppe setzt das Vertrauensintervall zurück. Reicht der vorhandene Durchrutschweg nicht aus, kann eine zusätzliche Eichbalise 30 m vor dem spätesten Halteort verlegt werden. Mit dieser Massnahme wird das Vertrauensintervall minimiert. Als Eichbalise genügt eine einzeln verlegte Festdatenbalise.

Wenn der Durchrutschweg nicht ausreicht, muss der Halteort angepasst oder den Zielpunkt hinter den Gefahrenpunkt projiziert werden.

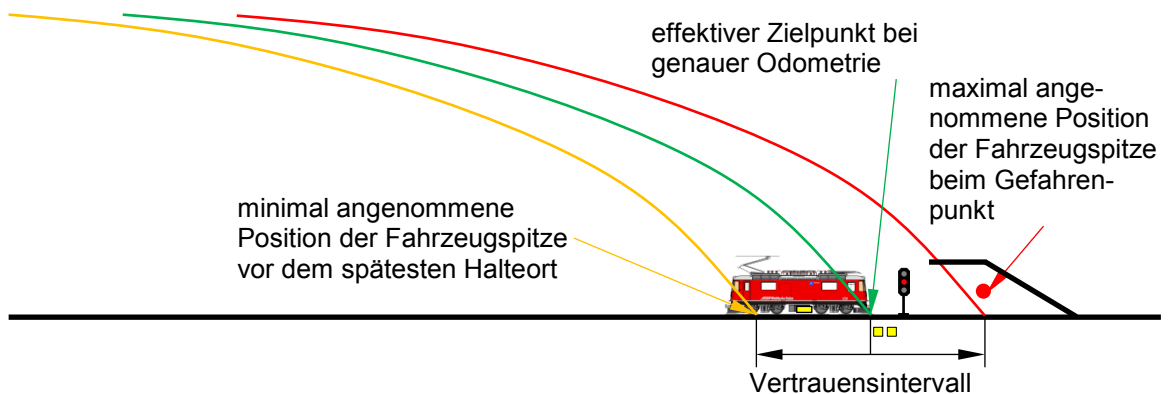


Abbildung 23: Durchrutschweg nicht ausreichend

6.11.3 Zielpunkt nach dem Gefahrenpunkt

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

- Der Gefahrenpunkt ist das Profilzeichen einer Weiche
- Gleichzeitige Einfahrten sind ausgeschlossen
- Die Zeitverzögerung bis zum Einstellen einer zweiten Fahrstrasse muss ausreichen bis zum sicheren Halt des erst eingefahrenen Zuges. 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 Loop 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 30 m vor dem Zielpunkt soll der Projektierung hinter dem Gefahrenpunkt vorgezogen werden.

6.11.4 Prellbock am Zielpunkt

In einem Kopfgleis muss sichergestellt werden, dass der Zug überhaupt 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, liegt der früheste überwachte Zielpunkt 16 m vor Prellbock. Eine Eichbalise 30 m vor dem Prellbock ermöglicht diese Distanz auf ca. 3,5 m zu reduzieren. Eine Balisengruppe zur Repositionierung kann auch weiter weg vom Prellbock projiziert werden, um diese in der Gegenrichtung bei der Abfahrt von einem zuvor abgestellten Fahrzeug ausnutzen zu können. Das Vertrauensintervall wird aber dadurch nicht so stark reduziert.

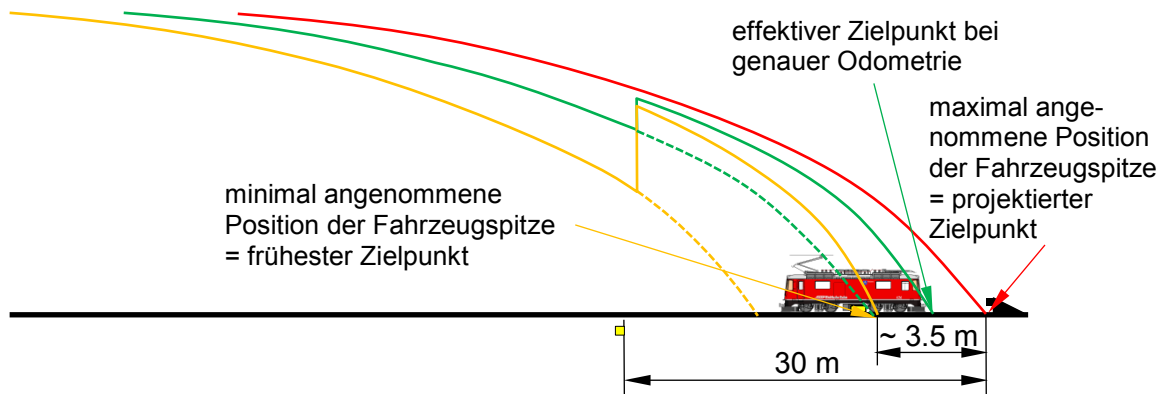


Abbildung 24: Eichbalise vor dem Prellbock

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

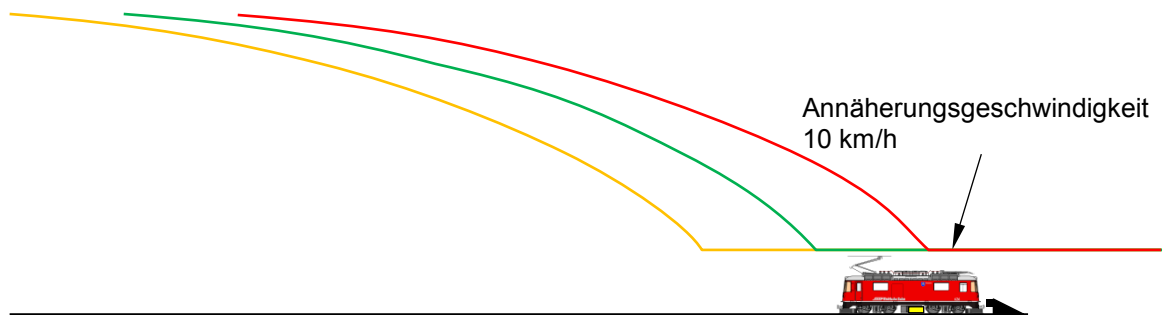


Abbildung 25: Annäherungsgeschwindigkeit vor dem Prellbock

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 projiziert 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.

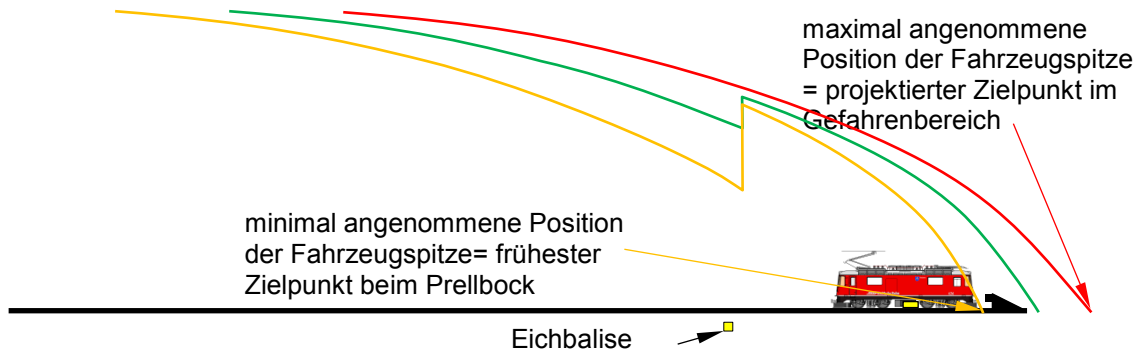


Abbildung 26: Zielpunkt hinter dem Prellbock

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

6.11.5 Anpassung der Signalisierung

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

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

- Bei einem Gleissignal kann das Signal versetzt werden, damit ein ausreichender Durchrutschweg geschaffen wird
- Im Falle eines Gruppensignals mit Zusatzsignalisierung mittels Zwergsignalen ist die Versetzung der Zwergsignale ebenfalls möglich
- Bei einem Gruppensignal mit Zusatzsignalisierung mittels Gleisnummersignal liegt der späteste Halteort vor dem Profilzeichen der Ausfahrweiche. Ein Durchrutschweg kann nur mittels tiefgreifender Änderung 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.

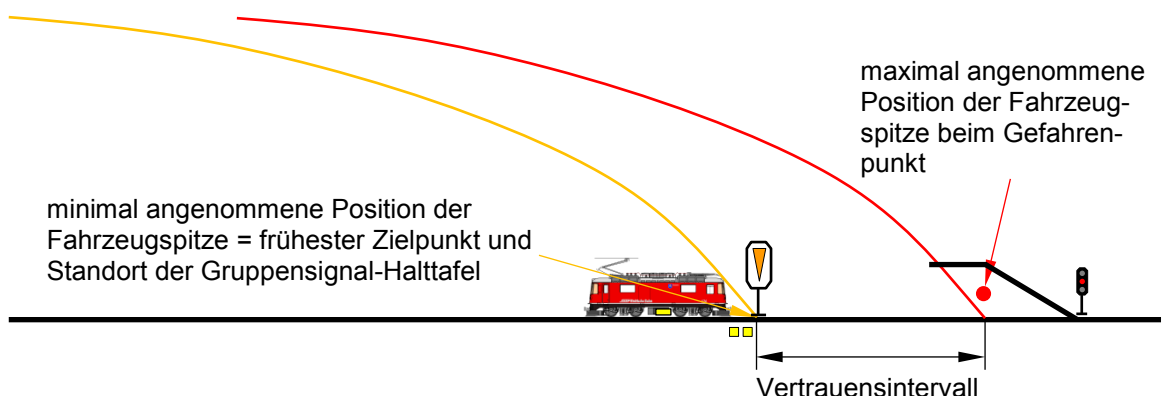


Abbildung 27: Aufstellung der Gruppensignal-Halttafel

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

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

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

- Es sich um eine bestehende Sicherungsanlage handelt
- Das Vorziehen am Zielpunkt nicht projiziert werden kann (z.B. wegen einem Loop)
- Die Aufstellung einer Eichbalise nicht ausreichen würde, um den frühesten Zielpunkt beim spätesten Halteort zu projizieren
- Der Zielpunkt nicht über den Gefahrenpunkt projiziert werden darf (z.B. wegen gleichzeitigen Einfahrten).

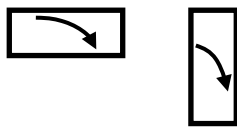


Abbildung 28:
Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve

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.

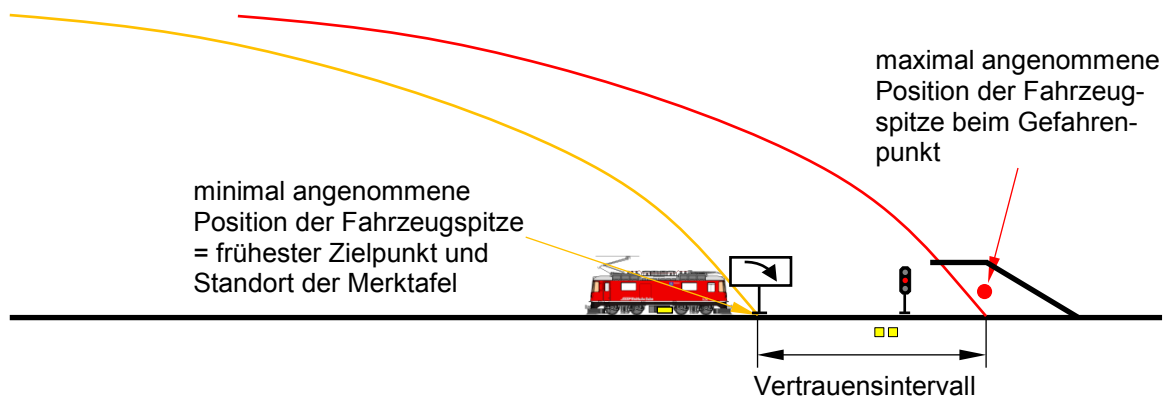


Abbildung 29: Aufstellung der Merktafel zum Zielpunkt einer Bremskurve

Es wird keine doppelte Signalisierung durch hintereinanderstellen der Merktafel und Gruppensignalhalttafel verwirklicht.

6.11.6 Auswirkung des Vertrauensintervall 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 Über-

wachung 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.

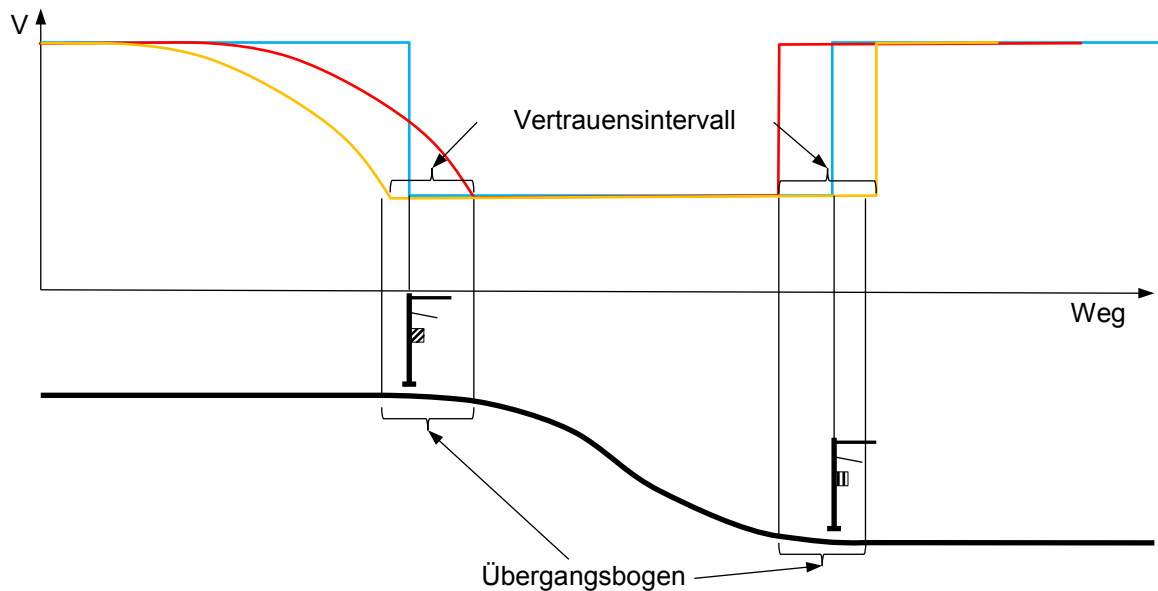


Abbildung 30: Projektierung von Geschwindigkeitseinschränkungen

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 das Vertrauensintervall zwischen Anfang und Ende einer Geschwindigkeitseinschränkung sich verändert.

6.12 Planung der Durchrutschwege

Es ist immer ein minimaler Durchrutschweg einzuplanen, damit der Halt am fahrdienstlichen spätesten Halteort ungehindert möglich ist. Voraussetzung ist, dass das Ziel der Fahrerlaubnis spätestens beim Gefahrenpunkt projektiert wird. Diese Bedingungen werden erfüllt durch:

- Minimalwert 6 m
- ohne Eichbalise
 $\text{Durchrutschweg} = \text{Distanz ab letzten Balisengruppe} \cdot 0.04 + 10 \text{ m}$
- mit Eichbalisen
 $\text{Durchrutschweg} = \text{Distanz ab Eichbalisengruppe} \cdot 0.04 + 2 \text{ m}.$

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

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

Verkürzte Durchrutschwege dürfen nur projektiert werden, wenn:

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

6.13 Fahrbegriff-Tiefhaltung

Beim Nachschalten eines Hauptsignals von einem tieferen auf einem 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 einzuhalten.

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

6.14 Besetzte Einfahrt

Eine besetzte Einfahrt wird wie ein normaler Fahrbegriff projektiert:

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

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

6.15 Einfahrt in einen Bahnhof ohne schienenfreie Zugänge

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

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

6.16 Gestörte Bahnübergangsanlage

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

Projektiert wird dazu:

- Zielgeschwindigkeit 10 km/h 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.

6.17 Hilfssignal

6.17.1 Hilfssignal am Einfahrsignal

Das Hilfssignal wird wie ein normaler Fahrbegriff projektiert. 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 Fahrbegriff 2 signalisierte Geschwindigkeit zu überwachen
- 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 bei der Balisengruppe des Signals der Gegenrichtung je nach Zielgleis korrigiert.
- in einer Anlage ohne Zwergsignale werden die Bahnüberganganlagen als gestört betrachtet und entsprechend überwacht
- in einer Anlage mit Zwergsignalen werden die Bahnübergänge nicht überwacht, weil das letzte Zwergsignal vor dem Übergang dem Lokführer eine gültige Information über den Zustand liefert. Dasselbe gilt, wenn der Zustand der Bahnüberganganlage mittels Kontrolllicht oder Sperrsignal signalisiert wird
- Die Erfassung von Zustandskriterien der Bahnüberganganlagen 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*.

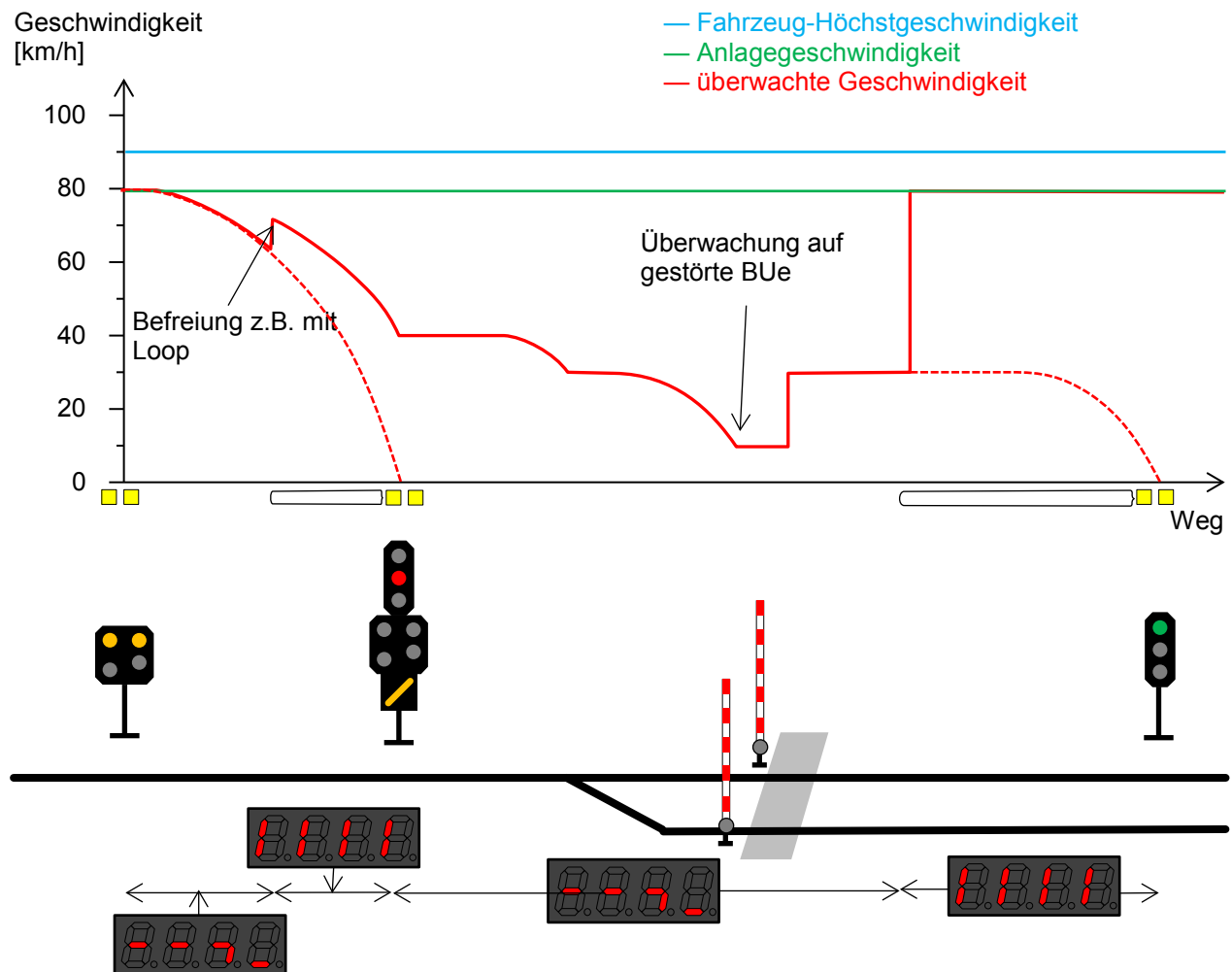


Abbildung 31: Hilfssignal

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

6.17.2 Hilfssignal am Ausfahrtsignal

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

- im Weichenbereich wird die bei Fahrbegriff 2 signalisierte Geschwindigkeit überwacht
- in Anlagen ohne Zwergsignalen werden die Bahnübergangsanlagen als gestört betrachtet und entsprechend überwacht
- in Anlagen mit Zwergsignalen werden die Bahnübergänge 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.

6.17.3 Hilfssignal System L mit Zusatzsignalisierung bei gestörter Bahnüberganganlage

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

- im Weichenbereich wird die bei Fahrbezug 2 signalisierte Geschwindigkeit überwacht
- die Bahnüberganganlagen 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 dem nächsten Hauptsignal gesetzt.

6.18 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 das Streusalz die Adhäsionsverhältnisse massiv.

6.19 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 Festdaten-Balisengruppe auf Höhe des Vorsignals zur Langsamfahrstelle verlegt:

- eine punktförmige Überwachung wird mit einer im Paket 44 parametrisierte "Warnung" verwirklicht. Der Lokführer muss diese Warnung am Anzeigegerät 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 Schritte 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 Baustellenmagneten.

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

6.20 Punktförmige Überwachung mit Balisen

In einem Bereich mit punktueller Überwachung können eine am Anzeigegerät oder mittels externer Taste zu quittierende "Warnung" sowie "Halt" und "Fahrt" mittels Balisen 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 Magnetempfänger ausgerüstet sind. Bei gemischter Ausrüstung der Strecke, kann diese Lösung angewendet werden, wenn die Platzverhältnisse ein Wechsel der Überwachungsart nicht zulassen.

6.21 Abgestellte Fahrzeuge

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

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

Unterschiedliche Situationen sind auf der Grafik dargestellt:

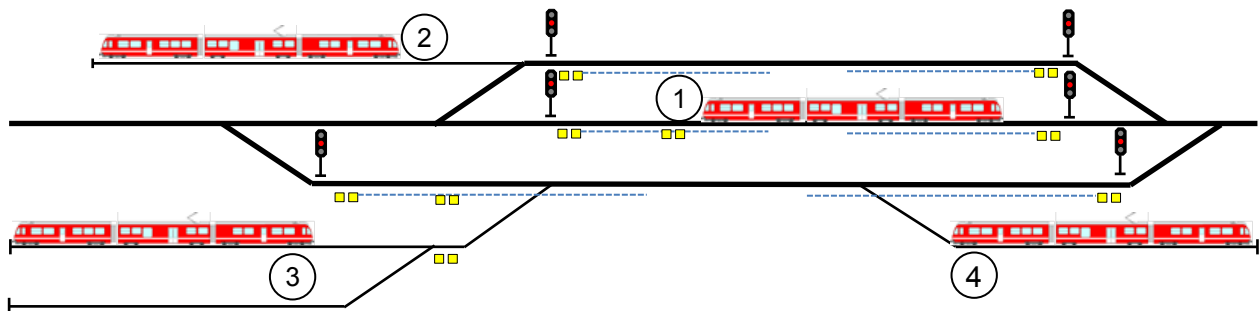


Abbildung 32: Abstell-situationen

- ① Das Fahrzeug wurde im Abfahrtsignal abgestellt.
 - Wenn das Fahrzeug in der Parkstellung abgestellt wurde, ist die Ankündigung der Loops 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.
- 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 Festdatenbalise ist im Fahrweg aufgestellt. Sie dient der Ankündigung der Loops beider Fahrtrichtungen. Die Abfahrtsverhinderung wird in beiden Fahrtrichtungen damit aktiviert. Bei der Abfahrt wird der Zug auf die signalisierte Geschwindigkeit überwacht.

④ Die Fahrt aus dem Abstellgleis erfolgt im Rangiermodus. Bis zum Abfahrtsignal wird keine Balisengruppe befahren. Die Abfahrt des Zugs 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 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.

6.22 Betriebsartumschaltung

Eine Betriebsartumschaltung wird immer mit einer Festdaten-Balisengruppe unmittelbar bei der Zahnstangen-Einfahrt sowie -Ausfahrt für jede Richtung verwirklicht.

Eine für die Betriebsartumschaltung eingesetzte Festdatenbalisengruppe 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.

Die Wirkung in der Fahrzeugsteuerung ist in der Projektierung von Fall zu Fall zu berücksichtigen. Der Ablauf der Betriebsartumschaltung ist je nach Infrastrukturbetreiberin und Bauart der Triebfahrzeuge unterschiedlich.

6.23 Default- und Störungs-Telegramme

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

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

Default-Telegramme können weder durch Festdatenbalisen noch durch Loops 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.

6.24 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 potentiellen Risiken zu achten.

7 Systemintegration beim Betreiber

7.1 Voraussetzungen

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

- Streckenausrüstung, Anschluss an die bestehende Infrastruktur
- Fahrzeugausrüstung, Integration in bestehende sowie neu gebauten Fahrzeugen
- 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 die 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
- Weg dazu
Migrationsstrategie, Etappierung
- Umsetzbarkeit
Finanzierung, Projektkapazitäten im Engineering, Verfügbarkeit der Fahrzeuge und Kapazitäten für deren Umbau, Personalausbildung

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

7.2 Projektierung der Streckenausrüstung

7.2.1 Erfassung der örtlichen Daten

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

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

- Hauptsignale
- Vorsignale
- Späteste Halteorte, z.B. Gruppensignal-Halttafel, Prellbocke, usw.
- besondere betriebliche Halteorte
- Weichen, Spitze und Profilzeichen
- Geschwindigkeitsschwellen in Bahnhöfen und auf der Strecke
- Bahnübergangsanlagen
- Korrektursprünge der Kilometrierung (Fehlerprofile).

Zusätzlich sind zu erfassen:

- Neigungen (Genauigkeit +/- 1 ‰) und Neigungswechsel (Standorte der Neigungszeiger)
- Streckengeschwindigkeiten inkl. Kurvengeschwindigkeiten
- Bahnhofgeschwindigkeiten.

Zu jedem Vor- und Hauptsignal sind zu erfassen:

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

Besonders zu achten ist auf allfällige Fahrbegriff-Tiefhaltungen und auf den Ablauf, wenn das Zielsignal in der Annäherung auf einen höheren Fahrbegriff nachschaltet. Speziell in diesem Fall ist zu beachten, wenn die Zuglänge nicht überwacht werden soll. Sämtliche Geschwindigkeitsschwellen gemäss R 300.6, Kapitel 2 sind zu überwachen. Es darf aber 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 Zwangsbremssungen die Folge.

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

7.2.2 Begehung

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

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

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

7.2.3 Ausführungspläne, Bauunterlagen

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

Diese Unterlagen sind durch den Besteller zu prüfen und freizugeben.

7.2.4 Plangenehmigungsverfahren

Zusätzlich zu den üblichen Unterlagen zur Plangenehmigung sind spezifisch bei einem Zugbeeinflussungs-Projekt die untenstehenden Angaben erforderlich:

- für Bahnhöfe, wo Triebfahrzeuge regelmässig abgestellt werden: das Abstellkonzept und die Art der Sicherung bei der ersten Abfahrt nach der Inbetriebnahme (Kapitel 6.21)
- wenn der Zielpunkt hinter den Gefahrenpunkt projiziert wird (Ziffer 6.11.3)
- wenn hinter einen Prellbock projiziert wird (Ziffer 6.11.4)
- 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.

7.3 Montage, Inbetriebsetzung

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

- noch nicht in Betrieb gesetzte Balisen 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 abgedeckten Balisen 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 Balisen müssen die Telegramme der Balisen 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:

- der Linking aller verknüpften Balisen
- der Empfang der Loops.

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 macht es Sinn, diese Probefahrt erst nach der Inbetriebnahme einzuplanen.

7.4 Projektierung der Fahrzeugausrüstung

7.4.1 Konzept

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

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

7.4.2 Fahrzeugparameter

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

Die Parameter umfassen unter anderem:

- Eisenbahnverkehrsunternehmung- und ETCS-Kennungen
- Festlegung diverser Geschwindigkeitsschwellen
- Bremskurvendefinitionen
- Diverse Reaktionszeiten
- Maximale Streckenneigungen
- Betriebsartumschaltungen und Überwachungen
- Wechsel im Überwachungsbereich.

7.4.3 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 Anzeigegerät 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 Antennen und Loops
- Empfang von Magneten
- zusätzliche digitale Ausgänge
- Betriebsartwechsel Adhäsion – Zahnrad.

7.5 Bremsmodelle

7.5.1 Grundsätze

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

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

Es können bis zu 8 Bremsmodelle in der Fahrzeugsoftware programmiert werden. Die Bremsmodelle können für jede Fahrzeugserie unterschiedlich parametrisiert werden.

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

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

7.5.2 Traktionsabschaltung

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

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

7.5.3 Reaktionszeit

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

Die Durchschlagzeit im Zug ist die Zeit vom Einleiten der Zwangsbremung bis der Hauptleitungsdruck beim letzten Fahrzeug sich so absenkt, dass die Bremsen ansprechen. Das bedeutet eine Absenkung um 0.5 bar gegenüber dem Nenndruck. Bei der Vakuumbremse wird eine Absenkung um 15 cm Hg gegenüber dem Lösedruck berücksichtigt.

Bei Versuchen muss die Hauptleitung mit dem Zwangsbremsventil entleert werden. Die Durchschlagzeit kann gegenüber einer Schnellbremsung massiv länger ausfallen. Dies

ist der Fall, wenn der Durchlass des Zwangsbremsventils nicht optimal ist oder, wenn bei älteren Fahrzeugen die Nachspeisung der Hauptleitung nicht unterbrochen wird.

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

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

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

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

Während der Reaktionszeit wird gerechnet, dass der Zug rollt.

7.5.4 Verzögerung

Die Berechnung der Bremskurven erfolgt mit der projektierten mittleren Verzögerung.

Diese mittlere Verzögerung darf nicht mit den Bremsprozenten (Bremsgewichtshundertstel) gleichgesetzt werden, weil im Bremsprozentwert eine Zeit für den Aufbau der Bremswirkung enthalten ist. Nach AB-EBV Artikel 52.2, Ziffer 6.1.1 gilt die Grundlage "100 Bremsgewichtshundertstel entsprechen einer mittleren Verzögerung von 1 m/s² bei einer Bremsung aus 50 km/h auf horizontaler Strecke, berechnet aus der Ausgangsgeschwindigkeit und dem Bremsweg bis zum Stillstand". Damit wird der gesamte Bremsweg vom Einleiten der Bremsung bis zum Stillstand berücksichtigt. Bei einer Bremszylinderfüllzeit von 2.5 s muss die darauf folgende Verzögerung durchschnittlich 1.6 m/s² betragen, um den gleichen Bremsweg von 96 m einzuhalten.

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

7.5.5 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.

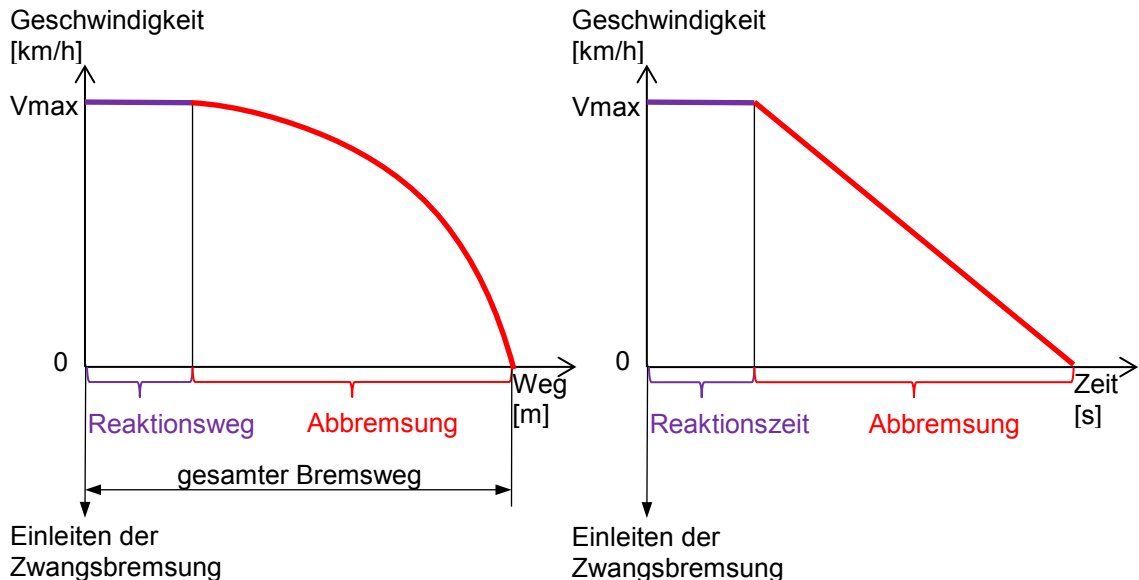


Abbildung 33: Zwangsbremssung einheitlicher Zug

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 ausgewählt. 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/s²]

v_0 Ausgangsgeschwindigkeit [m/s]

t_0 Reaktionszeit = Aufbauzeit [s]

s gesamter Bremsweg [m]

7.5.6 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.

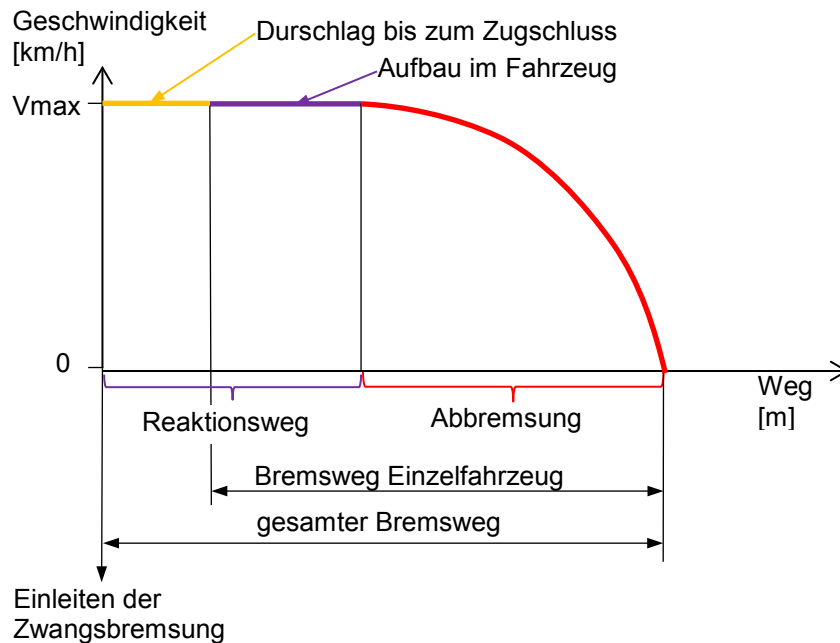


Abbildung 34: Zwangsbremssung gemischter Zug

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

Die mittlere Verzögerung während der Abbremsung wird wie folgt berechnet:

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

a mittlere Verzögerung [m/s²]

v_0 Ausgangsgeschwindigkeit [m/s]

t_0 Aufbauzeit im Einzelfahrzeug [s]

t_1 Durchschlagzeit bis zum Zugschluss [s]

s_t gesamter Bremsweg [m]

7.5.7 Verkürzung der Reaktionszeit

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

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

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

7.5.8 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* zeigend 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 im Bezug zum projektierten Halteort.

7.6 Betriebsvorschriften

Eine Betriebsvorschrift über das System ist durch den Betreiber herauszugeben. Zu regeln ist die Bedienung und die fahrdienstlichen Zusammenhänge. 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 Loops auf den beigelegten Plänen aufgeführt werden.

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

7.7 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 Systemlieferant zu schulen.

