

CBTC-Schnittstellen-Vorrüstung in Elektronischen Stellwerken

CBTC interface pre-equipping in electronic interlockings

Andreas Schwarte

Es gibt verschiedene Gründe, ein CBTC-System mit einem externen Elektronischen Stellwerk (ESTW) zu betreiben, wenn beispielsweise das Bestandsstellwerk noch dem Stand der Technik entspricht, oder aus Migrationserwägungen weiterhin die konventionelle Betriebsordnung unterstützt werden soll. Dazu ist es notwendig, dass eine geeignete Schnittstelle vom ESTW zur Verfügung gestellt wird, die einen integrierten und komfortablen Betrieb ermöglicht. Oft ist auch ein Mischbetrieb von mit CBTC ausgerüsteten und konventionellen Fahrzeugen gefordert, wobei aufwendige Bedienhandlungen und Prozesse unerwünscht sind. Im Folgenden werden eine Schnittstelle und die im ESTW notwendigen Funktionen beschrieben, die diese Anforderungen erfüllen.

1 Anforderungen

Ein ESTW in Zusammenspiel mit einem CBTC-System ist für das Stellen und die Sicherung von Fahrstraßen zuständig. Um den Betrieb im Moving Block zu ermöglichen, muss ein ESTW CBTC-geführten Fahrzeugen die Einfahrt in Fahrstraßen gewähren, in welchen sich bereits andere Fahrzeuge befinden. Weiterhin soll ein automatischer Betrieb von CBTC-geführten Fahrzeugen und konventionellen, nicht-CBTC-geführten Fahrzeugen parallel ohne manuelle Bedienungen möglich sein. Eine Beeinträchtigung der Zugfolgezeit durch einen solchen Mischbetrieb soll möglichst gering gehalten werden.

2 Architektur

In einer Konfiguration mit externen ESTW ist jedes CBTC-Strecken-gerät mit dem für den entsprechenden Bereich zuständigen Stellwerk verbunden (Bild 1).

Über eine IP basierte Datenschnittstelle werden Statusinformationen vom Stellwerk, wie z.B. Weichenlagen und Anforderungen des CBTC-Systems (Overrides), ausgetauscht. Für die Kommunikation ist ein signaltechnisch sicheres Protokoll entsprechend EN 50159, wie z.B. RaSTA, erforderlich.

Beim Fahren auf ortsfeste Signale ohne CBTC-Überwachung wird die Abstandhaltung durch das ESTW gewährleistet. Im CBTC-Betrieb (entsprechende CBTC-geführte Fahrzeuge vorausgesetzt) erfolgt die Abstandhaltung durch das CBTC-System. Dabei werden die Fahrstraßen weiterhin über die ATS-Schnittstelle beim ESTW angefordert, von diesem eingestellt und, inklusive des ggf. notwendigen Flankenschutzes, abgesichert. Die gesicherten Fahrstraßen werden dem CBTC-Streckengerät über den Status der Fahrstraßenelemente mitgeteilt. Wenn sich ein CBTC-geführtes Fahrzeug einem Fahrstraßenbeginn nähert, wird dieses dem Stellwerk, als eine Override-Anforderung an das entsprechende physikalische oder virtu-

There are various reasons for operating a CBTC system with an external electronic interlocking (CBI), e.g. where the existing interlocking still conforms to the state of the art or where, for migration reasons, the conventional operating rules are to continue to be supported. For this purpose, it is necessary for the electronic interlocking to provide a suitable interface that will enable integrated and convenient operation. Mixed operation of vehicles equipped with CBTC and conventional vehicles, where complex operator actions and processes are undesirable, is also often required. An interface and the necessary functions in the electronic interlocking that meet these requirements are described below.

1 Requirements

An electronic interlocking operating in tandem with a CBTC system is responsible for the setting and protection of routes. In order to enable moving-block operation, an electronic interlocking must grant CBTC-controlled vehicles entry to routes on which other vehicles are already present. Furthermore, automatic operation of CBTC-controlled vehicles and conventional non-CBTC-controlled vehicles should be possible without actions by a manual operator. The adverse impact on headway of mixed operation of this kind should be kept to a minimum.

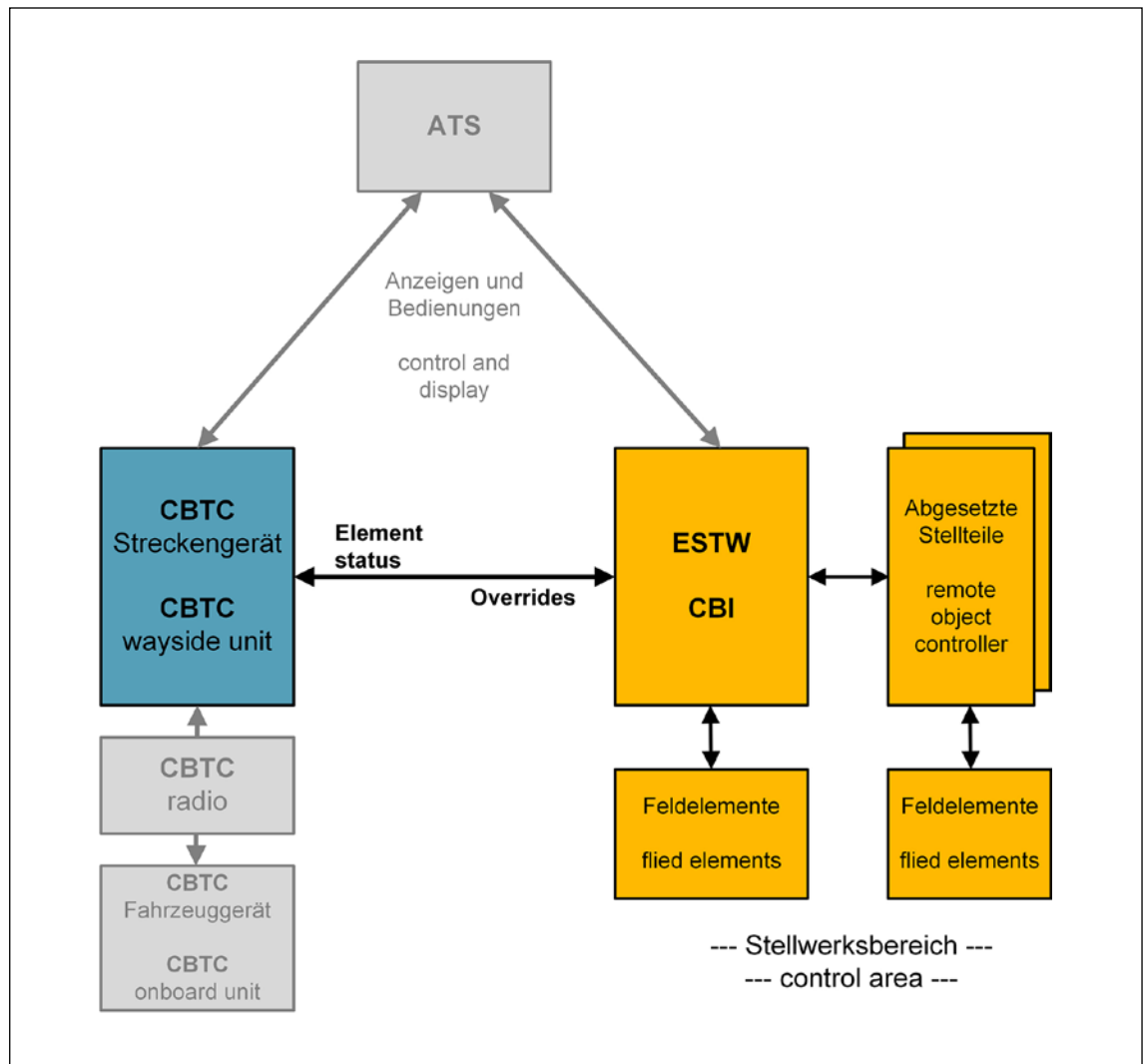
2 Architecture

In a configuration with external electronic interlockings (CBI), each CBTC wayside unit is connected to the interlocking responsible for the corresponding section (fig. 1).

Status information, such as point positions and CBTC system requests (overrides), is exchanged via an IP-based data interface. An EN 50159-compliant fail-safe protocol, such as RaSTA, is required for communication.

When moving toward stationary signals without CBTC monitoring, headway control is ensured by the electronic interlocking. In CBTC operation (provided that CBTC-controlled vehicles are present), headway control is performed by the CBTC system. The routes are still requested via the ATS interface from the electronic interlocking and are set and protected by it, including any flank protection that may be necessary. The protected routes are communicated to the CBTC wayside unit via the status of the route elements. If a CBTC-controlled vehicle approaches the start of a route, this is communicated by the CBTC wayside unit to the interlocking as an override request to the corresponding physical or virtual signal. If all the condi-

Bild 1: Architektur
Fig. 1: Architecture



elle Signal, vom CBTC-Streckengerät mitgeteilt. Wenn alle Bedingungen im Stellwerk erfüllt sind, wird dem CBTC-Streckengerät über den Status des Signals mitgeteilt, dass das CBTC-geführte Fahrzeug die Fahrstraße befahren darf. Bild 2 zeigt einen Überblick der ausgetauschten Informationen.

2.1 Signalstatus und Override-Anforderung

Wenn sich ein CBTC geführtes Fahrzeug einem Signal oder virtuellen Fahrstraßenstart nähert, sendet das CBTC-Streckengerät eine Override-Anforderung für das entsprechende Signal an das Stellwerk. Wenn vom Stellwerk eine Fahrstraße gestellt und gesichert ist und alle weiteren Bedingungen erfüllt sind, sendet es einen Moving-Block-Signalaspekt an das CBTC-Streckengerät. Der Moving-Block-Signalaspekt erlaubt die Einfahrt eines CBTC-geführten Fahrzeugs, auch wenn sich bereits ein Fahrzeug in der Fahrstraße befindet. Diese Funktion muss vom ESTW zur Verfügung gestellt werden.

2.2 Weichenstatus

Der Status der Weichen wird vom Stellwerk an das CBTC-Streckengerät gesendet. Dies beinhaltet sowohl die Lage der Weiche als auch die Beanspruchung und Sicherung durch eine Fahrstraße.

2.3 Streckenabschnittsstatus

Für jeden durch das Stellwerk verwalteten Gleisabschnitt wird ein Status an das CBTC-Streckengerät gesendet. Die Abschnitte können Wei-

tionen are fulfilled in the interlocking, it is communicated to the CBTC wayside unit via the status of the signal that the CBTC-controlled vehicle may operate on the route. Fig. 2 shows an overview of the data exchanged.

2.1 Signal status and override request

If a CBTC-controlled vehicle approaches a signal or virtual route start, the CBTC wayside unit sends the interlocking an override request for the corresponding signal. If a route has been set and protected by the interlocking and all other conditions are fulfilled, the interlocking sends a moving-block signal aspect to the CBTC wayside unit. The moving-block signal aspect allows the entry of a CBTC-controlled vehicle, even if a vehicle is already present in the route. This function must be provided by the electronic interlocking.

2.2 Point status

The status of points is sent by the interlocking to the CBTC wayside unit. This includes both the position of the points and their use and protection by a route.

2.3 Line section status

A status is sent to the CBTC wayside unit for each track section managed by the interlocking. The sections can be point areas, crossings or track elements which are monitored by a

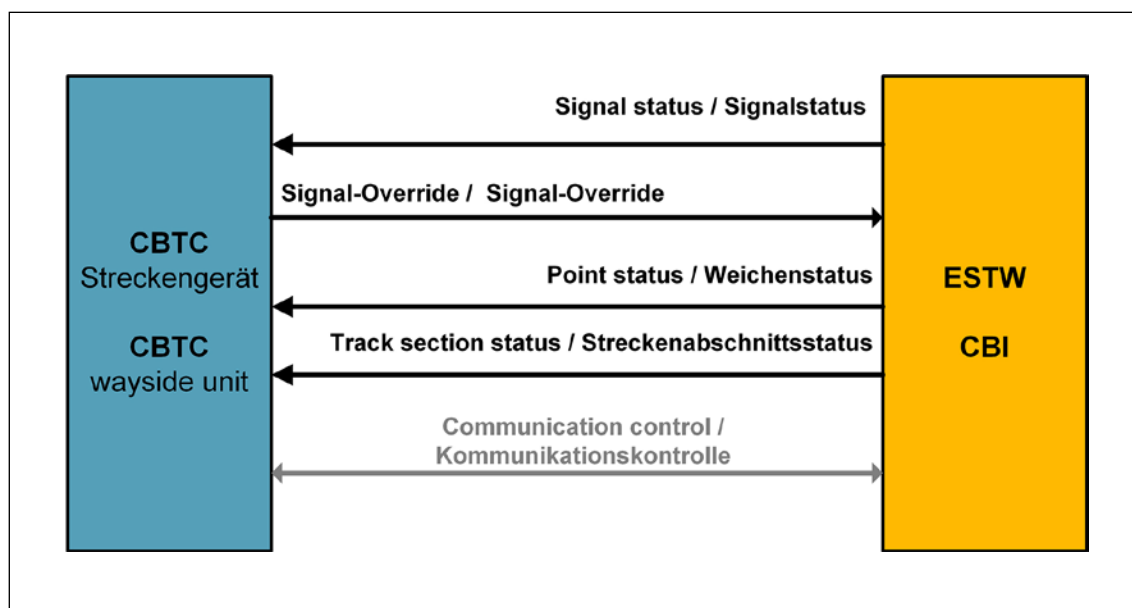


Bild 2: Übersicht Datenaustausch
Fig. 2: Overview of data exchange

chenbereiche, Kreuzungen und Streckenelemente sein, die durch eine Gleisfreimeldung überwacht werden. Für jeden dieser Abschnitte wird sowohl der Freimeldezustand als auch die Beanspruchung durch eine Fahrstraße dem CBTC-Streckengerät mitgeteilt.

Für den Betrieb mit einem CBTC-System müssen vom ESTW Funktionen bereitgestellt werden, die den Moving-Block-Betrieb ermöglichen.

track clear detection system. For each of these sections, both the track clear state and use by a route are communicated to the CBTC wayside unit.

For operation with a CBTC system, the electronic interlocking must provide functions which enable moving-block operation.

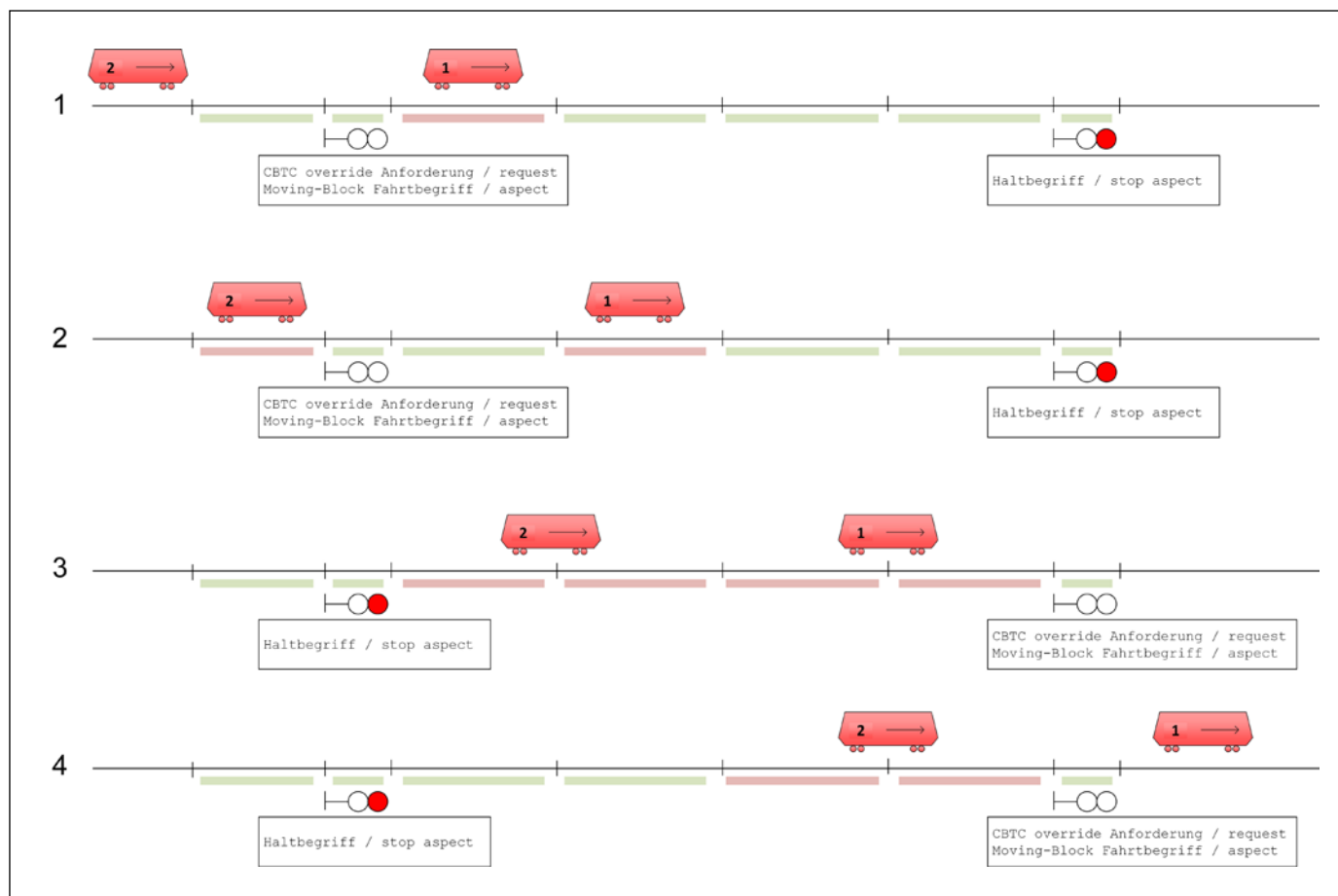


Bild 3: Szenario CBTC-geführte Fahrzeuge

Fig. 3: Scenario with CBTC-controlled vehicles

3 Fahrstraße anfordern und stellen

Fahrstraßen werden über die ATS-Schnittstelle beim Stellwerk angefordert. Dabei wird nicht zwischen Fahrstraßen für nicht-CBTC-geführte Fahrzeugen und CBTC-geführten Fahrzeugen unterschieden. Das Stellwerk versucht die Fahrstraße entsprechend der ATS-Kommandos, einschließlich des Durchrutschwegs und Flankenschutzes, einzustellen. Fahrstraßen können auch dann angefordert werden, wenn sich noch ein anderes Fahrzeug in der Fahrstraße befindet.

3.1 Signalbegriff für CBTC-geführte Züge

Das CBTC-Streckengerät sendet die Information, dass sich ein CBTC-geführtes Fahrzeug einem Fahrstraßenanfang nähert, an das Stellwerk. Der Fahrstraßenanfang kann dabei ein reales Signal oder ein Markerboard (virtuelles Signal) sein. Wenn, wie vorher beschrieben, die Fahrstraße gestellt und gesichert wurde und ggf. weitere Bedingungen erfüllt sind, wird vom Stellwerk das Signal auf Fahrt für Moving Block gestellt und an das CBTC-Streckengerät übermittelt. Dabei dürfen sich bereits weitere Fahrzeuge in der Fahrstraße befinden. Diese können CBTC-geführte oder nicht-CBTC-geführte Fahrzeuge sein. Die Abstandshaltung erfolgt in diesem Fall durch das CBTC-System. Bei vorausfahrenden nicht-CBTC-geführten Fahrzeugen erfolgt die Abstandshaltung durch das CBTC-System auf Basis der Freimeldeinformationen des Stellwerks.

3.2 Signalbegriff für nicht CBTC-geführte Züge

Nähert sich dem Signal stattdessen ein nicht-CBTC-geführtes Fahrzeug, wird vom Stellwerk das Signal auf Fahrt (nicht Moving Block) gestellt. Dies geschieht nur, wenn sich keine Fahrzeuge in der Fahrstraße befinden.

3.3 Fahrstraßenauflösung und Nachstellen von Fahrstraßen

Hinter einem Fahrzeug, sowohl bei nicht-CBTC-geführten als auch bei CBTC-geführten, werden die Elemente der Fahrstraße vom Stellwerk aufgelöst. Durch die ATS kann unmittelbar eine Fahrstraße nachgestellt

3 Route calling and setting

Routes are called from the interlocking via the ATS interface. No difference is made between routes for non-CBTC-controlled vehicles and CBTC-controlled vehicles. The interlocking attempts to set the route, including the overlap and flank protection, in accordance with the ATS commands. Routes can be set up even if another vehicle is still present in the route.

3.1 Signal aspect for CBTC-controlled trains

The CBTC wayside unit sends the information that a CBTC-controlled vehicle is approaching a route entrance to the interlocking. The route entrance can be a real signal or a marker board (virtual signal). If, as described above, the route has been set up and protected and additional conditions are fulfilled if applicable, the interlocking sets the signal to Proceed for moving block and transmits this to the CBTC wayside unit. Other vehicles may then already be present in the route. These can be CBTC-controlled or non-CBTC-controlled vehicles. Headway control is performed by the CBTC system in this case. With preceding non-CBTC-controlled vehicles, headway control is performed by the CBTC system on the basis of the track clear detection information of the interlocking.

3.2 Signal aspect for non-CBTC-controlled trains

If instead, a non-CBTC-controlled vehicle approaches the signal, the interlocking sets the signal to Proceed (not moving block). This occurs only when no vehicles are located in the route.

3.3 Route release and post-setting

With non-CBTC-controlled as well as CBTC-controlled vehicles, the elements of the route are released by the interlocking behind a vehicle. A route can be post-set immediately by the

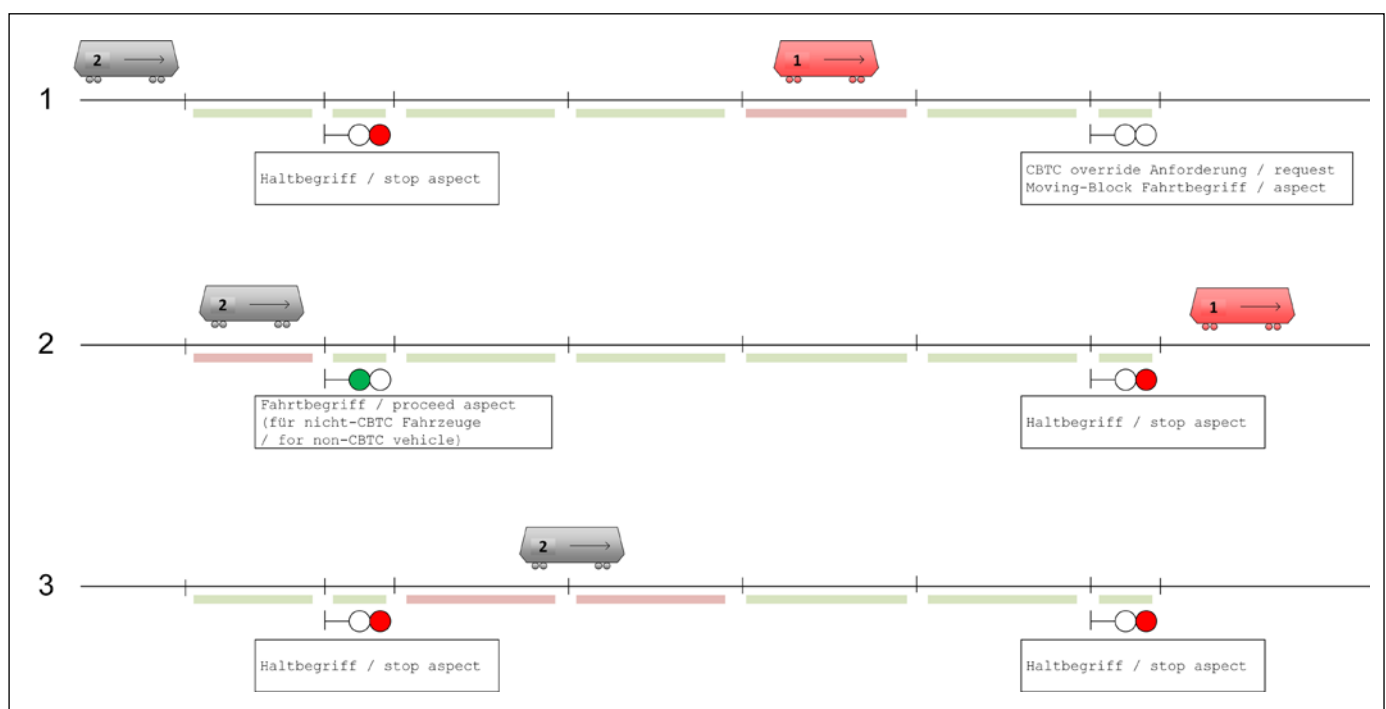


Bild 4: Szenario nicht-CBTC-geführtes Fahrzeug folgt CBTC-geführtem Fahrzeug

Fig. 4: Scenario of a non-CBTC-controlled vehicle following a CBTC-controlled vehicle

werden. Dies ermöglicht das Befahren der Fahrstraßen im Moving-Block-Verfahren mit mehreren Fahrzeugen.

Im Folgenden sind einige Szenarien aufgeführt, die den Betrieb mit CBTC-geführten als auch mit nicht-CBTC-geführten Fahrzeugen zeigen.

4 Szenarios

4.1 Szenario CBTC-geführte Fahrzeuge

Ein CBTC-geführtes Fahrzeug (2) bekommt einen Moving-Block-Fahrtaspekt, auch wenn sich noch Fahrzeuge in der Fahrstraße befinden. Dies ist der Standardbetrieb des Stellwerks, wenn das CBTC-System aktiv ist und alle Fahrzeuge CBTC-geführt sind. Die Separierung bzw. Abstandshaltung erfolgt durch das CBTC-System (Bild 3).

Das Stellen der Nachfolgefahrstraße für das CBTC-geführte Fahrzeug (2) kann durch die ATS unmittelbar erfolgen, nachdem das CBTC-geführte Fahrzeug (1) in die Fahrstraße eingefahren ist.

4.2 Szenario nicht-CBTC-geführtes Fahrzeug folgt CBTC-geführtem Fahrzeug

Ein nicht-CBTC-geführtes Fahrzeug (2) bekommt nur einen Fahrtaspekt, wenn die Fahrstraße frei von Fahrzeugen ist. Dies ist unabhängig davon, ob sich ein CBTC-geführtes Fahrzeug oder ein nicht-CBTC-geführtes Fahrzeug in der Fahrstraße befindet.

Das CBTC-System fordert für das CBTC-geführte Fahrzeug (1) einen Moving-Block-Fahrtaspekt an, der ihm in diesem Fall vom Stellwerk gewährt wird (Bild 4).

4.3 Szenario CBTC-geführtes Fahrzeug folgt nicht-CBTC-geführtem Fahrzeug

Das CBTC-System fordert für das CBTC-geführte Fahrzeug (2) einen Moving-Block Fahrtaspekt an, der ihm in diesem Fall vom Stellwerk gewährt wird.

Das CBTC-geführte Fahrzeug (2) kann dem nicht CBTC-geführten Fahrzeug (1) in die Fahrstraße folgen, auch wenn diese von dem nicht-CBTC-geführten Fahrzeug (1) noch nicht freigefahren wurde (Bild 5).

ATS. This permits movements on the routes involving multiple vehicles using the moving-block method.

Some scenarios showing operation with CBTC-controlled vehicles and with non-CBTC-controlled vehicles are set out below.

4 Scenarios

4.1 Scenario with CBTC-controlled vehicles

A CBTC-controlled vehicle (2) receives a moving-block proceed aspect, even if other vehicles are still present in the route. This is the standard mode of operation of the interlocking when the CBTC system is active and all vehicles are CBTC-controlled. The separation or headway of the vehicles is controlled by the CBTC system (fig. 3).

The follow-on route for the CBTC-controlled vehicle (2) can be set by the ATS immediately after the CBTC-controlled vehicle (1) has entered the route.

4.2 Scenario of a non-CBTC-controlled vehicle following a CBTC-controlled vehicle

A non-CBTC-controlled vehicle (2) receives a proceed aspect only if the route is free from vehicles. This is irrespective of whether a CBTC-controlled vehicle or a non-CBTC-controlled vehicle is present in the route.

The CBTC system requests a moving-block proceed aspect for the CBTC-controlled vehicle (1), which is granted by the interlocking in this case (fig. 4).

4.3 Scenario of a CBTC-controlled vehicle following a non-CBTC-controlled vehicle

The CBTC system requests a moving-block proceed aspect for the CBTC-controlled vehicle (2), which is granted by the interlocking in this case.

The CBTC-controlled vehicle (2) can follow the non-CBTC-controlled vehicle (1) into the route (fig. 5), even if the route has not yet been cleared by the non-CBTC-controlled vehicle (1) (fig. 5).

itk
ENGINEERING

VDI meets ITK:

ITK. The Art of Digital Engineering

Bahn. Branche. Zukunft.

Spannende Vorträge hören, mit Branchenexperten das Thema Cyber Security diskutieren & networken!

Wann?

24. und 25. Oktober

Wo?

Trafo Hub Braunschweig

Keynote:

Prof. Jens Braband

Siemens AG

www.itk-engineering.de/vdi-meets-itk/



SCAN ME

**Jetzt
anmelden!**

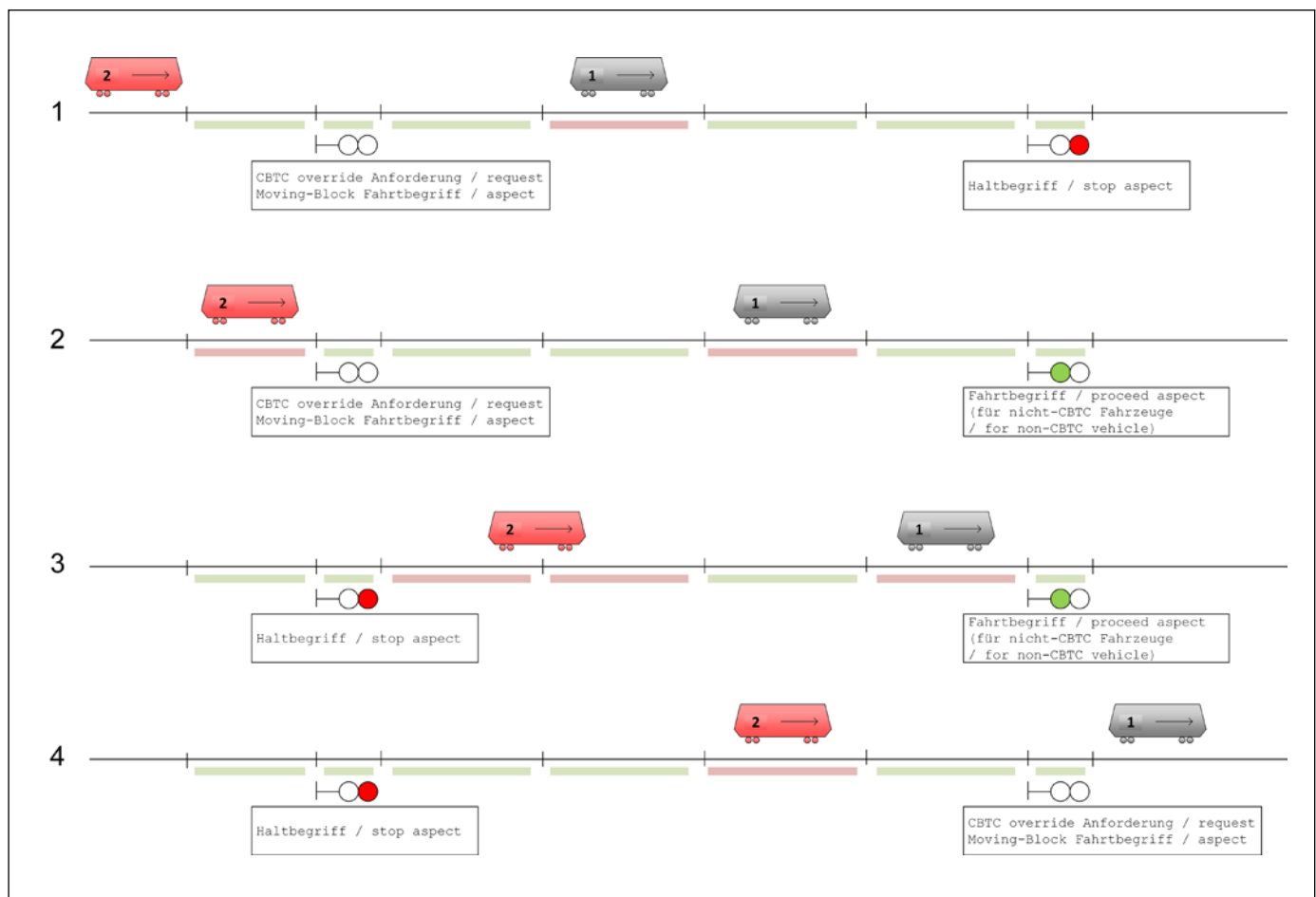


Bild 5: Szenario CBTC-geführtes Fahrzeug folgt nicht-CBTC-geführtem Fahrzeug

Fig. 5: Scenario of a CBTC-controlled vehicle following a non-CBTC-controlled vehicle

5 Zusammenfassung

Eine CBTC-Schnittstelle lässt sich in einem ESTW implementieren, wenn die grundsätzlichen Funktionsweisen von CBTC-Systemen beachtet werden. Die Leistungsfähigkeit des CBTC-Systems mit einem externen Stellwerk ist in der Regel gleichwertig mit der einer integrierten Lösung. Bei entsprechender Auslegung bietet eine Konfiguration mit externen Stellwerken betriebliche Vorteile, wie die Mischbetriebsfähigkeit und eine vollständige und unabhängige Rückfallebene. Ein CBTC-System mit integrierter Stellwerkslogik besitzt oft nur eingeschränkte Funktionen für nicht-CBTC-geführte Fahrzeuge.

5 Summary

A CBTC interface can be implemented in an electronic interlocking if the basic operating principles of CBTC systems are observed. The performance capability of the CBTC system with an external interlocking is generally equivalent to that of an integrated solution. If designed appropriately, a configuration with external interfaces offers operational benefits such as mixed operating capability and a full and independent fallback level. A CBTC system with integrated interlocking logic often has only restricted functions for non-CBTC-controlled vehicles.

LITERATUR | LITERATURE

- [1] EN 50159 Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme – Sicherheitsrelevante Kommunikation in Übertragungssystemen
- [2] DIN VDE V 0831-200 Elektrische Bahn-Signalanlagen – Teil 200: Sicheres Übertragungsprotokoll RaSTA nach DIN EN 50159 (VDE 0831-159)

AUTOR | AUTHOR

Andreas Schwarte
 Senior Key Expert Design & Architecture
 for Metro Signaling Systems
 Siemens Mobility GmbH
 Anschrift / Address: Ackerstraße 22, D-38126 Braunschweig
 E-Mail: andreas.schwarte@siemens.com